

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Disciplina: SEMINÁRIOS APLICADOS

## **TANINOS E SAPONINAS**

Fernanda Vieira Castejon

Orientador: Prof. Dr. José Henrique Stringhini

GOIÂNIA

2011

FERNANDA VIEIRA CASTEJON

## **TANINOS E SAPONINAS**

Seminário apresentado junto à disciplina  
Seminários Aplicados do Programa de Pós-  
graduação em Ciência Animal da Escola de  
Medicina Veterinária e Zootecnia da  
Universidade Federal de Goiás

Nível: Mestrado

**Área de concentração:**

Produção animal

**Linha de pesquisa:**

Metabolismo nutricional, alimentação e  
forragicultura na produção animal

**Orientador:**

Prof. Dr. José Henrique Stringhini – EVZ/UFG

**Comitê de orientação:**

Prof. Dr. Edemilson Cardoso da Conceição – FF/UFG

Prof. Dra. Elisabeth Gonzales – EVZ/UFG

GOIÂNIA

2011

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1	TANINOS .....	3
2.1.1	Caracterização química e classificação .....	3
2.1.2	Atividade biológica .....	5
2.1.3	Complexação taninos-proteínas.....	9
2.1.4	Utilização comercial .....	10
2.1.5	Taninos na nutrição animal .....	11
2.2	SAPONINAS.....	14
2.2.1	Caracterização química e classificação .....	14
2.2.2	Distribuição no reino vegetal .....	15
2.2.3	Propriedades biológicas .....	16
2.2.4	Utilização comercial .....	18
2.2.5	Saponinas na nutrição animal .....	18
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	20
	REFERÊNCIAS.....	21

## 1 INTRODUÇÃO

Taninos e saponinas são substâncias conhecidas por algumas de suas características marcantes, como a adstringência e fator antinutricional dos taninos e a função emulsificante das saponinas. Porém, as características de conhecimento comum são poucas frente a diversidade de mecanismos de ação e possíveis usos ainda desconhecidos na indústria em geral.

Há várias linhas de pesquisas sobre compostos tânicos e saponinas, tanto na fisiologia vegetal, quanto na atividade biológica/farmacológica desses compostos. São estudos feitos sobre metodologias de identificação e determinação em plantas; avaliação da variação da concentração na planta, entre plantas da mesma espécie e relacionadas ao clima; relação com insetos herbívoros; usos na alimentação humana; alimentação animal; usos em processos industriais, etc. Na alimentação humana e animal, a busca crescente por alimentos nutracêuticos e aditivos fitogênicos que substituam produtos industriais atualmente utilizados em maior escala tem se constituído em grande motivação de pesquisas.

Os taninos e saponinas já foram identificados como princípios ativos de vários extratos vegetais pesquisados pela farmacognosia mundial. Uma vertente de pesquisas dentro da farmacognosia que tem sido utilizada com o objetivo de facilitar o processo de descoberta de novas substâncias é a etnofarmacologia. A etnofarmacologia é o ramo da Etnobiologia/Etnobotânica que associa informações obtidas de comunidades que fazem o uso da flora medicinal com estudos químicos/farmacológicos realizados em laboratórios especializados. Não é o interesse principal isolar todos os compostos ou um composto em particular, e sim identificar os compostos responsáveis pela ação farmacológica (ELISABETSHY, 2001). Assim, tem se interesse em conhecer os principais princípios ativos das plantas com potencial de uso tanto na medicina humana, quanto na animal.

Os compostos tânicos são responsáveis pela adstringência de muitos frutos e outros produtos vegetais. A adstringência ocorre devido à precipitação de glicoproteínas salivares, levando à perda do poder lubrificante (BRUNETON, 1991). São compostos fenólicos, e portanto são altamente reativos quimicamente que formam pontes de hidrogênio, intra e

intermoleculares (MONTEIRO et al. 2005). Estes compostos são facilmente oxidáveis, tanto por enzimas vegetais específicas quanto por influência de metais, como cloreto férrico, o que ocasiona o escurecimento de suas soluções (MELLO & SANTOS, 2001).

Possuem a habilidade de formar complexos insolúveis em água com alcalóides, gelatina e outras proteínas, características nas quais são baseados os principais testes de detecção. A complexação entre taninos e proteínas é a base para suas propriedades como fator controlador de insetos, fungos e bactérias, assim como para seus principais usos industriais (Ex: manufatura do couro). São compostos do metabolismo secundário vegetal ou metabolismo especial e são importantes nas interações entre a planta e seu ecossistema.

As saponinas em solução aquosa formam espuma persistente e abundante. Essas atividades provem do fato de apresentarem em sua estrutura uma parte lipofílica denominada aglicona ou sapogenina e uma parte hidrofílica constituída por um ou mais açúcares (SCHENKEL et al., 2001). A espuma formada é estável à ação de ácidos minerais diluídos, diferenciando-se dos sabões comuns. Alguns dos compostos saponósidos desorganizam a membrana dos glóbulos vermelhos do sangue, o que pode levar à hemólise. Outra característica encontrada é a capacidade de complexar com esteróides, que é utilizada para explicar a ação antifúngica e hipocolesterolmiante (CUNHA & ROQUE, 2005). Em animais que ingerem rações com saponinas como aditivo, há redução da liberação de amônia das fezes (reduzindo o odor) e aumento da consistência das mesmas. Tais características são interessantes para a criação de cães e gatos, e em criações comerciais de suínos e aves. Pode resultar em melhoria da qualidade do ar, qualidade de cama, facilidade de limpeza de instalações, e outros benefícios que levam à melhoria do desempenho produtivo. Sendo, portanto, moléculas promissoras como aditivos em rações animais.

Com essa revisão, objetivou-se estudar esses dois importantes princípios ativos encontrados em plantas: taninos e saponinas.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 TANINOS

#### 2.1.1 Caracterização química e classificação

Os taninos são divididos de acordo com a estrutura química em dois grandes grupos: taninos hidrolisáveis e taninos condensados.

Os taninos hidrolisáveis estão presentes nas famílias Choripetalae das dicotiledôneas, dicotiledôneas herbáceas e lenhosas (MELLO & SANTOS, 2001). Algumas árvores desta classe, como o castanheiro e o carvalho são utilizadas como fontes industriais de tanino.

Taninos hidrolisáveis (figura 1) possuem um grupo poliol central (em sua maioria, é  $\beta$ -d- glicose, mas também o ácido quínico, outros fenóis e outros glicósidos); e hidroxilas esterificadas pelo ácido gálico (parte fenólica) (KHANBABAEE & REE, 2001).

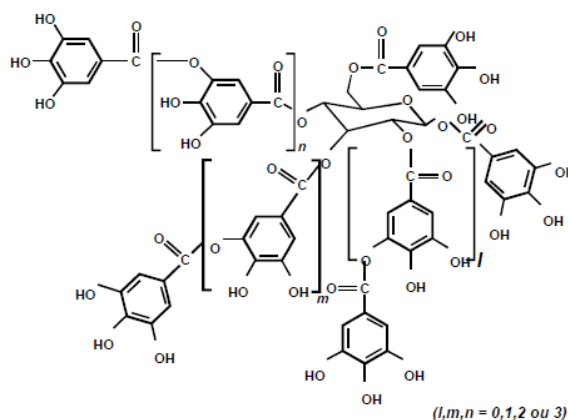


FIGURA 1 - Estrutura de taninos hidrolisáveis

FONTE: NAKAMURA et al. (2003)

Os taninos hidrolisáveis são ainda classificados em galotaninos e elagitaninos. Os galotaninos são compostos por unidades de ácido gálico unidos por ligações depsídicas entre elas (figura 2). CLIFFORD et al. (2000) relataram que são extremamente raros na dieta humana. De acordo com os autores, o “ácido tânico”, utilizado comercialmente é uma mistura de vários taninos gálicos. É extraído principalmente de folhas e galhas de arbustos do

género *Rhus* (sumagre), das vagens de *Caesalpinia spinosa* (tara) e das galhas de várias espécies de carvalho.

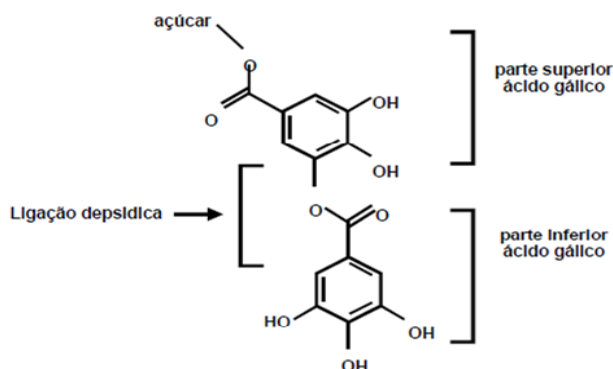


FIGURA 2 - Exemplo de ligação depsídica formada entre o grupo fenólico superior e o grupo inferior de uma unidade de ácido gálico

FONTE: HARVEY (2001).

Os elagitaninos são moléculas que possuem um ou dois resíduos de hez-hidroxidifenoila de configuração R ou S, os quais são obtidos pelo acoplamento oxidativo C-C entre dois resíduos de ácido gálico adjacentes. Após a hidrólise ácida das ligações ésteres, ocorre a liberação do ácido difênico, que se rearranja espontaneamente para o ácido elágico. Os elagitaninos isolados até o presente são monômeros, dímeros, trímeros e tetrâmeros (MELLO & SANTOS, 2001).

Na alimentação humana, os elagitaninos são encontrados apenas em grupos restritos de alimentos tais como framboesa, morango, castanha, avelã, caju e pistachio. Estes taninos foram encontrados, também, em partes não comestíveis de plantas, como as folhas. É possível encontrar taninos elágicos em vinhos envelhecidos em barricas de madeira de carvalho, como resultado da sua difusão da madeira durante o estágio de produção em barricas (CLIFFORD et al., 2000).

Os taninos condensados ou proantocianidinas estão distribuídos por diversas famílias do reino vegetal, em geral, em plantas lenhosas. São polímeros de flavan-3-ol e/ou flavan-3,4-diol (figura 3), produtos do metabolismo do fenilpropanol (HEIL et al., 2002). As proantocianidinas são assim denominadas pelo fato de apresentarem pigmentos avermelhados da

classe das antocianidinas, como cianidina e delphinidina. As moléculas têm grande variação estrutural, resultante de padrões de substituições entre unidades flavânicas, diversidade de posições das ligações e a estereoquímica (MELLO & SANTOS, 2001).

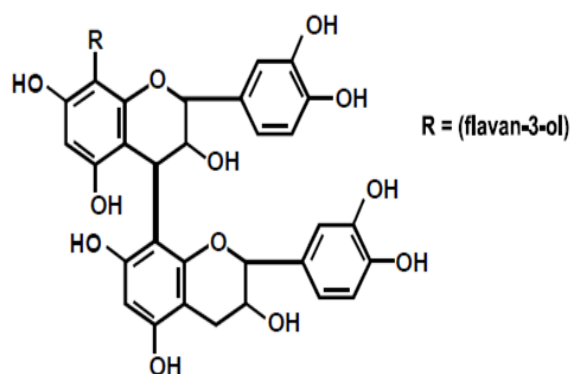


FIGURA 3 - Estrutura química de taninos condensados  
FONTE: LEKHA & LONSANE (1997).

A análise de proantocianidinas nos alimentos torna-se difícil pela, já mencionada, variedade de estruturas existentes e à escassez de técnicas analíticas que permitam a sua separação, identificação e quantificação. Apesar de os polímeros constituírem a maioria dos polifenóis das plantas, a análise química se limita, normalmente, a monômeros, dímeros e alguns trímeros (CHEYNIER, 2005).

Os taninos condensados são mais comuns na dieta humana do que os taninos hidrolisáveis. Estão presentes em concentrações relativamente importantes em alguns frutos (uvas, maçãs, etc.) e suas bebidas derivadas, no cacau e chocolate (SANTOS-BUELGA & SCALBERT, 2000).

### 2.1.2 Atividade biológica

Diversos estudos sobre atividade dos taninos evidenciaram importante ação antibacteriana, ação sobre protozoários, na reparação de tecidos, regulação enzimática e protéica, entre outros. Estes efeitos dependem da dose, tipo de tanino ingerido e período de ingestão.



Atividades bactericidas e fungicidas ocorrem por três características gerais comuns aos dois grupos de taninos: complexação com íons metálicos; atividade antioxidante e seqüestradora de radicais livres; habilidade de complexar com outras moléculas, principalmente proteínas e polissacarídeos (MELLO & SANTOS, 2001).

Têm sido atribuídas aos taninos muitas atividades fisiológicas humanas, como a estimulação das células fagocíticas e a ação tumoral, e atividades antiinfectivas (LOGUERCIO, 2005). Em processos de cura de feridas, queimaduras e inflamações, os taninos auxiliam formando uma camada protetora (complexo tanino-proteína e/ou polissacarídeo) sobre tecidos epiteliais lesionados, permitindo que, logo abaixo dessa camada, o processo de reparação tecidual ocorra naturalmente (MELLO & SANTOS, 2001). Em patologias estomacais, o mecanismo de ação é bem semelhante, com a formação de uma camada de tanino-proteína complexados que envolvem a mucosa estomacal (HASLAM, 1989).

A atividade antioxidante e ação em úlceras gástricas do extrato de *Syzygium jambos* cujos princípios ativos nas folhas são flavonóides, taninos e óleos voláteis; foi investigada por DONATINI et al. (2009). O conteúdo de taninos das folhas e do extrato foi calculado, respectivamente, em 21,9% e 43,3%. A administração oral prévia do extrato (400 mg/kg) a ratos Wistar reduziu significativamente as lesões gástricas induzidas por etanol acidificado. Porém, no modelo de úlcera subcrônica e indução de lesão gástrica com ácido acético a 30%, o tratamento com o extrato (400 mg/kg) não apresentou resultado significativo.

O mecanismo de atividade antioxidante atribuída aos flavonóides e taninos auxilia no processo de cura, já que os radicais livres são um fator importante na formação de lesões ulcerativas e erosivas do trato gastrointestinal (BORRELLI & IZZO, 2000; CARBONEZI et al., 2007).

Várias doenças degenerativas (câncer, esclerose múltipla, arteroesclerose, etc.) e o processo de envelhecimento estão associados a altas concentrações de radicais livres. Como os taninos atuam como captadores de radicais, interceptam o oxigênio ativo formando radicais estáveis (MELLO & SANTOS, 2001), seria interessante que houvessem mais estudos sobre taninos e sua interferência em processos patológicos.

Já as propriedades antimicrobianas dos taninos, são bem conhecidas e documentadas. Porém, os resultados ainda são controversos, e em apenas alguns trabalhos se faz a diferenciação do tipo de tanino presente no extrato, o que poderia esclarecer as dúvidas quanto aos efeitos observados. SCALBERT (1991) afirma que taninos condensados e hidrolisáveis não apresentam diferenças significantes frente a fungos e bactérias, e justifica que o efeito da toxicidade relacionado à estrutura molecular do tanino é ainda desconhecido.

LOGUERCIO et al. (2005) realizaram estudo para avaliar a existência de efeito antibacteriano do extrato hidro-alcoólico a 10% (m/v) de folhas de jambolão (*Syzygium cumini* (L.) Skeels). As folhas são ricas em taninos e saponinas. A investigação partiu da utilização popular como adstringente, diurético, antidiabético e estomáquico. Foram utilizadas várias cepas bacterianas gram positivas e gram negativas e comparado os halos de inibição de crescimento bacteriano causados pelo extrato, etanol, solução salina e antimicrobiano padrão para teste de resistência específico para cada bactéria. Os resultados obtidos se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Diâmetros médios do halo de inibição (em mm) avaliados pelo método de difusão em Ágar (Kirby-Bauer)

Isolado bacteriano	Extrato	Etanol	Solução Salina	Antimicrobiano
<b>GRAM POSITIVAS</b>				
<i>Staphylococcus</i> sp. 147/02	22a*	5,67b	1,0c	4,33b
<i>Staphylococcus</i> sp. 558/96	20a	5b	6,67b	8b
<i>S. aureus</i> 147/02	12a	6bc	2,67c	10,67ab
<i>S. aureus</i> 144/98	16,33b	1,67c	4c	24a
<i>S. intermedius</i> 115/92	24b	5c	6,33c	29,33a
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	26,67b	2c	7,67c	38,33a
<i>Bacillus cereus</i> 179/94	14,67b	4,33c	4c	22a
<i>Corynebacterium</i> sp. 083/99	25,67b	7,33c	7,67c	31,67a
<i>Rhodococcus equi</i> 488/01	19,67a	5b	5,33b	22a
<i>Streptococcus canis</i> 154/90	15b	4c	3,33c	29,67a
<b>GRAM NEGATIVAS</b>				
<i>E. coli</i> 120/93	17a	4,33bc	2,67c	8,67b
<i>E. coli</i> 158/93	17,33a	2,33b	2b	21,33a
<i>E. coli</i> ATCC 25922	23,33a	2c	0,67c	10,67b
<i>Salmonella typhi</i> ATCC 6539	22,67b	1,33c	1,67c	31,33a
<i>S. Cholelasuis</i> ATCC 10708	24,33a	1,33c	2,67c	18,33b
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> ATCC 27853	21b	1,33c	2c	30a
<i>Proteus</i> sp. 447/01	12,67a	1c	0,67c	9,33b

\*Médias seguidas de letras desiguais diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Adaptada de LOGUERCIO et al. (2005)

O extrato apresentou efeito inibitório sobre várias bactérias, inclusive apresentando resultados melhores que antimicrobianos comerciais. Diferenças de atividade frente bactérias gram-positivas e gram-negativas são atribuídas à constituição da parede celular bacteriana. Bactérias gram-positivas possuem paredes celulares quimicamente menos complexas e têm menor teor lipídico do que as gram-negativas.

AURICCHIO et al. (2007) realizaram experimento para verificação de possíveis ações antimicrobianas, antioxidantes e tóxicas do extrato hidroalcoólico de *Eugenia uniflora* L, composto por flavonóides e taninos (20,06%). O extrato demonstrou atividade antimicrobiana a *Staphylococcus aureus*, *Salmonella cholerasuis* e *Pseudomonas aeruginosa*. Pelos dados das análises realizadas, foi verificada a atividade antioxidante *in vitro* e a baixa toxicidade no ensaio agudo com camundongos. O efeito foi atribuído aos compostos fenólicos, principalmente os taninos.

Ação antiviral de taninos foi pesquisada por COHEN et. al. (1964). Realizaram inoculação do extrato de *Melissa officinalis* em ovos embrionados com 9 a 11 dias de idade, e posteriormente desafiaram com os vírus Newcastle, Herpes, Vaccinia, Semliki Forest. A administração prévia do extrato possibilitou a sobrevivência dos embriões, sugerindo a atuação de taninos nos mecanismos de infecção viral.

A atividade antiparasitária é relatada em alguns trabalhos. VILLALBA et al. (2010) realizaram experimento em que buscaram avaliar a preferência de consumo entre feno de alfafa ou feno de alfafa misturado com quebracho (*Schinopsis quebracho-colorado*), que é fonte de tanino, e a carga parasitária em cordeiro. O grupo de tratamento com feno de alfafa acrescido de quebracho apresentou níveis menores de carga parasitária. Os resultados obtidos da preferência de consumo levaram os autores a concluir que os animais naturalmente infectados procuram alimentar da mistura com taninos que sugere mecanismo semelhante a auto-medicação.

Em recente estudo realizado por SIA et al. (2011), foi avaliado a ação do extrato de *Mimosa pudica* em veneno de *Naja kaouthia*, e foi comparado com taninos utilizados comercialmente (ácido tânico) no tratamento de picadas. A pré-incubação do veneno com o extrato manteve 100% de sobrevivência no grupo de ratos após 24 horas. Foi considerado mais eficaz

que o ácido tânico comercial, neste experimento. A avaliação de proteínas do veneno indicou a ausência de dois *spots* de proteínas indicando a regulação das mesmas pelos taninos de *Mimosa pudica*.

### 2.1.3 Complexação taninos-proteínas

Os complexos taninos-proteínas podem ser reversíveis ou irreversíveis. Os reversíveis são estabelecidos por pontes de hidrogênio e interações hidrofóbicas, enquanto que os irreversíveis ocorrem em condições oxidativas via ligações covalentes. Acredita-se que as interações hidrofóbicas atuam como forças de atração inicial na complexação em meio aquoso entre taninos e proteínas (MELLO & SANTOS, 2001).

A capacidade de complexação varia com a estrutura química. Peso molecular e a flexibilidade da molécula são fatores importantes no processo de complexação. Se o peso molecular é muito alto, a molécula pode não intercalar entre os espaços interfibrilares das proteínas ou macromoléculas; se é muito baixo, a molécula fenólica não forma número suficiente de ligações que mantenham a estabilidade (BRUNETON, 1991).

Os complexos irreversíveis ocorrem, na planta, quando os tecidos são danificados, tanto por auto-oxidação quanto por oxidação catalisada por enzimas. Os fenóis são transformados em quinonas que reagem com grupos nucleofílicos na proteína por ligações covalentes (HASLAM, 1989).

CARVALHO (2007) estudou a interação entre três tipos de proteínas (BSA, IB8c e  $\alpha$ -amilase) e taninos condensados, e a possível interferência de polissacarídeos comerciais (dextrano, glicose, arabinogalactana,  $\beta$ -ciclodextrina, pectina, goma arábica, ácido poligalacturônico e xantano) na formação do complexo. Verificou-se que os polissacarídeos iônicos (xantano, a pectina e a goma arábica) mostraram ser bastante eficazes na inibição da agregação entre as proteínas estudadas e os taninos, contrariamente a açúcares neutros como a glicose, a arabinogalactana e a  $\beta$ -ciclodextrina.

O mesmo autor utilizou dois mecanismos para explicar os resultados obtidos. O primeiro é que os polissacarídeos podem formar estruturas em solução capazes de encapsular polifenóis inibindo, assim, as interações com as

proteínas. Por outro lado, podem formar complexos ternários de proteína-tanino-polissacarídeo que, pelo caráter iônico dos polissacarídeos, seria mais solvatado em solução e isto poderia diminuir a agregação. Pelos resultados obtidos com as diferentes proteínas (BSA, IB8c e  $\alpha$ -amilase), constatou-se que existe grande dependência da concentração de proteína e de tanino no fenômeno da agregação.

#### 2.1.4 Utilização comercial

Atualmente, vários são os usos dos compostos tânicos. O uso no curtimento do couro feito a milhares de anos merece destaque já que utiliza grandes quantidades dos taninos vegetais no dito “curtimento vegetal” e em outras etapas do processo.

Geralmente, é utilizado para produção de solas e de tipos especiais de couro, e também em combinação com os outros tipos de curtimento (sintético, por exemplo). Pelo seu alto custo, os taninos são reutilizados o máximo possível, fazendo só a reposição de solução para o lote seguinte. Com o aumento do uso de materiais sintéticos na fabricação de solas, o curtimento vegetal de couro para este fim diminuiu significativamente (PACHECO, 2005).

As espécies vegetais mais utilizadas como fontes de taninos são quebracho (*Schinopsis* spp.) e acácia (*Acacia mearnsii* De Wild.). Além dessas são produzidos também a partir dos gêneros *Çeneros*, *Tsuga*, *Castanea*, *Quercus*, *Terminalia* (MELLO & SANTOS, 2001).

Taninos condensados têm sido usados para fabricação de polímeros e resinas (BATTESTIN et al., 2004). Esses polímeros têm sido utilizados como um meio para reduzir o fluxo de água em barragens, para estabilizar o solo em fundações de construções, na produção de borrachas, na fabricação de conglomerados e laminados de madeira. Na fabricação de resinas de troca catiônica, as características são semelhantes às resinas derivadas do petróleo (LELIS & GONÇALVES, 2001). Também são relatados como agentes floculantes ou coagulantes para o tratamento de água (PORTER & HEMINGWAY, 1989; citado por BATTESTIN et. al, 2004).

Quando sulfonados, os taninos condensados podem ser empregados para formar complexos de metais pesados solúveis em água, utilizados em plantas cítricas com deficiência de ferro ou na complexação com chumbo no controle de poluição em rodovias. Para a preservação da madeira, complexos com cobre são efetivos biocidas (MELLO & SANTOS, 2001).

Taninos também estão presentes em bebidas de consumo humano, nas quais são responsáveis pelo sabor adstringente de vinhos, sucos de frutas, chás e outras bebidas. O ácido tânico é utilizado na produção de cerveja para reduzir a concentração protéica pela precipitação como complexos tanino-proteicos (REINOLD, 1999). Os flavan-3-óis, proantocianidinas e antocianidinas têm grande importância para o desenvolvimento de sabor e aparências do vinho tinto em seu processo de envelhecimento (SINGLETON, 1992).

### **2.1.5 Taninos na nutrição animal**

Os taninos condensados são bastante conhecidos como fatores antinutricionais de alimentos utilizados em dietas dos animais de produção. Representam o grupo mais importante de polifenóis na nutrição animal, em função dos efeitos deletérios no aproveitamento das rações e no desempenho produtivo dos animais (WARREHAM et al., 1994).

MITJAVILA et al. (1977) verificaram que o ácido tânico adicionado na dieta de ratos aumentou a excreção de ácido siálico e glicosamina, indicando que o excesso de nitrogênio liberado nas fezes seria de origem metabólica (muco gastrointestinal). Nesse estudo, foram utilizadas pequenas doses de ácido tânico, doses que são normalmente encontradas em alimentos consumidos. O aumento do muco não foi suficiente para proteção das mucosas, que na análise histopatológica evidenciou necrose intestinal e erosão nas células da camada mucosa.

Os taninos na nutrição animal interferem de maneira distinta em animais monogástricos e ruminantes. Em ruminantes, os taninos podem produzir efeitos positivos reduzindo a quantidade de proteína digerida no rúmen e, aumentar a quantidade de proteína disponível no intestino delgado, eliminar parasitas e diminuir o timpanismo espumoso (MUELLER-HARVEY, 2010).

Para monogástricos, como suínos, aves e peixes, os taninos condensados afetam o valor nutricional dos alimentos, como consequência da formação de complexos com as proteínas da dieta, com carboidratos e outros nutrientes; pela inibição da atividade de várias enzimas digestivas, pela diminuição da absorção de outros nutrientes através da parede celular, devido à formação de complexos com íons divalentes de metais e pela erosão de células epiteliais do intestino (WARREHAM et al., 1994). Podem inibir enzimas relacionadas à digestão de carboidratos ( $\alpha$ -amilase,  $\alpha$ -glicosidases), de lipídios (lipase pancreática e gástrica) e de proteínas (tripsina e proteases diversas) (McDOUGALL et al., 2005).

Foi conduzido estudo por PINTO et al. (2001) para avaliar o efeito dos taninos condensados proveniente de produto concentrado de barbatimão no desempenho e composição da carcaça do piauçu (*Leporinus* sp.). Concluiu-se que embora a presença de até 0,69% de taninos na ração não tenha comprometido a conversão alimentar aparente e taxa de eficiência protéica das rações, níveis iguais ou superiores a 0,46% resultaram em ganho de peso significativamente inferior para o piauçu. A espécie se mostrou sensível à presença de taninos condensados que prejudicaram o metabolismo e o valor biológico dos nutrientes presentes nas rações.

Já em tilápias-do-nilo, AIURA et al. 2007 testaram fontes de taninos hidrolisáveis (ácido tânico 0,34 e 0,60%), taninos condensados (sorgo com alto e baixo taninos) no desempenho e deposição lipídica na carcaça. A maior deposição lipídica corporal foi observada nas dietas com ácido tânico; a dieta de sorgo com alto teor de tanino resultou em carcaças mais magras do que as de sorgo com baixo teor de tanino. Dietas com sorgo proporcionaram menores teores de gordura visceral. Concluíram que a presença de tanino nas rações não prejudicou o desempenho da tilápia-do-nilo.

As diferenças de resultados observadas na literatura entre trabalhos com peixes podem ser explicadas pelo tipo de digestão diferenciado entre as espécies (ácida ou básica), fato que pode interferir na formação dos complexos taninos-proteínas.

Alguns dos principais ingredientes usados na confecção de rações comerciais que contém quantidades significantes de taninos são a soja, o

sorgo, a canola e o girassol. O sorgo é separado em duas categorias com relação a quantidade de taninos: sorgo alto e baixo tanino.

Segundo GARCIA et al. (2004), entre os alimentos alternativos, o sorgo destaca-se como capaz de reduzir os custos de forma significativa na alimentação de aves. Os autores não verificaram diferença entre os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta obtida para a dieta de sorgo alto tanino comparada com o sorgo baixo tanino. O grupo tratado com milho apresentou melhores resultados para os parâmetros avaliados.

Em outro trabalho, GARCIA et al. (2005) afirmam que apesar da maior parte do sorgo produzido atualmente no Brasil possuir baixo tanino, em algumas regiões (Sul e Nordeste), há necessidade do cultivo de variedades com alto teor de tanino pela susceptibilidade do grão ao ataque de pássaros. Os autores avaliaram dietas com milho e farelo de soja, sorgo com alto tanino e farelo de soja e sorgo com baixo tanino e farelo de soja e o desempenho, o rendimento de carcaça e medidas gastrintestinais de frangos. Concluíram, que ao utilizar sorgo com alto tanino (cultivar AG3002 com 1,89 g/kg de tanino) e sorgo com baixo tanino (cultivar SAARA com 0,49 g/kg) em substituição ao milho não houve efeito para desempenho e rendimento de carcaça, vísceras e medidas de intestinos (comprimento e peso relativo).

Anteriormente, NUNES et al. (2001) observaram que ao substituir o milho pelo sorgo em dietas de frangos, houve atrofia na mucosa do íleo e encurtamento das vilosidades, resultando em distorção de sua arquitetura, edema no tecido conectivo das vilosidades, hiperplasia e hipertrofia das células de goblet (secreção de muco), além de hipertrofia da glândula parótida.

Em eqüinos, OLIVEIRA et al. (2007) realizaram estudo para avaliar o efeito nutritivo de grãos secos ou ensilados de sorgo de baixo e alto conteúdos de tanino e a cinética do trato digestório. Os valores de digestibilidade da proteína bruta para as dietas contendo grãos de sorgo de baixo teor de tanino (seco ou ensilado) e grãos ensilados de alto conteúdo de tanino foram superiores aos da dieta com grãos secos de sorgo de alto nível de tanino. Demonstra o efeito benéfico da ensilagem na desativação dos taninos, evitando que se liguem à proteína da dieta.

GOLLCHER et al. (2010) compararam o valor nutritivo de silagens de grãos de sorgo de baixo e alto teor de tanino na alimentação de equinos.



Concluíram que a utilização da silagem de grãos de sorgo com baixo tanino é um alimento alternativo promissor nas formulações das dietas de eqüinos.

Para diminuir os efeitos deletérios ocasionados por taninos nas dietas, além do processo de silagem, alguns tratamentos estão sendo pesquisados. PEREIRA FILHO et al. (2003) avaliaram o tratamento da silagem de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*. Wild) com hidróxido de sódio e a interferência na concentração de taninos. A concentração de tanino total na MS do feno de jurema-preta diminui linearmente com o aumento de hidróxido de sódio na solução alcalina utilizada no tratamento químico, reduziu em até 27% o teor de tanino.

## 2.2 SAPONINAS

### 2.2.1 Caracterização química e classificação

Saponinas são glicosídeos de esteróides ou de terpenos policíclicos. É uma estrutura com caráter anfifílico, parte da estrutura com característica lipofílica (triterpeno ou esteróide) e outra hidrofílica (açúcares). Essa característica determina a propriedade de redução da tensão superficial da água e suas ações detergentes e emulsificante (SCHENKEL et al., 2001).

São classificadas de acordo com o número fundamental da aglicona, e também, pelo seu caráter ácido, básico ou neutro. Assim, quanto a aglicona, denominam-se saponinas esteroidais e saponinas triterpênicas.

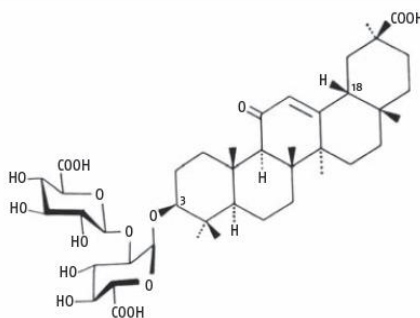


Figura 4 – Ácido glicirricínico, um triterpeno pentacíclico  
FONTE: SIEDENTOPP (2008).

O caráter ácido ocorre pela presença de grupamento carboxila na aglicona ou na cadeia de açúcares. O caráter básico decorre da presença de nitrogênio, em geral sob forma de uma amina secundária ou terciária, como nos glicosídeos nitrogenados esteroidais (SCHENKEL et al., 2001).

Outra classificação refere-se ao número de cadeias de açúcares ligado na aglicona. Assim, saponinas monodesmosídicas possuem cadeia de açúcares, enquanto as saponinas bidesmosídicas possuem duas cadeias de açúcares, a maioria com ligação éter na hidroxila em C-3 e a outra com ligação éster (WINA et al., 2005).

### **2.2.2 Distribuição no reino vegetal**

As saponinas esteroidais e triterpênicas apresentam distribuição diferenciada no reino vegetal. As saponinas esteroidais neutras são encontradas quase que exclusivamente em monocotiledôneas, principalmente nas famílias Liliaceae, Dioscoreaceae e Agavaceae. Os Gêneros *Smilax*, *Dioscorea*, *Agave*, *Yucca* são especialmente ricos nessas saponinas.

Na alimentação humana, saponinas esteroidais são encontradas na aveia, pimentas, berinjela, semente de tomate, aspargos, inhame, feno-grego e ginseng (FRANCIS et al., 2002). As saponinas esteroidais básicas ou alcaloídicas são encontradas principalmente no gênero *Solanum*, pertencente à família Solanaceae.

As saponinas triterpênicas encontram-se predominantemente em dicotiledôneas, principalmente nas famílias Sapindaceae, Hippocastanaceae, Sapotaceae, Polygalaceae, Caryophyllaceae, Primulaceae e Araliaceae.

Saponinas triterpênicas tem sido detectadas em muitas leguminosas, como a soja, feijões, ervilhas; e também na acelga, chás, açúcar, alcaçuz, quinoa, girassol e ginseng. Sendo que o grupo de triterpenóides mais estudados é obtido a partir da *Quillaja saponaria*, uma árvore nativa da região dos Andes, no Chile.

### 2.2.3 Propriedades biológicas

As saponinas são substâncias derivadas do metabolismo secundário das plantas, relacionados, principalmente, com o sistema de defesa. São encontradas nos tecidos que são mais vulneráveis ao ataque fúngico, bacteriano ou predatório dos insetos (WINA et al., 2005), considerando-se parte do sistema da defesa das plantas e indicadas como “fitoprotetoras” (PIZARRO, 1999). Essa atividade seria devido a interação com os esteróis da membrana (FRANCIS et al., 2002).

O comportamento anfifílico das saponinas e a capacidade de formar complexos com esteróides, proteínas e fosfolipídeos de membranas possibilitam ações biológicas variadas.

Vale ressaltar a ação sobre membranas celulares que pode alterar a permeabilidade ou até mesmo levar à destruição (SCHENKEL et al., 2001).

Relacionadas com essa ação sobre membranas, estão as atividades hemolíticas, ictiotóxica e molusquicida. A irritação causada nas mucosas é relatada por alguns autores como fator que impede o desenvolvimento de aplicações práticas.

ÁLVARES (2006), verificou a tendência de diminuição nos parâmetros sanguíneos de hemácias e hematócrito após a adição de extrato de *Yucca schidigera* na ração de cães adultos. Porém, ainda permanecendo dentro dos valores de referência. Não houve alterações significativas em outros parâmetros sanguíneos avaliados (proteínas totais, proteínas plasmáticas totais, albumina, globulina, ALT, AST, fosfatase alcalina, uréia, creatinina, colesterol).

A capacidade de ligação das saponinas com esteróis (colesterol como principal objeto dos estudos) têm sido investigados principalmente na medicina humana. Atividades hipocolesterolemiantes são relatadas. O mecanismo da ação poderia ser explicado pelo aumento da excreção do colesterol por formação de complexo com as saponinas administradas por via oral, ou pelo aumento da eliminação fecal de ácidos biliares com maior utilização do colesterol para síntese dessas substâncias.

Outra proposta, leva em consideração as propriedades irritantes das saponinas. Com a formação dos complexos entre as saponinas e o colesterol

das membranas das células da mucosa intestinal, ocorreria uma esfoliação com perda da função e redução da área de absorção (CHEEKE, 1996).

FERREIRA et al. (1997) executaram ensaio *in vitro* para verificar o efeito de saponinas presentes na erva-mate com ácidos biliares e colesterol. A partir dessas observações, concluíram que há diminuição desses ácidos e aumento da sua eliminação, e, portanto, parte do colesterol da corrente sanguínea seria desviado para suprir sua carência na bile.

As saponinas são importantes para a ação de drogas vegetais, destacando-se as tradicionalmente utilizadas como expectorantes e diuréticas (SIEDENTOPP, 2008). Entretanto, o mecanismo de ação dessas drogas não está bem elucidado. Alguns autores argumentam que a irritação no trato respiratório aumentaria o volume do fluido respiratório e reduziria sua viscosidade. Outra possibilidade seria relacionada a sua tensão superficial originando, menor viscosidade e maior facilidade de expulsão do muco.

A atividade diurética é atribuída à irritação do epitélio renal causada pelas saponinas (SCHENKEL et al., 2001). Entretanto, em pesquisa realizada por DINIZ (2006), as saponinas triterpênicas reduziram o fluxo urinário em ratos. O mecanismo provável seria o aumento da reabsorção de água nos túbulos renais, já que foi verificado aumento na atividade das ATPases renais.

Outros empregos destacados são como adjuvantes para aumentar a absorção de medicamentos pelo aumento da solubilidade ou interferência nos mecanismos de absorção e, como adjuvante para aumentar a resposta imunológica.

As saponinas mais utilizadas como adjuvantes são Quil A e seus derivados QS-21, isolados da casca de *Quillaja saponaria* Molina. São capazes de estimular o sistema imune e as torna ideais para uso em vacinas de subunidades, vacinas contra patógenos intracelulares, e vacinas terapêuticas (Ex: câncer).

No entanto, saponinas Quillaja têm inconvenientes graves, como alta toxicidade, efeito hemolítico indesejável e instabilidade na fase aquosa que limita seu uso como adjuvante na vacinação (SUN et al., 2009).

#### 2.2.4 Utilização comercial

Por suas propriedades surfactantes, são usadas na indústria na preparação de emulsões para filmes fotográficos e na indústria de cosméticos em batons e xampus (CHEEKE, 1999). São usadas na indústria alimentícia como flavorizante e agente espumante.

Os extratos vegetais mais utilizados comercialmente são extraídos da *Yucca schidigera* ou da *Quillaja saponaria*. As saponinas da *Quillaja saponaria* são amplamente utilizadas como adjuvantes em vacinas orais e injetáveis e melhoram a eficácia de vacinas orais facilitando a absorção intestinal de grandes moléculas (CHEEKE, 1999). Isto ocorre, provavelmente, pela interação com o colesterol das membranas dos microvilos que causam lesões estruturais e com conseqüente alteração da permeabilidade (JOHNSON et al., 1986).

A ação imunológica envolve a interação da saponina com o colesterol das membranas celulares dos macrófagos ou células apresentadoras de antígenos e facilitam a formação do complexo celular (BOMFORD, 1992).

#### 2.2.5 Saponinas na nutrição animal

A *Yucca schidigera* e a *Quillaja saponaria* são as maiores fontes de saponinas utilizadas como aditivos em rações, sendo os principais objetivos a melhoria do desempenho e a redução da produção de amônia e o odor de fezes de animais domésticos (DEMATTÊ FILHO, 2004).

O mecanismo de ação ainda não é completamente conhecido, mas sabe-se que as saponinas alteram a microbiota intestinal, atuam no metabolismo do nitrogênio, aumentam a permeabilidade de células da mucosa intestinal e a taxa de absorção intestinal.

Atualmente, algumas empresas utilizam saponinas como aditivos em rações para animais, principalmente nas linhas pet, porém o uso em aves e suínos é crescente.

GEE et al. (1997) afirmaram que as saponinas alteram a absorção intestinal, o que pode ter conseqüências negativas, uma vez que substâncias

presentes na dietas que normalmente não seriam absorvidas podem aumentar o risco de sensibilização por antígenos da dieta. Saponinas também são referidas como causadoras de despolarização da membrana intestinal, o que também, altera o padrão de permeabilidade (OLESZEK et al., 1994).

Pela sua propriedade surfactante, as saponinas possuem atividade antiprotozoária, pois formam complexos com o colesterol das membranas celulares dos protozoários, causando a lise celular (CHEEKE, 2002).

SCHWARZ et al. (2002) fizeram testes para avaliação do uso de diversos compostos como prebióticos e probiótico substitutivos aos antimicrobianos promotores de crescimento. Em um dos tratamentos, os grupos de aves alimentadas com saponina, probióticos + saponinas e leveduras apresentaram um melhor desenvolvimento das vilosidades do intestino das quando comparados aos tratamentos controle e com antibiótico.

OBA et al. (2003) demonstraram que a adição de *Quillaja saponaria* na dieta de frangos alternativos melhorou o rendimento de carcaça e a porcentagem de peito quando comparados a uma dieta controle.

O uso de saponinas na dieta nos últimos dez dias de gestação e na lactação de porcas, resultou em melhor escore corporal no final da lactação às fêmeas, e leitegadas mais pesadas ao nascer e ao desmame. As fezes das fêmeas que receberam as saponinas foram 11% mais duras em relação ao grupo não tratado (HAUPTLI & LOVATTO, 2006).

SANTOS et al. (2011) testaram a inclusão de *Yucca schidigera* e não foram observados efeitos adversos na saúde e na digestibilidade ou aceitação de gatos em relação à dieta, sendo indicado seu uso.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Taninos e saponinas, grandes moléculas de origem vegetal, são consideradas princípios ativos de diversos extratos vegetais. Os estudos sobre uso de extratos vegetais como aditivos fitogênicos e terapêuticos tem aumentado o interesse nos mesmos. Os resultados gerados motivam outras áreas de pesquisas abrindo possibilidade de novas aplicações.

São de grande importância na alimentação humana e animal, visto que constituem alimentos utilizados rotineiramente e os taninos condensados são considerados fatores antinutricionais.

As saponinas estão sendo recentemente estudadas, comparado aos taninos, principalmente pela dificuldade de isolamento e identificação desses compostos. Portanto, as descobertas de usos vêm acompanhadas da evolução das técnicas de farmacognosia. Os principais estudos feitos são na imunologia como adjuvante em vacinas. Na nutrição animal, o uso é bastante promissor. Tanto para bovinos como manipuladores da fermentação ruminal, quanto em monogástricos como substitutivos aos antibióticos promotores de crescimento.

Percebeu-se, ao revisar a literatura publicada, é que vários resultados são contraditórios. Acredita-se que há a falta de estudos sobre os tipos de moléculas, diferenciação, identificação e padronização de técnicas. Para verificação do modo de ação, o desafio é a busca por ensaios *in vitro* que simulem condições orgânicas. Cada dia mais se restringe a utilização de animais na experimentação animal.

Nos próximos anos, muitos dos resultados que se têm hoje, poderão ser definitivamente elucidados pela evolução das metodologias de pesquisa científica atuais.

## REFERÊNCIAS

1. AIURA, F.S; CARVALHO, M.R.B. Body lipid deposition in Nile tilapia fed on rations containing tannin. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.42, n.1, p.51-56, 2007.
2. ALVARES, A. A. A. **Influência da adição de extrato de *Yucca schidigera* nos parâmetros bioquímicos e hematológicos de cães adultos consumindo duas rações comerciais**. 2006. 47f. Dissertação (Mestre em Ciências Veterinárias) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
3. AURICCHIO, M.T.; BUGNO, A.; BARROS, S.B.M.; BACCHI, E.M. Atividades antimicrobiana e antioxidante e toxicidade de *Eugenia uniflora*. **Latin American Journal of Pharmacy**, Buenos Aires, v.26, n.1, p. 76-81, 2007.
4. BATTESTIN, V.; MATSUDA, L.K.; MACEDO, G.A. Fontes e aplicações de taninos e tanases em alimentos. **Alim. Nutr.** Araraquara, v.15, n.1, p.63-72, 2004. Disponível em: <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/58/75>. Acesso em: 10 ago.2011.
5. BOMFORD, R.; STAPLETON, M.; WINSOR, S.; BEESLEY, J.E.; JESSUP, E.A.; PRICE, K.R.; FENWICK, G.R. Adjuvanticity and ISCOM formation by structurally diverse saponins. **Vaccine**, v.10, p.572–577, 1992.
6. BORRELLI, F.; IZZO, A. A. The plant kingdom as a source of anti-ulcer remedies. **Phytotherapy Research** [online], v.14, n.8, p.1099-1573, 2000. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1002/1099-1573\(200012\)14:8<581::AID-PTR776>3.0.CO;2-S](http://dx.doi.org/10.1002/1099-1573(200012)14:8<581::AID-PTR776>3.0.CO;2-S). Acesso em: 15 ago. 2011.
7. BRUNETON, J.; **Elementos de Fitoquímica y de Farmacognosia**. AS/Espanha: Ed. Acribia, 1991. 594p.
8. CARBONEZI, C. A.; HAMERSKI, L.; GUNATILAKA, A. A.L., CAVALHEIRO, A.; CASTRO-GAMBOA, I.; SILVA, D.H.S. Bioactive flavone dimers from *Ouratea multiflora* (Ochnaceae). **Rev. bras. farmacogn.** [online], v.17, n.3, p.319-324, 2007. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-695X2007000300003&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-695X2007000300003&lng=pt&nrm=iso). Acesso em: 03 set. 2011.
9. CARVALHO, E.B.de. **Estudos da interacção entre proteínas e taninos: Influência da presença de Polissacarídeos** [online]. 2007. 193 f. Tese (Doutorado em Química) - Departamento de Química, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto. Disponível em: [http://www.fc.up.pt/fcup/contactos/teses/t\\_020380030.pdf](http://www.fc.up.pt/fcup/contactos/teses/t_020380030.pdf). Acesso em: 10 ago. 2011.
10. CHEEKE, P.R. Actual and potential applications of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria*: saponins in human and animal nutrition. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2002, Uberlândia. **Anais...** Campinas: CBNA, 2002. p.217-237.
11. CHEEKE, P.R. Biological effects of feed and forage saponins and their impact on animal production. In: **Saponins Used in Food and Agriculture**, pp. 377–386 . New York: Plenum Press, 1996 .



12. CHEEKE, P. R. Actual and potential applications of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* saponins in human and animal nutrition. In: American Society of Animal Science, **Proceedings...**Indianapolis: ASAS, p.1-10, 1999.
13. CHEYNIER, V. Polyphenols in foods are more complex than often thought. **The American Journal of Clinical Nutrition** [online], v.81, supl 1, p. 223S-229S, 2005. Disponível em: <http://www.biomedexperts.com/Abstract.bme/15640485/Abstract.bme>. Acesso em: 02 set.2011.
14. CLIFFORD, M. N.; SCALBERT, A. Ellagitannins – nature, occurrence and dietary burden. **Journal of the Science of Food and Agriculture** [online], v.80, p.1118–1125. 2000 Disponível em: [http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(20000515\)80:7%3C1118::AID-JSFA570%3E3.0.CO;2-9/abstract](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7%3C1118::AID-JSFA570%3E3.0.CO;2-9/abstract) . Acesso em: 10 ago. 2011.
15. COHEN, R.A.; KUCERA, L.S.; HERMANN, E.C. Antiviral activity of *Melissa officinalis* (Lemon Balm) extract. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**. v. 1117, p. 431-434, 1964.
16. CUNHA, A. P.; ROQUE, O. R. Esteróis e triterpenos: ácidos biliares, precursores da vitamina D e fitosteróides, cardiotônicos, hormonas esteróides, matérias-primas de núcleo esteróide usadas em sínteses parciais e saponósidos. In: CUNHA, A. P. **Farmacognosia e fitoquímica**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2005. p. 432-482.
17. DEMATTÊ FILHO, L.C. **Aditivos em dietas para frangos de corte criados em sistema alternativo**. 2004. 95 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
18. DINIZ, L.R. **Efeito das saponinas triterpênicas isoladas de raízes da *Ampelozizyphus amazonicus* Ducke sobre a função renal**. 2006.116 f.Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas – Fisiologia e Farmacologia) – Departamento de Fisiologia e Biofísica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
19. DONATINI, R.S.; ISHIKAWA,T.; BARROS, S.B. M.; BACCHI, E.M. Atividades antiúlcera e antioxidante do extrato de folhas de *Syzygium jambos* (L.) Alston (Myrtaceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia** [online], v. 19, n. 1a, 2009 . Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2009000100017>. Acesso em: 10 ago. 2011.
20. ELISABETSHY, E. Etnofarmacologia como ferramenta na busca de substâncias ativas. In: SIMÕES, C.M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3 ed. Porto Alegre:Ed. UFRGS/Ed. UFSC, 2001. cap.6, p.87-99.
21. FERREIRA,F.; VÁSQUEZ, A.; GÜNTNER, C.; MOYNA, P. Inhibition of the passive diffusion of cholic acid by *Ilex paraguariensis* St. Hil. Saponins. **Phytotherapy Research** [online], v.11, n.1, p.79-81, 1997. Disponível em:

- 1573(199702)11:1%3C79::AID-PTR34%3E3.0.CO;2-R/pdf Acesso em 2 set. 2011.
22. FRANCIS, G.; KEREM, Z.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. The biological action of saponins in animal systems: a review. **British Journal of Nutrition** [online], v.88, p. 587–605, 2002. Disponível em: [http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FBJN%2FBJN88\\_06%2FS0007114502002349a.pdf&code=731524a7844a5fdf5eecd461067b11c3](http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FBJN%2FBJN88_06%2FS0007114502002349a.pdf&code=731524a7844a5fdf5eecd461067b11c3) Acesso em 1 set. 2011.
  23. GARCIA R.G., MENDES A.A., SARTORI J.R., PAZ I.C.L.A., TAKAHASHI S.E., PELÍCIA K., KOMIYAMA C.M., QUINTEIRO R.R. Digestibility of Feeds Containing Sorghum, With and Without Tannin, for Broiler Chickens Submitted to Three Room Temperatures. **Brazilian Journal of Poultry Science** [online], v.6,n.1, p.55-60, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbca/v6n1/a07v06n1.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2011.
  24. GARCIA, R.G.; MENDES, A.A.; ANDRADE, C.; ALMEIDA PAZ, I.C.L.; SABRINA ENDO TAKAHASHI, PELÍCIA, K.; KOMIYAMA, C.M.; QUINTEIRO, R.R. Avaliação do desempenho e de parâmetros gastrintestinais de frangos de corte alimentados com dietas formuladas com sorgo alto tanino e baixo tanino. **Ciência e agrotecnologia** [online], v.29, n.6, p.1248-1257, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v29n6/v29n6a20.pdf> Acesso em: 03 set. 2011.
  25. GEE, J.M.; WAL, J.M.; MILLER, K.; ATKINSON, H.; GRIGORIADOU, F.; WIJNANDS, M.V.W.; PENNINKS, A.H.; WORTLEY, G.; JOHNSON, I.T. Effect of saponin on the transmucosal passage of b-lactoglobulin across the proximal small intestine of normal and b-lacoglobulin-sensitised rats. **Toxicology** [online], v.117, p. 219–228, 1997. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300483X96035743> Acesso em: 1 set. 2011.
  26. GOLLCHER, A.M.R. ; LIMA, J. A.F.; FIALHO, E.T., RODRIGUES, P.B.; LIMA, R.R. Nutritional value of high and low tannin high-moisture sorghum grain silage in horses. **Revista Brasileira de Zootecnia** [online], v.39, n.6, p.1246-1251, 2010. Disponível em: <http://www.sbz.org.br/revista/artigo/index.php?artigo=1007> Acesso em 1 set. 2011.
  27. HARVEY, M. I. Analysis of hydrolysable tannins. **Animal Feed Science and Technology** [online], v.91, n.1-2, p.3-20, 2001. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840101002279> Acesso em 3 set. 2011.
  28. HASLAM, E. **Plant Polyphenols, Vegetable Tannins Revisited**. Cambridge University Press, Cambridge, 1989.
  29. HAUPTLI, L.; LOVATTO, P.A. Alimentação de porcas gestantes e lactantes com dietas contendo saponinas. **Ciência Rural**, v.36, n.2, 2006.
  30. HEIL, M.; BAUMANN, B.; ANDARY, C.; LINSENMAIR, K. E; MCKEY, D. Extraction and quantification of “condensed tannins” as a measure of plant

- anti-herbivore defence? Revisiting an old problem. **Naturwissenschaften**, v.89, p. 519-524, 2002.
31. JOHNSON, I.T.; GEE, J.M.; PRICE, K.; CURL, C.; FENWICK, G.R. Influence of saponins on gut permeability and active nutrient transport *in vitro*. **Journal of Nutrition** [online], v. 116, n. 11, p. 2270–2277, 1986. Disponível em: <http://jn.nutrition.org/content/116/11/2270.full.pdf+html?sid=1281f990-6380-458d-967a-a8375540aee3> Acesso em: 05 set, 2011.
  32. KHANBABAEI, K.; van REE, T. Tannins: Classification and Definition. **Natural Product Reports**, Londres, v.18, n.6, p.641-649, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1039/B101061L>. Acesso em: 16 ago. 2011.
  33. LEKHA, P. K.; LONSANE, B. K. Production and application of Tannic Acyl Hydrolase: State of the art. **Advances in Applied Microbiology**, v. 44, 1997.
  34. LELIS, C. C. R.; GONÇALVES, A.de C. Teores de taninos da casca da madeira de cinco leguminosas arbóreas. **Floresta e Ambiente** [online], v.8, n.1, p.167-173, 2001, Disponível em: [http://www.floram.org/volumes/vol08-2001/Vol8\\_167A173.pdf](http://www.floram.org/volumes/vol08-2001/Vol8_167A173.pdf). Acesso em: 12 ago. 2011.
  35. LOGUERCIO, A.P.. Atividade antibacteriana de extrato hidro-alcoólico de folhas de jabolão (*Syzygium cumini* (L.) Skells). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.2, p 366-370, 2005.
  36. McDOUGALL, G.J.; GORDON, S.; BRENNAN, R.; STEWART, D. Anthocyanin–Flavanol Condensation Products from Black Currant (*Ribes nigrum* L.), **Journal of Agricultural and Food Chemistry** [online], v.53, n.20, p.7878-7885, 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1021/jf0512095>. Acesso em: 03 set. 2011.
  37. MELLO, J. C.P.; SANTOS, S. C. Taninos. In: SIMÕES, C.M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3 ed. Porto Alegre: Ed.UFRGS/Ed.UFSC, 2001. cap. 24, p.517-543.
  38. MITJAVILA, S.; LACOMBE, C.; CARRERA, G.; DERACHE, R. Tannic Acid and Oxidized Tannic Acid on the Functional State of Rat Intestinal Epithelium. **Journal of Nutrition** [online], v. 107, p. 2113-2121, 1977. Disponível em: <http://jn.nutrition.org/content/107/12/2113.full.pdf> Acesso em 3 set. 2011.
  39. MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, U. O.; ARAÚJO, E.L. Taninos: uma abordagem da química a ecologia. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.
  40. MUELLER-HARVEY, I. Unravelling the conundrum of tannins in animal nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture** [online], v.86, n.13, p.1097-1100, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/jsfa.2577>. Acesso em: 09 ago. 2011.
  41. NAKAMURA, Y.; TSUJI, S.; TONOGAI, Y. Method for analysis of tannic acid and its metabolites in biological samples: Application to tannic acid metabolism in the rat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**

- [online], v.51, n.1, p.331-339, 2003. Disponível em: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/jf020847%2B> Acesso em 2 set. 2011
42. NUNES, R. V.. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados à alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2001. p. 235-266.
  43. OBA, A.; SCHWARZ, K.K.; LEONEL, F.R.. Características da carcaça de frangos alternativos alimentados com dietas contendo extrato de *Quillaja saponaria* Molina. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, 2003. **Anais...** Campinas: FACTA, 2003. p.55.
  44. OLESZEK, W.; NOWACKA, J.; GEE, J.M., WORTLEY, G.; JOHNSON, I.T. Effects of some purified alfalfa (*Medicago sativa*) saponins on transmural potential difference in mammalian small intestine. **Journal of the Science of Food and Agriculture** [online], v. 65, p. 35–39, 1994.
  45. OLIVEIRA, K.; COSTA, C.; FAUSTINO, M.G.; GASQUE, V.S.; SANTOS, V.P.; LIMA, M.N.; NASCIMENTO FILHO, V.F.; ABDALLA, A.L. Valor nutritivo e estudo cinético do trato digestivo de dietas contendo grãos secos ou ensilados de sorgo de baixo e alto tanino para eqüinos. **Revista Brasileira de Zootecnia** [online], v.36, n.6, p.1809-1819, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36n6/a14v36n6.pdf>. Acesso em: 30 ago.2011.
  46. PACHECO, J.W.F. **Curtumes**. São Paulo : CETESB, 2005. 76 p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>.
  47. PEREIRA FILHO, J.M.; VIEIRA, E.L.; SILVA,A.M.A.; CEZAR,M.F.; AMORIM,F.U. Efeito do Tratamento com Hidróxido de Sódio sobre a Fração Fibrosa, Digestibilidade e Tanino do Feno de Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora*. Wild). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.70-76, 2003
  48. PINTO, L.G.Q; PEZZATO, L.E.; MIRANDA, E.C.; BARROS, M.M. Desempenho do Piauçu (*Leporinus macrocephalus*) arraçoado com dietas contendo diferentes teores de tanino. **Revista Brasileira de Zootecnia** [online], v.30, n.4, p. 1164-1171, 2001. Disponível em: <http://www.sbz.org.br/revista/artigo/index.php?artigo=2947> Acesso em: 03 set. 2011.
  49. PIZARRO, A. P. B.; FILHO, A. M. O.; PARENTE, J. P.; MELO, M. T. V.; SANTOS, C. E. ; LIMA, P. R. O aproveitamento do resíduo da indústria do sisal no controle de larvas de mosquitos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Rio de Janeiro, v.32, n.1, p. 23-29, 1999.
  50. PORTER, L. J., HEMINGWAY, R. W. Significance of the condensed tannins. In: Rowe JW. **Natural products of woody plants**. Berlin: Springer; 1989.
  51. REINOLD, M. R. Cerveja – como assegurar a uniformidade do produto final. **Engarrafador Moderno**, n.63, p.19, 1999.

52. SANTOS, J.P.F.; SAAD, F.M.O.B.; ROQUE, N.C.; AQUINO, A.A.; PIRES, C.P.; GERALDI, L.F. *Yucca schidigera* e zeólita em alimento para gatos adultos e seus efeitos na excreção de minerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.687-693, 2011.
53. SANTOS-BUELGA, C.; SCALBERT, A. Proanthocyanidins and tannin-like compounds – nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health. **Journal of the Science of Food and Agriculture** [online], v.80, n.7, sn, p.1097-0010, 2000. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(20000515\)80:7<1094::AID-JSFA569>3.0.CO;2-1](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000515)80:7<1094::AID-JSFA569>3.0.CO;2-1). Acesso em: 1 set. 2011.
54. SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistry** [online], v.30, p.3875 - 3883, 1991. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/003194229183426L> Acesso em 1 set. 2011.
55. SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G.; ATHAYDE, M.L. Saponinas. In: SIMÕES, C.M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C.P.; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3 ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS/Ed. UFSC, 2001. cap.27, p.597-619.
56. SCHWARZ, K.K., FRANCO, S.G., FEDALTO, L.M., BORGES, S.A., SILVA, A.V. E PEDROSO, A.C. (2002). Efeitos de antimicrobianos, probióticos, prebióticos e simbióticos sobre o desempenho e morfologia do jejuno de frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, suplemento 4, p. 35.
57. SIA, F.Y.; VEJAYAN, J.; JAMUNA, A.; AMBU, S. Efficacy of tannins from *Mimosa pudica* and tannic acid in neutralizing cobra (*Naja kaouthia*) venom. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Disease** [online], v.17, n.1, p.42-48, 2011.
58. SIEDENTOPP, U. El regaliz, una planta medicinal eficaz para la tos y las efeciones de estómago. **Revista Internacional de Acupuntura** [online], v.2, n.2, 2008. Disponível em: [http://www.dr-siedentopp.de/zeitschrift/Dietetica\\_elregaliz.pdf](http://www.dr-siedentopp.de/zeitschrift/Dietetica_elregaliz.pdf). Acesso em: 02 set. 2011.
59. SINGLETON, V.L. Tannins and the qualities of wines. *Plant Polyphenols: synthesis, properties, significance*. v.59, p. 859-880, 1992.
60. SUN, H.X.; XIEA, Y.; YE, Y.P. Advances in saponin-based adjuvants. **Vaccine** [online], v.27, p.1787–1796, 2009.
61. VILLALBA, J. J.; PROVENZA, F. D.; HALL, J. O.; LISONBEE, L. D. Selection of tannins by sheep in response to gastrointestinal nematode infection. **Journal of Animal Science** [online], v.88, p.2189-2198, 2010. Disponível em: <http://jas.fass.org/content/88/6/2189>. Acesso em: 10 ago. 2011.
62. WARREHAM, C.N.; WISEMAN, J.; COLE, D.J.A. Processing and antinutritive factors in feedstuffs. In: COLE, D.J.A.; VARLEY, M.A. *Principles of pig sciences*. Nottingham, 1994. 427p.
63. WINA, E.; MUETZEL, S.; BECKER, K. The Impact of Saponins or Saponin-Containing Plant Materials on Ruminant Production - A Review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** [online], v.53, n.21, p.8093–8105, 2005.