

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**EDILANE PEREIRA DE FRANÇA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**  
Extratos de plantas como manipuladores da fermentação ruminal

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, apresentado como exigência parcial a obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.  
Orientador: Prof. Dr. Victor Rezende M. Couto

**GOIÂNIA  
2014**

EDILANE PEREIRA DE FRANÇA

EXTRATOS VEGETAIS COMO MANIPULADORES DE  
FERMENTAÇÃO RUMINAL

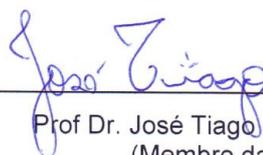
Trabalho de Conclusão do Curso de  
Gradação em Zootecnia da  
Universidade Federal de Goiás,  
apresentado como exigência parcial  
à obtenção do título de Bacharel em  
Zootecnia.

APROVADA: 30/ 06/ 2014

Nota: 8,57



Profª Drª Heloisa Helena de Carvalho Mello  
(Membro da banca)



Prof Dr. José Tiago das Neves Neto  
(Membro da banca)



Prof. Dr. Victor Rezende Moreira Couto  
(Orientador)

Aos meus pais Feliciano e Edivam que muito por mim fizeram.  
A minha irmã Ilana e meu cunhado Abimael.  
Ao meu namorado e companheiro Gláucio.  
Ao meu amado filho Luiz Gustavo meu motivo maior, minha inspiração,  
minha força.  
As todas as minhas amigas.  
A vocês com todo meu amor dedico.

## AGRADECIMENTOS

Aos que participaram comigo dessa que considero uma grande conquista, deixo aqui os meus agradecimentos.

Minha gratidão a Deus pela minha vida, e por através da minha fé ter me possibilitado realizar um grande sonho.

A minha guerreira mãe Feliciano Pereira por todo apoio, dedicação, carinho, conselhos, por sempre ter me ajudado com todo amor a cuidar do meu filho e por tantos favores prestados em nome do amor de mãe. Ao meu pai Edivan Teixeira pelo apoio financeiro e demais auxílios.

A minha amada irmã Ilana Teixeira que sempre fez de tudo para me ajudar, seja nos desrespeito ao pessoal ou a graduação, meu cunhado Abimael Santos, por juntamente com minha irmã ter me apoiado de todas as maneiras possíveis.

Agradeço com todo amor ao meu filho Luiz Gustavo por ser o meu motivo maior, pois é por ele principalmente, que tenho ainda mais vontade de vencer.

Aos meus professores que abraçaram o curso e que nos adotaram como verdadeiros filhos transmitindo-nos conhecimento, dando conselho, sermões e principalmente por nos darem total apoio para com as dificuldades.

As minhas amigas; Lidia, Barbara, Thaynara, Thuany, Hyara, Kamilla, Izabela, que compartilharam comigo de tudo, lágrimas, estresse, indecisão, desespero, alegrias, conhecimento e muitas outras situações que a graduação nos proporciona.

Ao professor Juliano José Resende pelo meu crescimento profissional e pessoal. Ao Lucas (Picachu) grande companheiro e dedicado funcionário do CEBC, e aos amigos e companheiros de estágio que sempre vou admirar, Thiago Fernandes (Inhumas), Thiago Molinar, Thiago Santos (Ceará), Marcelo Henrique (Camarguinho) e Alexandre Miszura (Cana).

Aos amigos da primeira turma de Zootecnia de Goiânia, Kaio, Lorena, Ana Paula, Susan, Lanucy e Thuanny.

Aos meus familiares que sempre foram grande exemplo pra mim.

Ao que chegou há tão pouco tempo em minha vida, mas já tem feito uma diferença muito grande, Glaucio Schmitt, com todo seu amor e carinho a mim dedicado.

Aos membros da banca por disponibilizar de seu tempo e por suas considerações que resultarão em acréscimos na minha vida profissional.

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Victor Rezende, pelas broncas, conselhos, críticas construtivas e sorrisos proporcionados durante a execução desse trabalho.

“A vida está cheia de desafios que, se aproveitados de forma criativa,  
transformamos em grandes oportunidades”.

Marxwell Malt

“Só sabemos com exatidão quando sabemos pouco; à medida que vamos  
adquirindo conhecimentos, instala-se a dúvida”.

Johan Goethe

## SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO .....	10
2 REVISÃO DA LITERATURA .....	12
3 ADITIVOS.....	16
3.1 Ionofóros e sua atuação.....	17
3.2 Restrição ao uso de antibióticos .....	18
4 EXTRATOS VEGETAIS .....	20
4.1 Metabolismo secundário das plantas .....	21
4.2 Uso de extratos de plantas .....	21
4.2.1 Compostos fenólicos.....	22
4.2.2 Taninos .....	23
4.2.3 Óleos essenciais .....	24
4.2.4 Alcaloides.....	25
4.2.5 Terpenoides .....	26
4.2.6 Saponinas .....	26
5 INFLUÊNCIA NA MICROBIOTA RUMINAL .....	28
6 INFLUÊNCIA NA DIGESTIBILIDADE .....	29
7 INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA CURTA .....	30
8 INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE METANO .....	31
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	33
10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura básica dos Compostos Fenólicos	20
Figura 2 – Estrutura básica dos Taninos	22
Figura 3 – Estrutura básica de Alcaloides	23
Figura 4 – Estrutura básica das Saponinas	25

## LISTA DE ABREVIATURAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne	9
AGCC - Ácido Graxo de Cadeia Curta	13
CEE - Comunidade Econômica Europeia	14
CH <sub>4</sub> – Metano	12
CO <sub>2</sub> - Dióxido de Carbono	16
Da – Daltons	16
H <sub>2</sub> – Hidrogênio	12
LCC - Líquido da Casca da Castanha de Cajú	18
N – Nitrogênio	14
NAD <sup>+</sup> - Nicotinamida Adenina dinucleotídeo	13
NADP <sup>+</sup> - Fosfato de dinucleótido de nicotinamida adenina	13
NH <sub>3</sub> – Amônia	12
N-NH <sub>3</sub> - Nitrogênio amoniacal	15
NO <sub>2</sub> - Oxido Nítrico	12
NRC – National Research Council	15
pH - Potencial Hidrogeniônico	11
USDA - Departamento de Agricultura dos Estados Unidos	9
UV - Raios Ultra Violeta	10

## 1- INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial requer maior produção de alimento e segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2014) é um importante determinante da demanda por produtos agrícolas.

Com o aumento da renda média principalmente em países desenvolvidos e aumento da população, é esperado maior consumo de alimentos ricos em proteína, propiciando maior demanda por carne. A estimativa do crescimento do comércio mundial de carne segundo a USDA é de 22% até 2023.

A bovinocultura brasileira, com o intuito de atender o mercado nacional e internacional tem investido em biotecnologias e intensificação da produção, possibilitando ao Brasil se consolidar como principal exportador mundial de carne bovina, e a permanência da pecuária em destaque no agronegócio brasileiro.

A criação de bovinos no pasto é predominante e no que tange a criação intensiva, a alimentação está entre os maiores custos para manter a bovinocultura. Dietas com elevada inclusão de concentrado, podem representar de 60 a 70% do custo total da atividade.

Segundo Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC, 2011) o rebanho brasileiro é constituído de aproximadamente 209 milhões de cabeças. E segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2010) a atividade pecuária está presente em todos os estados brasileiros.

O mercado de carnes caracteriza-se por definir novos padrões de produção, devido rigoroso controle sanitário.

Decisões como a proibição do uso de antibióticos durante todo o processo de produção da carne bovina, principalmente por parte da Europa, tem desafiado a bovinocultura a buscar alternativas que não permitam ocorrência de perdas zootécnicas.

Entre os substitutos que podem amenizar as prováveis perdas econômicas e produtivas do setor pecuário, estão os ácidos orgânicos, enzimas, plantas ou seus extratos, prebióticos e probióticos.

Em virtude de sua maior aceitação uma vez que fazem parte do ambiente da alimentação natural dos animais ruminantes, compostos naturais como extratos de

plantas, têm sido bastante pesquisados como aditivos alternativos ao uso de antibióticos.

Alcaloides, Terpenoides, Taninos e Saponinas são compostos decorrentes do metabolismo secundário das plantas, cuja função principal consiste em defender a planta contra vírus, bactérias, fungos, raios UV e animais predadores. A atuação desses compostos na nutrição de ruminantes assemelha a dos antibióticos, possibilitando a manipulação da fermentação ruminal, selecionando e inibindo alguns grupos de microrganismos da microbiota do rúmen.

Devido às limitações impostas pelos consumidores quanto ao uso de antibióticos na produção de carne bovina, objetiva-se com essa revisão, avaliar a utilização de extratos de vegetais na manipulação da fermentação ruminal.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Características dos ruminantes

Os ruminantes apresentam fisiologia do trato digestivo diferente dos monogástricos, pois seu estômago é dividido em quatro compartimentos, rúmen, retículo, omaso e abomaso, sendo o abomaso considerado o estômago verdadeiro, e os outros três conhecidos como pré-estômagos e apresentam características próprias para realização dos processos fermentativos (FURLAN et al. 2011).

Ruminantes e monogástricos não são capazes de produzir as enzimas necessárias para o processo de digestão de carboidratos fibrosos, porém permitem o crescimento de microrganismos (bactérias, protozoários e fungos), que realizam essa função e são essenciais para o processo de fermentação e digestão dos alimentos (FURLAN et al. 2011).

A população de bactérias é a mais diversificada no rúmen, tanto em número de espécies quanto em capacidade metabólica. Desempenham função fundamental na digestão dos alimentos ingeridos pelo animal. Produzem ácidos graxos de cadeia curta, principal fonte de energia para os ruminantes, através da fermentação ruminal dos carboidratos. São agrupadas em função de sua estratégia nutricional ou característica fermentativa:

- Fermentadoras de carboidratos fibrosos: *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavefaciens* e *Fibrobacter succinogenes*;
- Fermentadoras de carboidratos não-fibrosos: *Streptococcus bovis*, *Ruminobacter amylophilus*, *Lactobacillus sp.* e *Prevotella sp.*;
- Proteolíticas (amilolíticas): *Pertostreptococci sp.* e *Clostridium sp.*;
- Lácticas: *Megasphaera elsdenii* e *Selenomonas ruminatum*.
- Pectinolíticas: *Succinivibrio dextrinosolvens*;
- Lipolíticas: *Anaerovibrio lipolytica*;
- Ureolíticas: *Enterococcus faecium*;
- Metanogênicas: *Methanobacterium sp.* e *Methanobrevibacter sp.*

Os protozoários atuam no rúmen, através do engolfamento do amido cuja degradação ocorre de maneira mais lenta que em bactérias, contribuindo para evitar queda brusca do pH quando os animais são alimentados com dietas ricas em

concentrado. Quanto à degradação de proteínas pelos protozoários, a maior parte do que foi digerido, é excretado de volta para o fluido ruminal na forma de amônia, aminoácidos ou peptídios. Os protozoários também são ativos fermentadores de lactato, o que pode diminuir a queda brusca do pH ruminal quando a dieta é rica em amido.

A função dos fungos no processo fermentativo está associada com a degradação da fibra no rúmen. Fungos como *Piromonas* degradam os carboidratos fibrosos e são mais ofensivos aos tecidos vasculares lignificados e ainda segundo Akin e Rigsby (1987) participam ativamente no rompimento físico da fibra durante o processo de degradação da forragem (THEODOROU, 1996).

Na fermentação ruminal os componentes dietéticos são convertidos a, ácidos graxos de cadeia curta, vitaminas do complexo B e vitamina K, proteína microbiana, amônia ( $\text{NH}_3$ ), nitrito ( $\text{NO}_2$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ) etc (OWENS e GOETSCH, 1993). Logo após os processos fermentativos, os nutrientes que não foram degradados no rúmen seguem para o abomaso e intestino delgado. Nesse seguimento, são submetidos à digestão similar a que ocorre nos animais não ruminantes.

Com o avanço da pecuária a produção de animais mais precoces tem aumentado significativamente. Para alcançar essa produção precoce, mudanças nas dietas são necessárias, principalmente a utilização de dietas com alta inclusão de concentrado.

A alta inclusão de concentrado altera a fisiologia do estômago, porque alteram a população dos microrganismos e conseqüentemente a digestão dos ruminantes. Necessitando então, através da manipulação da fermentação ruminal, tentar melhorar as condições dentro do rúmen.

Através da manipulação da fermentação ruminal, é esperado; aumento na produção de propionato e redução na produção de metano, resultando no aumento da eficiência do metabolismo energético dos microrganismos do rúmen através da redução de bactérias fibrolíticas que liberam  $\text{H}_2$ .

Espera-se também, redução da degradação da proteína e deaminação de aminoácidos, resultando na melhora do metabolismo do nitrogênio no rúmen através da redução da população de bactérias proteolíticas; redução na produção de ácido láctico.

A produção de metano representa perda de energia, pois o excesso de hidrogênio pode ser eliminado, principalmente na forma desse gás e a estimativa de perda energética corresponde de 2 a 12% da energia bruta consumida pelos ruminantes (RUSSELL, 2002). Outra preocupação com relação à produção de metano está no fato de os ruminantes através do processo de eructação, expelirem esse gás para o meio ambiente.

Organismos metanogênicos são importantes, pois ao utilizarem  $H_2$  presente no meio, são fundamentais para regeneração dos cofatores, como  $NAD^+$  e  $NADP^+$ , tornam-se então fundamentais para manutenção de todo conjunto de processos fermentativos no rúmen (ARCURI et al. 2011).

Alterações da dieta ou dos níveis de ingestão de alimentos afetam a quantidade de metano produzido no rúmen, e os fatores envolvidos incluem ingestão e tipos de processamento do alimento, tipo e quantidade de carboidrato na dieta, adição de lipídios e manipulação da microbiota ruminal (JOHNSON e JOHNSON, 1995).

A deaminação dos aminoácidos da proteína causa acúmulo de amônia no rúmen, a absorção desta amônia e aumento da excreção de ureia pela urina, acarreta perda energética além de diminuir a eficiência de utilização do nitrogênio (N) alimentar.

Outro fator muito importante ao manipular a fermentação ruminal é o aumento da produção de propionato, sendo ele o único ácido graxo de cadeia curta (AGCC), usado para a gliconeogênese no fígado.

Almeja-se também na fermentação ruminal à redução da produção de ácido láctico, o lactato é um ácido mais forte que os demais ácidos os AGCC, tendo grande capacidade de acidificar o rúmen. Geralmente, promove imediata queda do pH, contribuindo para o surgimento de sintomas de acidose.

### 2.3 Composições da dieta e as mudanças no ambiente ruminal

A composição da dieta da dieta geralmente determina a distribuição da população que utiliza os nutrientes dos alimentos do rúmen (VALADARES FILHO e PINA, 2011).

De acordo com Bergman et al. (1990), os produtos finais da fermentação, são parcialmente determinados pela natureza da dieta, que pode mudar a atividade

metabólica dos microrganismos, promovendo novos ou diferentes substratos que influenciam a quantidade e a natureza desses produtos.

Na alimentação a base de forragem, o pH tende a permanecer próximo da neutralidade, ocorrência ocasionada pelo estímulo que a fibra exerce sobre o processo da ruminação, estimulando a produção de saliva, essa por sua vez, age como substância tamponante do fluido ruminal.

Quando são fornecidas dietas contendo grande quantidade de grãos, a elevada taxa de fermentação pode diminuir o pH no rúmen drasticamente, favorecendo o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido láctico, havendo assim um acúmulo de lactato no fluido ruminal. As principais bactérias produtoras de lactato são os *Lactobacillus spp.* e o *Streptococcus bovis*, e crescem rapidamente quando a dieta é rica em amido

Com o fornecimento de uma dieta rica em concentrado, ocorre maior produção de propionato no rúmen, sendo esse ácido precursor de glicose. As mudanças mais drásticas que ocorrem na população e fermentação ruminal são oriundas de alterações dietéticas que resultam no fornecimento de uma grande quantidade de carboidratos prontamente fermentáveis.

A inclusão de altas proporções de carboidratos não fibrosos, que possuem alta taxa de fermentação, resultam em queda do pH e redução na digestibilidade da fibra.

Existem substâncias que quando adicionadas ao alimento são capazes de manipular a microbiota ruminal e por consequência os produtos finais da fermentação também são alterados. Substâncias essas denominadas de aditivos: antibióticos que se caracterizam por deprimem ou inibem seletivamente o crescimento de microrganismos do rúmen.

Das mudanças esperadas que possam ocorrer na população microbiana do rúmen, induzidos pelo uso de aditivos estão: seleção de bactérias Gram-negativas (*Bacteroides*, *Prevotella*, *Megasphaera*, *Selenomonas*, *Succinomonas*, *Succinivibrio* e *Veillonella*), produtoras de ácido propiônico e inibição das Gram-positivas (*Eubacterium*, *Lactobacillus* e *Streptococcus*) maiores produtoras de ácido acético, butírico e láctico, H<sub>2</sub> e metano.

### 3 ADITIVOS

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (ANVISA, 1998), Aditivo consiste em toda substância intencionalmente adicionada ao alimento, cuja finalidade está em conservar, intensificar ou modificar as suas propriedades, desde que o valor nutritivo do alimento não seja prejudicado.

Os aditivos podem ser classificados segundo a Comunidade Econômica Europeia (CEE) em:

- Tecnológicos: conservantes, antioxidantes, emulsificantes, estabilizantes, espessantes, gelificantes, anti-aglomerantes, reguladores de acidez;
- Nutricionais: vitaminas, aminoácidos, fontes energéticas purificadas;
- Sensórios: corantes, aromatizantes, palatilizantes;
- Zootécnicos: enzimas, ácidos orgânicos, – microrganismos, oligossacarídeos, botânicos, ervas, especiarias, extratos de vegetais, e óleos essenciais e;
- Anticoccidianos; coccidiostáticos.

Os aditivos mais utilizados na manipulação da fermentação ruminal são os ionóforos. A ação dos ionóforos ocorre por meio da seleção ou inibição do crescimento dos microrganismos no rúmen que acarretam mudanças na população microbiana.

Aditivos são usados para melhorar a eficiência da utilização dos alimentos, estimular o crescimento ou beneficiar, de alguma forma, a saúde e o metabolismo dos animais.

Avaliando o efeito da flavomicina e da monensina sobre a fermentação e digestão ruminal, Mogentale (2005), observou que a monensina diminuiu a proporção de acetato e aumentou a de ácido propiônico, 27,2% em relação ao grupo controle (sem uso de antibióticos), além de aumentar a degradabilidade efetiva ruminal do amido da dieta, em relação à flavomicina. Observou-se também que a flavomicina diminuiu a taxa de degradação da proteína bruta do farelo de soja, em relação ao tratamento controle e monesina. A concentração total dos AGCC, pH, concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e consumo de matéria seca, não foram alterados pelo uso de antibiótico.

### 3.1 Ionóforos

Ionóforos, Segundo NRC (1996) são antibióticos utilizados como aditivos alimentares para melhorar a eficiência de utilização de alimentos consumidos pelos animais. Seu uso proporciona aos animais, aumento da produção de propionato, redução na produção de metano, na deaminação de aminoácidos e níveis de ácido láctico no rúmen. Monensina sódica e lasalocida sódica são os ionóforos mais utilizados.

### 3.2 Atuação dos Ionóforos

Através da sua capacidade de seleção, os ionóforos provocam redução na população de bactérias Gram-positivas proporcionando aumento da população Gram-negativa. Com essa ação, altera-se as proporções finais de AGCC, dentre elas o aumento na proporção de propionato e redução na proporção de acetato e butirato. Em termos energéticos, se trata de uma alteração benéfica, pois maior produção de propionato reduz as perdas de metano associadas à produção de acetato e butirato, processo esse que torna a ação dos ionóforos mais eficiente.

Nagaraja et al. (1997), relataram que os ionóforos são altamente efetivos contra bactérias Gram-positivas, mas existe pouca ou nenhuma atividade sobre bactérias gram-negativas, pois a membranas externa dessas bactérias contém porinas (canais de proteínas) com tamanho limite de, aproximadamente 600 dáltons (Da), sendo a maioria dos ionóforos maiores que 600 Da, não passam através das porinas.

Avaliando a fermentação *in vitro* de bactérias ruminais de bovinos recebendo dietas ricas em volumoso ou concentrado com adição de monensina, Lana e Russel (2001), observaram que as bactérias obtidas de animais que receberam dietas ricas em concentrado produziram metade do metano e metade da relação acetato:propionato que as bactérias de animais alimentados com forragem. Porém, a quantidade de Monensina para reduzir a produção de metano e a relação acetato:propionato foi maior quando fornecida dietas ricas em concentrado.

Acidose, cetose e timpanismo são doenças causadas por distúrbios na fermentação ruminal. No entanto, segundo McGuffey et al. (2001), esses sintomas são atenuados quando ionóforos são fornecidos aos animais, pois eles influenciam

no consumo de alimentos, na microbiana ruminal e conseqüentemente, nos produtos finais da fermentação.

Para Reis et al. (2006), devido à ação sobre as bactérias produtoras de lactato os ionóforos têm sido utilizados para reduzir problemas de acidose. Alguns estudos tem demonstrado que os ionóforos também tem demonstrado ótima atuação quanto à redução do timpanismo, enfermidade não infecciosa, caracterizada pela excessiva produção de gás, principalmente CO<sub>2</sub>, devido à intensa fermentação ruminal.

### 3.2 Restrição ao uso de antibióticos

A repercussão de algumas crises, doenças e acidentes que ocorreram na produção de alimentos nos últimos anos (Encefalopatia Espongiforme Bovina, dioxina, peste suína clássica, febre aftosa, contaminação por salmonella, influenza aviária, entre outros), indagações relativas à segurança alimentar se consolidaram, conseqüentemente, muitas exigências se desenvolveram por parte do mercado consumidor.

Atualmente os critérios mais relevantes na aceitabilidade dos produtos alimentícios por parte dos consumidores mais conscientes vão além da qualidade do alimento, tornando a inocuidade dos alimentos um tópico relevante na escolha do mesmo.

Os sistemas de produção são constantemente monitorados para atender aos consumidores que tem como principais questionamentos: presença de resíduos de aditivos e contaminantes na carne, leite e ovos, que possam vir a apresentar riscos à saúde da população; produção que atenda as leis de proteção ambiental; respeito ao bem estar animal e atendimento das normas que envolvam o direito moral e trabalhista dos agentes ingressados no sistema de produção.

Hipóteses ainda não comprovadas cientificamente foram levantadas sobre a possível resistência bacteriana ao uso de antibióticos. Essa resistência pode ser associada à mudança no mecanismo de ação dos ionóforos sobre as bactérias que estão relacionadas à bomba iônica, que regula o balanço químico entre o meio interno e externo da célula.

Em condições normais, as bactérias mantém a concentração de K<sup>+</sup> no interior da célula muito mais alta que no meio externo e expõem prótons e Na<sup>+</sup>. Esse

mecanismo é importante tanto para síntese microbiana quanto para tamponar o pH intracelular por meio da troca de  $K^+/H^+$ . Quando se ligam aos microrganismos ruminais, os ionóforos facilitam os movimentos dos cátions através da membrana celular (MORAIS et al. 2011).

O ionóforo se liga a uma substância polar e atua como agente transportador de íons  $H^+$  e de cátions, principalmente  $K^+$  e  $Na^+$ , o que leva ao acúmulo de  $H^+$  no interior da célula bacteriana. O acúmulo de  $H^+$  no citoplasma promove o gasto de energia para a retirada do excedente de  $H^+$  interno, podendo ocasionar a morte da célula (VITALIANO [c.a 2008]).

O uso de antibióticos na produção animal é considerado arriscado para saúde humana já que existe a possibilidade de o excedente desses aditivos serem encontrados nos tecidos dos animais podendo ser prejudicial à saúde quando ingeridos pelos seres humanos.

Essa condição, fez com que a Europa, proibisse o uso de antibióticos como promotores de crescimento na produção animal a partir de 2006. Segundo Reis et al. (2006), a proibição do uso de antibióticos na alimentação animal tem sido recomendado por uma questão de precaução. Essa nova legislação inclui também barreiras à importação de produtos de origem animal provenientes de países que utilizam essas substâncias.

A proibição do uso de antibióticos pode aumentar o custo da produção animal, já que esses aditivos auxiliam no aumento da eficiência de produção.

Tendo em vista tais considerações e o aumento da preocupação dos consumidores com segurança dos alimentos, diversas pesquisas tem se direcionado a buscar alternativas que visam evitar o uso de antibióticos na produção animal.

Dentre as alternativas que estão sendo pesquisadas e visando o aumento da produtividade animal está o uso de produtos naturais como leveduras, plantas e/ou seus extratos, ácidos orgânicos e ácidos graxos que também são aditivos, porém estão presentes de forma natural na alimentação animal.

Díaz (2013), utilizando uma dieta com níveis crescente de concentrado, avaliou os efeitos do líquido da casca da castanha de caju (LCC), verificou que a inclusão de 0,5 g LCC/kg MS desse líquido quando a dieta apresenta alta inclusão de concentrado, melhora a digestibilidade da matéria seca (*in vitro*), favorece o

aproveitamento dos nutrientes da dieta reduz a produção de amônia além de evitar a queda brusca do pH ruminal.

Paula et al. (2012) e Díaz (2013) concluíram que a adição de líquido da casca de castanha de caju quando a dieta é rica em concentrado, apresenta-se como uma alternativa para redução da produção de amônia ruminal e aumento das concentrações de propionato no rúmen.

#### **4 EXTRATOS VEGETAIS**

As plantas são capazes de produzir diferentes substâncias tóxicas em grandes quantidades, aparentemente para sua defesa contra vírus, bactérias, fungos, raios Ultra Violeta (UV) e animais predadores.

A defesa química é uma das formas de proteção das plantas contra os herbívoros, que consiste na elaboração e acumulação de substâncias orgânicas que, uma vez ingeridas, inibem o consumo, substâncias essas que podem apresentar desde um sabor amargo, odor desagradável até efeitos antinutricionais (HARBORNE, 1999).

Nas partes externas dos vegetais, como folhas, cascas e pele, estão presentes as maiores concentrações de polifenóis, compostos estes que são sintetizados pelas plantas durante o mecanismo de defesa. Muitos desses compostos apresentam propriedades biológicas como agentes antioxidantes, antimicrobiana, anti-alergênicas, antiinflamatórias (MOON e SHIBAMOTO, 2009).

O carvacrol é um importante composto, sendo encontrado nas folhas e flores secas do orégano. O modo de ação do carvacrol pode ser atribuída principalmente à capacidade de tornar a membrana das bactérias permeáveis, sobretudo às bactérias gram-positivas (LAMBERT et al. 2001), reagindo com os lipídeos da membrana e os radicais hidroxilas convertendo-os em produtos instáveis (YANISHLIEVA et al. 2001).

Na produção de ruminantes, o carvacrol pode aumentar a proporção de propionato, (Chaves et al. 2011; Chaves et al. 2008) o que poderá refletir em maiores ganhos de peso ao animal.

#### 4.1 Metabolismo secundário das plantas

Metabolismo secundário de plantas é entendido como o conjunto de processos metabólicos que originam compostos que não possuem uma distribuição universal nos vegetais, por não serem necessários a todas as plantas. Segundo Montanari (2002), o metabolismo secundário não é essencial para o desenvolvimento do vegetal, mas é importante para sua sobrevivência, já que ajuda o vegetal nas interações com ambiente.

Apesar de não exercerem função aparente para o próprio metabolismo vegetal, os animais consomem menos ou rejeitam os vegetais produtores de compostos secundários, maximizando o sucesso reprodutivo dessas plantas (PERES, 2004).

#### 4.2 Uso de extratos de plantas

De acordo com Rizzo et al. (2010), os extratos vegetais vêm sendo estudados devido seu efeito antimicrobiano, antioxidante e digestivo, tendo lugar de destaque como substituto aos antibióticos melhoradores de desempenho.

Tem-se que os principais grupos de substâncias ativas de plantas existentes são: alcaloides, glucosídeos, compostos fenólicos, saponinas, mucilagens, flavonoides, taninos, óleos essenciais, etc (MARTINS et al. 2000).

Peres (2004) descreveu que existem três grandes grupos de metabólitos secundários: terpenos, compostos fenólicos e alcalóides.

O ácido anacárdico é um componente do óleo de caju com ação antioxidante (Kubo et al. 2006) e antimicrobiana (HIMEJIMA e KUBO, 1991). Segundo Lima et al. (2000), os ácidos anacárdicos apresentam atividade antimicrobiana sobre os microrganismos *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* e *Candida utilis*.

A ação do ácido anacárdico foi observada por Kubo et al. (2003), segundo esse autores, a ação do ácido anacárdico é principalmente bactericida, atuando contra o *Staphylococcus aureus*. De acordo com Nagabhushana et al. (1995), os ácidos anacárdico e o cardol são compostos fenólicos e funcionam como ionóforo. O cardanol tem atividade tanto antiinflamatória, como antioxidante (AMORATI et al. 2001; TREVISAN et al., 2006).

#### 4.2.1 Compostos fenólicos

As substâncias fenólicas são de ocorrência muito generalizada nos tecidos vegetais, substâncias amplamente distribuídas na natureza, são produtos do metabolismo secundário, normalmente derivado de reações de defesa das plantas contra agressões do ambiente. Sabor, odor e coloração de diversos vegetais são gerados por compostos fenólicos.

Esta classe tem por característica estrutural a presença de um grupamento hidroxila (-OH) ligada a um anel aromático, que é um ciclo de seis átomos de carbono contendo três duplas ligações alternadas (Figura 1).

Muitas leguminosas tropicais possuem potencial para alimentação, sendo importante fonte de forrageira e podem apresentar em sua composição compostos fenólicos, tais como taninos (BARBOSA, 2007).

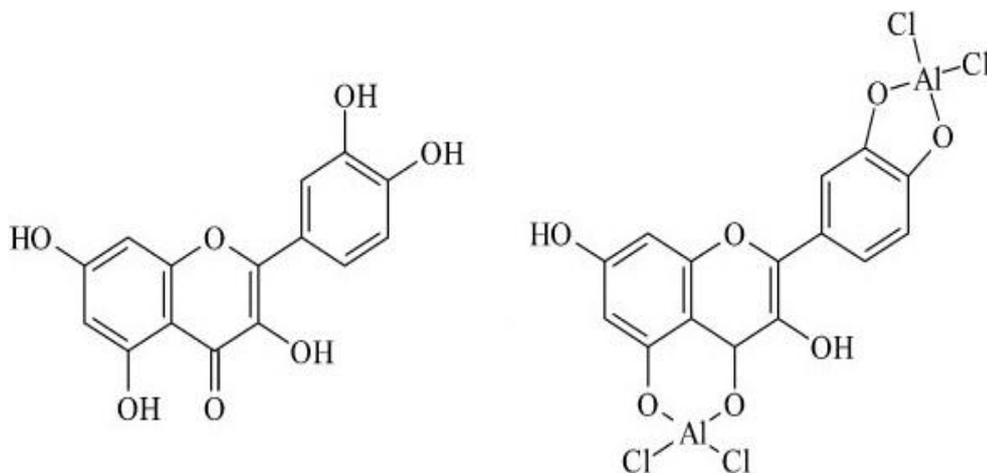


Figura 1 - Estrutura básica dos Compostos Fenólicos.  
Fonte: A química na natureza.

Flavonóides, que também podem ser encontrados em leguminosas, agem como agentes antimicrobianos e como sinalizadores químicos na fixação simbiótica de nitrogênio (MORO et al. 2009).

Compostos secundários de plantas como Saponinas e taninos, presentes em algumas plantas tropicais podem atuar no processo de modificação da fermentação ruminal. Quando fornecidos em altos níveis, esses compostos podem ter efeitos adversos na população microbiana ruminal e na saúde animal, enquanto em baixos níveis apresentam potencial para melhorar a fermentação ruminal (ARGÔLO, 2010).

McSweeney et al. (2001) observaram que compostos fenólicos glicosilados como os flavanóides são metabolizados no rúmen através de hidrólise ácida ou enzimática do glicosídeo e posterior quebra do anel aromático. Os produtos da degradação dos flavanóides incluem acetato, butirato, di e monohidroxifenólicos e floroglucinol.

#### 4.2.2 Taninos

Taninos são definidos como compostos fenólicos contendo suficientes hidroxilas e outros grupos solúveis para formar efetivamente complexos com proteína e outras macromoléculas. São polímeros fenólicos presentes nas plantas, divididos principalmente em taninos hidrolisáveis e taninos condensados (Figura 2).

Os taninos constituem um meio de defesa da planta contra bactérias, fungos, vírus, raios UV e ingestão por herbívoros. O conteúdo de tanino nas plantas pode variar de acordo com as condições do solo, local, clima, solo, espécie e idade da planta.

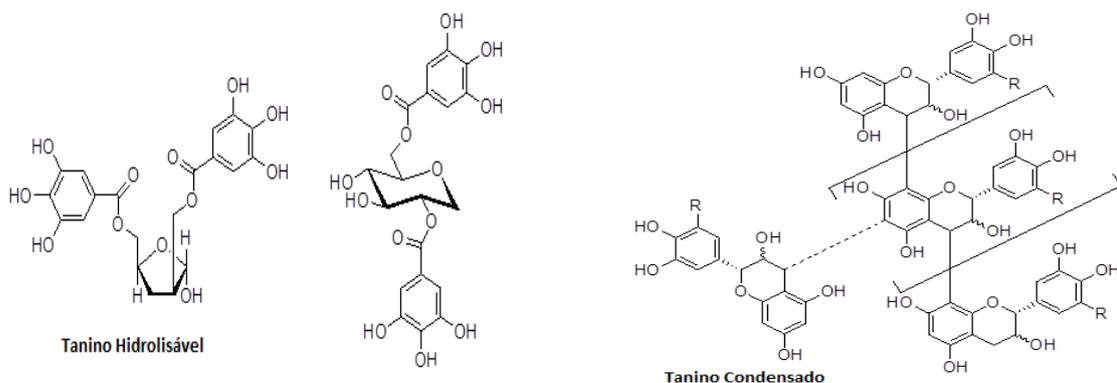


Figura 2 - Estrutura básica dos Taninos.  
Fonte: Acta Veterinaria Brasilica (2010)

São diferentemente distribuídos na natureza, seguem diferentes padrões, (conforme classificação: condensados ou hidrossolúveis). Os condensados segundo Santos e Melo, (2003), ocorrem amplamente em angiospermas e gimnospermas; enquanto que os taninos hidrossolúveis estão quase retidos às angiospermas dicotiledôneas.

A complexação de proteínas muco-salivares com taninos é responsável pelo seu sabor adstringente, esse sabor é considerado um limitador de consumo já que o

alimento fica menos palatável, porém, essa forma complexa que constituem o meio de defesa da planta.

Esses compostos tem como efeito direto a intervenção no consumo voluntário dos animais, inibição da fermentação no rúmen pela formação de complexos com as proteínas e fibras, dificultando a digestão uma vez que essa formação complexa torna a fibra mais resistente.

Waghorn e Shelton, (1997) descrevem que o maior desempenho animal, observado quando a dieta contém baixos níveis de taninos, tem sido atribuído à proteção da proteína do alimento da degradação no rúmen e à maior eficiência de síntese microbiana, levando a um aumento no fluxo de aminoácidos para o sangue.

O efeito indireto ocorre pela ligação com enzimas digestivas, através da inibição catalítica dessas enzimas.

Woodward et al. (2001) relatam que a ação dos taninos condensados na metanogênese pode ser atribuída a um efeito indireto, pela redução na produção de hidrogênio, como consequência de redução na digestibilidade de fibra e por um efeito inibitório direto na população metanogênica.

O tanino pode beneficiar os ruminantes, tanto pela prevenção do timpanismo e controle sobre endoparasitas, como pela melhoria no aproveitamento das proteínas (OTERO & HIDALGO, 2004).

Para Kumar e Singh (1984), os taninos apresentam efeitos benéficos e adversos, dependendo da sua concentração e natureza e da espécie vegetal, estado fisiológico do animal e composição da dieta.

#### 4.2.3 Óleos essenciais

São metabólitos secundários de algumas plantas, responsáveis pelo odor e pela cor das plantas. Timol presente no tomilho (*Thymus vulgaris*) e no orégano (*Origanum vulgare*), o limoneno extraído da polpa cítrica e o guaiacol extraído da resina do guáiacou ou do óleo do cravo-da-índia são exemplos de óleos essenciais.

Podem ser encontrados em diversas partes das plantas, como folhas, raízes, frutos, flores, pétalas e colmos. Canela, alecrim, gengibre, coentro, eucalipto e pimenta, além dos seus respectivos compostos possuem potencial para serem usados como manipuladores da fermentação ruminal (BENCHAAR et al. 2007).

Os óleos essenciais caracterizam-se por reduzir a taxa de deaminação de aminoácidos, a taxa de produção de amônia e o número de bactérias hiperprodutoras de amônia, com aumento no escape ruminal de N para o intestino.

Ando et al. (2003) realizaram pesquisa com novilhos fistulados, da raça Holandesa, usando uma combinação de óleos essenciais, puderam observar diminuição na concentração de amônia ruminal e diminuição no número de protozoários dos animais tratados.

#### 4.2.4 Alcaloides

Alcaloides segundo Peres (2004), são compostos orgânicos cíclicos que possuem pelo menos um átomo de nitrogênio no seu anel. A maioria os alcaloides possuem caráter alcalino, já que a presença do átomo de N representa um par de elétrons não compartilhados (Figura 3).

Para esse mesmo autor, essa classe de compostos é conhecida pela presença de substâncias que possuem acentuado efeito no sistema nervoso, sendo muitas delas largamente utilizadas como venenos ou alucinógenos.

Os alcaloides são classificados de acordo com sua origem biossintética. De modo geral são formados a partir de aminoácidos.

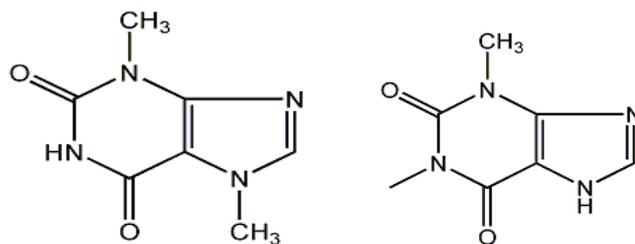


Figura 3 - Estrutura básica de Alcaloides.

Fonte: <http://www.farmaciacimp.xpg.com.br/alcaloides.pdf>

Os princípios ativos extraídos da *Macleaya cordata* são alcalóides de benzofenantridina (sanguinarina e quelaritrina) e protopina (protopina e alocriptopina). Os compostos sanguinarina e quelaritrina encontrados na planta *Macleaya cordata* são alcalóides que exibem efeitos antimicrobianos, anti-inflamatórios (Kosina et al. 2004).

De acordo com Dršata et al. (1996), estes compostos são conhecidos também por seus efeitos nutricionais, que aumentam a disponibilidade de aminoácidos,

efeitos estes comprovados pelo fato que seus princípios ativos bloqueiam a atividade de enzimas descarboxilases (descarboxilação de aminoácidos) presentes no lúmen intestinal, e conseqüentemente melhoram a retenção de proteína, resultando em melhor desempenho (Dršata et al., 1996).

#### 4.2.5 Terpenoides

Segundo Oliveira (2003), os terpenos estão envolvidos em diferentes funções nos vegetais, desde a composição de alguns óleos essenciais de plantas (monoterpenos), o que confere características como a atração de polinizadores; ação inseticida e antimicrobiana (sesquiterpenos), dentre outras.

Carotenos e as xantofilas são os terpenoides mais conhecidos. Desempenham importante papel tanto nas plantas quanto nos animais. Nas plantas, os carotenóides fazem parte das antenas de captação de luz nos fotossistemas, fundamental para fotossíntese.

Além de serem importantes compostos antioxidantes e dissipadores de radicais livres gerados pela fotossíntese. Os carotenoides não são sintetizados pelos vertebrados, porém esses compostos desempenham importantes papéis no metabolismo animal.

Os carotenoides agem nos ruminantes assim como nos outros animais de acordo com Yang e Tume,(1993), como precursores do retinol, isto é, vitamina A, através da clivagem, destacando-se também por sua influencia na reprodução.

Hurley e Doane (1989), a carência de retinol pode reduzir a eficiência reprodutiva em vacas leiteiras, especialmente através da diminuição da função ovariana e aumento da incidência de abortos. O retinol também esta envolvido em outras funções como crescimento e fertilidade do macho.

#### 4.2.6 Saponinas

Saponinas são compostos que apresentam alto peso molecular, onde açúcares como xilose e glicose, estão ligados de forma covalente a uma aglicona hidrofóbica triterpenóide ou esteroide (Figura 4).

No rúmen, saponinas atuam principalmente sobre fungos e protozoários, essa atuação consiste em formar complexos irreversíveis com o colesterol presente na membrana celular destes microrganismos.

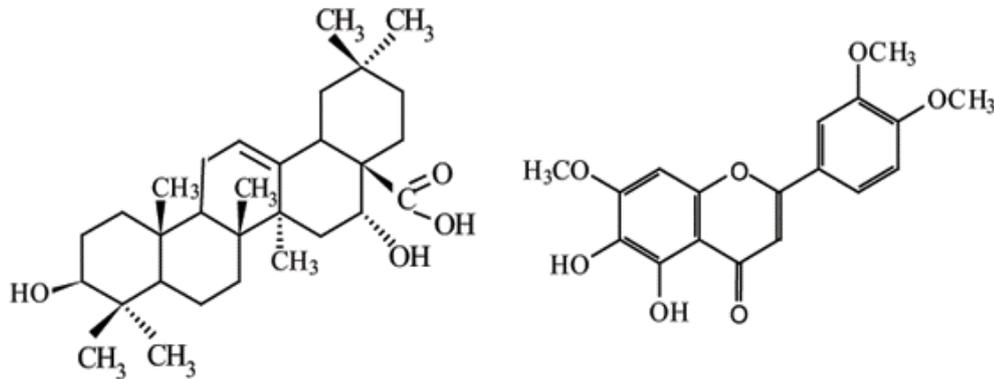


Figura 4 – Estrutura básica das Saponinas.  
Fonte: Borella 2006

A menor produção de amônia e o aumento no aporte de produção de proteína metabolizável são possíveis com a redução da população de protozoários, já que no rúmen, esses são predadores de bactérias e produtores de amônia.

No rúmen, os protozoários são responsáveis pela considerável ciclagem de N, pois grande parte do seu suprimento proteico advém da lise de células bacterianas, aumentando a amônia ruminal e diminuindo o fluxo de N microbiano para o duodeno (REIS et al. 2006).

O uso das saponinas leva secundariamente a redução na produção de amônia, aumento na utilização do N da dieta, aumento na eficiência de síntese de proteína microbiana, mudança no perfil de ácidos graxos de cadeia curta e redução na produção de metano.

Porém é importante ressaltar que quando se trata de uma dieta com alta inclusão de grãos, pode ocorrer redução na capacidade de absorção de nutrientes, pois os protozoários ingerem grande quantidade de amido, evitando que o pH caia rapidamente essa degradação é de forma mais lenta quando comparada a degradação efetuada pelas bactérias.

Os protozoários ciliados se caracterizam por ingerir bactérias como fonte de aminoácidos e ácidos nucleicos, sendo o engolfamento das bactérias pelos protozoários, facilitada quando a dieta é rica em grãos. Já nas dietas com maior teor

de fibra, há maior aderência das bactérias, o que dificulta o engolfamento por parte dos protozoários.

## 5 INFLUÊNCIA NA MICROBIOTA RUMINAL

Nas dietas para ruminantes, os aditivos têm sido usados com o intuito de melhorar a relação simbiótica entre os microrganismos presentes no rúmen e seu hospedeiro melhorando os processos fermentativos.

Ruminantes são adaptados a alimentar-se com forrageiras, a utilização de grãos na dieta cria um ambiente ruminal diferente o que o animal é adaptado. Pois, a presença de amido propicia o desenvolvimento de bactérias amilolíticas. Essas bactérias caracterizam-se pela fermentação de carboidratos não-fibrosos, a rápida fermentação do amido resulta em queda do pH, que pode afetar negativamente a digestão da fibra, e comprometer a saúde do animal.

As saponinas apresentam grande participação na inibição de protozoários ciliados do rúmen, com isso, pode ocasionar melhor síntese de proteína microbiana e aumentar o fluxo de proteína para o duodeno. Essa ação ocorre pelo fato da redução de predação de bactérias por parte dos protozoários. Isso pode contribuir para melhorar o consumo de MS, a eficiência do metabolismo energético e o desempenho animal, uma vez que as bactérias são, metabolicamente, mais ativas que os protozoários.

Argôlo (2010) testando extratos etanólicos obtidos de farelos de vagens de leguminosas tropicais, através da fermentação *in vitro*, constatou que, o extrato bruto etanólico da vagem da leguminosa *Samanea tubulosa* apresenta efeito bioativo com potencial para utilização como aditivo em dietas para ruminantes, uma vez que aumenta a produção de biomassa microbiana com menor produção de gases. Constatou ainda que a utilização dos extratos etanólicos dessas leguminosas tropicais podem alterar a população bacteriana e de archeas no rúmen de bovinos, contribuindo para redução da metanogênese.

Goel et al. (2008), avaliaram os efeitos de diferentes fontes de saponinas sobre cultura de fluido ruminal, observaram que a adição de saponina não afetou a produção de metano e AGCC porém, agiu sobre a microbiota ruminal diminuindo a quantidade de protozoários entre 10% a 39%. A população de fungos diminuiu entre

20% e 60% e, houve aumento da quantidade de bactérias das espécies *Fibrobacter succinogenes* e *Ruminococcus flavefaciens*.

Lia et al. (2003) observaram que a adição da saponina estimulou a fermentação, uma vez que a produção de ácidos graxos de cadeia curta aumentaram proporcionalmente ao aumento da adição de saponina (0g/l de saponina = 40,8mM de AGCC; 1,2g/l=42,4mM; 1,8g/l= 42,8mM; 2,4g/l = 43,7mM; 3,2g).

## 6 INFLÊNCIA NA DIGESTIBILIDADE

Van Soest (1994) descreveu que os microrganismos ruminais degradam carboidratos estruturais e não-estruturais e proteínas até AGCC (acetato, propionato e butirato) e amônia. Os metabólitos secundários das plantas influenciam na digestibilidade dos nutrientes dos alimentos, uma vez que conferem alterações na microbiota ruminal.

Os taninos favorecem a redução na produção de gases, o que é bastante considerável, uma vez que essa ação pode diminuir o timpanismo. Segundo Getachew et al. (1998), um decréscimo na taxa de digestão ruminal, acarretada pelos taninos, pode contribuir para uma melhor sincronização da liberação dos nutrientes e, conseqüente aumento na eficiência da síntese de proteína microbiana.

Para Makkar (2003), a síntese de proteína microbiana geralmente é elevada na presença de taninos. Conforme sua concentração peso molecular e estrutura, os taninos afetam a digestibilidade da proteína, pois formam complexos com proteínas da dieta.

Sousa (2001) justificou o efeito deletério do tanino sobre a digestibilidade da MS como sendo originado de; inibição das enzimas digestivas microbianas; inibição do crescimento microbiano; indisponibilização do substrato para a microbiota ruminal, através da formação de complexos substrato-tanino insolúveis.

Tiemann et al. (2008) observaram que a inclusão de leguminosas com elevados teores de tanino (*Callinadra calothyrsus* e *Fleminga macrophylla*) provocou redução na emissão de metano por carneiros em até 24%, mas esse efeito foi associado à redução na digestibilidade da matéria orgânica e da fibra.

Carneiros recebendo “Gamberin”, que consiste em um produto contendo 49% de tanino condensado (extrato solidificado das folhas de *Uncaria gambir*), apresentaram significativa diminuição na perda de energia como metano e queda de 75% no número de protozoários ciliados (SARVAN, 2000).

Quanto ao metabolismo do nitrogênio, Busquet et al. (2006) observaram que muitos óleos essenciais (extraídos da erva-doce, pimenta, gengibre, cravo-da-índia, alho e canela) e seus principais componentes (carvacrol, eugenol, carvona, cinamaldeído e anetol) inibiram significativamente a concentração de  $\text{NH}_3$  quando utilizados em altos níveis (3.000 mg/L). Os autores ainda observaram resultados marginais com doses moderadas (300 mg/L) e ausentes com baixos níveis (3 mg/L).

## 7 INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA CURTA

A composição da dieta, afeta a taxa de digestão e geralmente determina a distribuição da população microbiana. Altas concentrações de amido favorecem crescimento de bactérias amilolíticas, maiores teores de fibra, favorecem crescimento de bactérias celulolíticas.

Quando aditivos são utilizados na dieta, favorecem aumento na produção de propionato, principalmente por favorecer o crescimento de bactérias gram-negativas, que são microrganismos produtoras de propionato. Aditivos também inibem o crescimento de bactérias produtoras de ácido lático quando a dieta é rica em grãos.

Em vacas, mais de 50% da lactose do leite advém do propionato, por meio da gliconeogênese. Hayes et al. (1996), relata que glicose é um metabólito limitante para a produção de leite, aumentando a produção de propionato ruminal, disponibiliza-se maior quantidade de glicose para o animal em lactação, melhorando o balanço energético, com possibilidades de melhorias na produção de leite e na condição corporal.

A utilização de farelo de trigo associado a extratos etanólicos de *Prosopis juliflora*, *Samanea saman* e *Samanea tubulosa*, testado por Argôlo (2010), promoveu melhor padrão de fermentação por meio da técnica *in vitro*, reduziu a relação acetato: propionato no líquido ruminal e alterou a população bacteriana ruminal, podendo então considerar que a mudança na composição da dieta altera as populações microbianas.

A suplementação com uma mistura de óleos essenciais, segundo Castillejos et al. (2005), aumentou a concentração de ácidos graxos de cadeia curta total sem afetar outros parâmetros fermentativos, sugerindo que a fermentabilidade da dieta foi aumentada.

Patra et al. (2010) avaliaram o efeito *in vitro* de alguns extratos naturais de plantas (cravo-da-índia, erva-doce, cebola, alho e gengibre) sobre a metanogênese. Os autores verificaram que os extratos obtidos a partir de erva-doce, cravo e alho, na dose de 0,5 mL, inibiram a produção de metano. O extrato obtido a partir do alho, na dose de 0,5 mL apresentou como efeito, redução na relação acetato:propionato. Também foram verificados pelos autores, redução no número total de protozoários com a utilização do extrato de cravo-da-índia.

## 8 INFLUÊNCIA NA PRODUÇÃO DE METANO

Ruminantes são considerados na pecuária como uma fonte de emissão de gás metano, gás esse, produzido decorrente da fermentação ruminal. Uma vez que o Brasil destaca-se com o maior rebanho comercial do mundo, destaca-se também como importante fonte emissora de metano.

O número pesquisas na área de nutrição de ruminantes, principalmente no que rege a redução de produção de gás metano, tem aumentado significativamente, devido tanto a questões ambientais quanto a um mercado consumidor internacional mais exigente.

Além da questão ambiental, também é considerado o fato que a redução de produção de metano no rúmen propicia aumento na eficiência de aproveitamento de energia e redução nos custos com alimentação dos animais, uma vez que se consegue o menor desperdício de nutrientes.

Em ruminantes a metanogênese faz parte do processo digestivo. Durante o processo de fermentação, a produção do ácido acético e ácido butírico liberam grande quantidade de H<sub>2</sub>, esse por sua vez, é removido do rúmen via metano (NASCIMENTO et al. 2007).

A presença de taninos em alimentos fornecidos aos ruminantes tem apresentado como resultado, a redução na produção de metano, entretanto vale ressaltar que o efeito de taninos sobre a metanogênese é variável entre os

compostos uma vez que sua ação depende da estrutura e concentração no alimento.

As saponinas causam efeito de redução da metanogênese através do seu potencial em aumentar fluxo de proteína microbiana a partir do rúmen, aumentando a eficiência de utilização da ração. Hess et al. (2003) utilizando altas doses de saponinas (12mg/g deMS), observaram decréscimo de 54% na contagem de protozoários e redução de 20% na produção de metano *in vitro*. Segundo esses autores a redução do metano está relacionada com a redução da população de protozoários, com isso há menor suprimento de hidrogênio.

PEN (2006), utilizando dois extratos de saponias originários de *Yucca schidigera* e *Quillaja saponaria* como aditivo à dieta de vacas da raça Holandesa, constatou redução na produção de metano e de dióxido de carbono. Constatou, também, aumento na concentração de propionato.

Abreu et al. (2004) testando a adição de saponina na dieta de ovinos, relataram que houve aumento da disponibilidade de nitrogênio de origem bacteriana no duodeno (3,8g/dl, tratamento sem saponina e 5,1g/dl tratamento com saponina), porém houve aumento no número de protozoários.

Avaliando o efeito de diferentes doses de óleos essenciais (5, 50, 500 e 5000 mg/L), Castillejos et al. (2006) observaram variações nos efeitos das diferentes dosagens. De todos os óleos avaliados, o fenólico de guaiacol (óleo do cravo-da-índia) reduziu o efeito da amônia em todas as doses de inclusão. Assim como ocorreu com o fenólico eugenol (extraído da canela). O monoterpene limoneno (frutas cítricas), reduziu a concentração de amônia apenas quando a inclusão dos óleos corresponderam a 500 mg/L.

## 9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de antibióticos na pecuária de corte tem resultado em aumento na eficiência do aproveitamento do alimento pelos ruminantes. Porém a possibilidade de se encontrar resíduos dessa substância tanto na carne quanto leite tem gerado restrição quanto ao seu uso.

Os estudos relacionados ao uso de extratos vegetais, como possíveis substitutos aos antibióticos vêm crescendo, visando manter o potencial produtivo brasileiro quanto à produção de proteína de origem animal.

Como resultados, os extratos de plantas tem demonstrado exercer efeito sobre a microbiota ruminal, manipulando a fermentação e consequentemente melhorando o desempenho animal.

É importante resaltar que altas dosagens dos extratos podem implicar em baixo consumo já que esses compostos podem tornar o alimento menos palatável.

Portanto pode ser percebido que o uso de extratos vegetais visando à manipulação da fermentação ruminal mostrou-se eficiente, possibilitando seu uso como alternativa aos antibióticos na nutrição de ruminantes, além de garantir a pecuária de corte manter seu potencial produtivo.

## 10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Pecuária Brasileira, 2014. Disponível em: <http://www.abiec.com.br> – Acessado em: 18/06/2014.

ABREU, A.; Carulla, J. E. Lascano, C. E. Díaz, T. E. Kreuzer, M. HESS, H.D. Effects of Sapindus saponaria fruits on ruminal fermentation and duodenal nitrogen flow of sheep fed a tropical grass diet with and without legume. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 1392-1400, 2004.

AKIN, D. E.; RIGSBY, L. L. Mixed fungal populations and lignocellulosic tissue degradation in the bovine rumen. **Applied and Environmental Microbiolgy**, 53:1987-1987.

AMORATI, R.; PEDULLI, G.F.; VALGIMIGLI, L. et al. Absolute rate constants for the reaction of peroxy radicals with cardanol derivatives. **Journal of the Chemical Society**, Perkin Transactions. v. 2, p. 2142 - 2146, 2001.

ANDO, S.; NISHIDA, T.; ISHIDA, M. et al. Effect of peppermint feeding on the digestibility, ruminal fermentation and protozoa. **Livestock Production Science**, v. 82, p.245-248, 2003.

ARCURI, P. B.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. Microbiologia do rúmen. In: Nutrição de ruminantes, 2011. p. 115 – 160. 2 ed. p. 616 : il.

ARGÔLO, L.S. **Análise molecular e do processo fermentativo da microbiota ruminal utilizando extratos etanólicos de leguminosas arbóreas tropicais**. Tese (doutorando em Zootecnia), 2012. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Itapetinga, BA – p. 167.

ANVISA – Agencia Nacional de Vigilância Sanitária, 1997. Aditivos alimentares. Item 1.2 da Portaria SVS/MS 540, de 27/10/97. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/content/anvisa+portal/anvisa/perguntas+frequentes/alimentos/a9fa1e00404f94f9a364ab89c90d54b4>. Acessado em 20/06/2014.

BARBOSA, V. J. **Taninos como macromonômero na síntese de polímeros fenólicos visando à preparação de compósitos reforçados com material de origem vegetal**. Dissertação (Mestrando em Ciências), 2007. Universidade de São Paulo, São Carlos – SP.

BENCHAAR, C.; CHAVES, A.V.; FRASER, G.R. et al. Effects of essential oils and their components on *in vitro* rumen microbial fermentation. **Journal Animal Science**. v.87, p.413 - 419, 2007.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. 2. Ed. Jaboticabal: Funep, 2011. 616 p. : il.

BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, 70:567, 1990.

BORELLA, J. C.; DUARTE, D. P. D; et al. Variabilidade sazonal do teor de saponinas de *Baccharis trimera* (Less.) DC (Carqueja) e isolamento de flavona. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.16 no. 4 João Pessoa, 2006.

BROUGHAN, C. Odours, emotions, and cognition – how odours may affect cognitive performance. **The International Journal of Aromatherapy**. Provence, v. 12, n. 2. p. 92-98. 2002.

BUSQUET, M.; CALSAMIGLIA, S. A. FERRET AND C. K, 2006. Plant extracts affect *in vitro* rumen microbial fermentation. **J. Dairy Sci**. v. 89: p. 761-771.

CHAVES, A.V.; DUGAN, M. E. R.; STANFORD, K. et al. A dose-response of cinnamaldehyde supplementation on intake, ruminal fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Livestock Science**. v.141, p.213-220, 2011.

CHAVES, A.V.; STANFORD, K.; GIBSON, L. L. et al. Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Animal and Feed Science Technology**. v.145, p.396-408, 2008.

CAÑIZARES, G.I.L.; RODRIGUES, L.; CAÑIZARES, M.C. Metabolismo de carboidratos não-estruturais em ruminantes. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – FMVZ. Botucatu, SP. **Archives of Veterinary Science**, v.14, n.1, p.63-73, 2009.

CARDOZO, P. W.; CALSAMIGLIA S., A. FERRET and KAMEL C. Effects of natural plant extracts on ruminal protein degradation and fermentation profiles in continuous culture. **Journal of Animal Science**. v. 82: p. 3230 - 3236, 2004.

CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S.; FERREIT, A.; LOSAR, R. Efectos of a specific blend of essential oil compounds and the type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from continuous culture system. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 119, n. 1/2, p. 29 – 41, 2005.

CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S.; FERREIT, A.; LOSAR, R. Effect of essential oil active compounds on rumen microbial fermentation and nutrient flow in vitro systems. *Journal of Dairy Science*, Champigny, v. 89, n. 7, p. 2649 – 2658, 2006.

CHRISTOVÃO, F. G.; FREITAS, P.I. **Utilização dos carotenoides (vitamina a) na alimentação de bovinos e suas interferências na reprodução**. (Pós-graduando em Nutrição de Ruminantes) - Faculdades Associadas de Uberaba, Uberaba (MG) [2007].

COMMISSION EUROPÉENNE. Rapport d'une mission realisee ai bresil du 15 au 25 mars, 1999 conornant e controle des residus dans les animaux vivantes et leurs produits. XXIV/1034/99 –MR-BR- (02/07/99) 11p, 1999.

COSTA, C.T.C; BEVILAQUA, C.M.L.; MORAIS, S.M.; VIEIRA, L.S. Taninos e sua utilização em pequenos ruminantes. Revisão. Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinária, Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, CE. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu. v.10, n.4, p. 108-116, 2008.

DÍAZ, T. G. **Avaliação *in vitro* da inclusão do líquido da casca da castanha de caju em dietas para ruminantes**. Dissertação (Mestranda em Zootecnia) – 2013, Universidade Estadual de Maringá. MARINGÁ, PR. p. 59.

DRŠATA, J.; ULRICHOVÁ, J.; WALTEROVÁ, D. Sanguinarine and chelerythrine as inhibitors of aromatic amino acid decarboxylase. *Journal Enzyme Inhibition*, v. 10, p. 231–237, 1996.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E.; Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal - 2011 In: **Nutrição de ruminantes**. p. 1 – 27. 2 ed. 616 p. : il.

GARCÍA, A, Á.; CARRIL, E, P-U. Metabolismo secundário de plantas. *Reduca (Biología)*. Serie Fisiología Vegetal. 2 (3): 119-145, 2009 ISSN: 1989-3620.

Disponível em: <http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/798> - Acessado em: 05/05/2014.

GETACHEW, G.; BLUMMEL, M.; MAKKAR, H. P. S; et al. In vitro gas measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 72, n. 3/4, p. 261 – 281, 1998.

GOEL, G.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. 2008. Changes in microbial community structure, methanogenesis and rumen fermentation in response to saponin-rich fractions from different plant materials. **Journal of Applied Microbiology**. London, 105(3): 770-777.

HAYES, D. P.; PFEIFER, D.U.; WILLIAMSON, N. B. Effect of intraruminal monensin capsules on reproductive performance and milk production of dairy cow fed pasture. **Journal Dairy Sci.** v.29, p.1000-1008, 1996.

HARBORNE, 1999. **Phytochemical dictionary**: Handbook of bioactive compounds from plants 2nd (Edn.). Taylor and Francis, London, pp: 221-234.

HESS, H.D.; ZELEKE, A.B.; CLÉMENT, C. Saponin rich tropical fruits affect fermentation and methanogenesis in faunated and defaunated rumen fluid. **Animal Feed Science and Technology**. v.109, p. 79–94, 2003.

HIMEJIMA, M.; KUBO, I. Antibacterial agents from the cashew *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae) nut shell oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 39, p. 418 - 421, 1991.

HURLEY, W .L.; DOANE, R. M. Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. **Journal of Dairy Science**, [S.l.], v. 72, p. 784–804, 1989.

JOHNSON, K.A. e JOHNSON, D. E. Methane emissions from cattle. **Journal Animal Science**. v.73, p.2483-92, 1995.

JOUANY, J.P. Manipulation of microbial activity in the rumen. **Arch. Anim. Nutr.** v.46,33 p.133-153,1994.

KUBO, I.; MASUOKA, N.; HA, T. J.; TSUJIMOTO, K. Antioxidant activity of anacardic acids. **Food Chemistry**. v. 99, p. 555 - 562, 2006.

KUBO, I.; NIHEI, K.; TSUJIMOTO, K. Antibacterial action of anacardic acids against methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. V .51, p. 7624 - 7628, 2003.

KUMAR, R.; SINGH, M. Tannins: their adverse role in ruminant nutrition. **Journal Agric. Food Chem.** v.32, p. 447-453, 1984.

LAMBERT, R. J. W.; SKANDAMIS, P. N.; COOTE, P. J. et al. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. **Journal of Applied Microbiology**. v. 91, p. 453 - 462, 2001.

LANA. R. P.; RUSSEL. J. B. Efeitos da monesina sobre a fermentação e sensibilidade de bactérias ruminais de bovinos sob dietas em volomuso ou concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 1, p. 254 - 260, 2001.

LIA, Z. A.; Mohammed, N.; Kanda, S.; Kamada, T.; ITABASHI, H. 2003. Effect of sarsaponin on ruminal fermentation with particular reference to methane production in vitro. **Journal of Dairy Science**. Champaign – v. 86: p. 3330 - 3336.

LIMA, C. A. A.; PASTORE, G. M.; LIMA, E. D. P. A. Estudo da atividade antimicrobiana dos ácidos anacárdicos do óleo da casca da castanha de caju (CNSL) dos clones de cajueiro-anão-precoce CCP-76 e CCP-09 em cinco estágios de maturação sobre microrganismos da cavidade bucal. **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 20, 2000.

MAKKAR, H. P. S. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research*. n.49, p. 241 - 256, 2003.

MATINS, E. R.; CASTRO, D. M.; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. *Plantas Mediciniais*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2000. 220p.

MCGUFFEY, R.K. et al. Ionophores for dairy cattle: Current status and future outlook. 35 **Journal of Dairy Science**, v. 84 p. E194 - E203, 2001.

MCSWEENEY, C. S.; PALMER, B.; et al. Effect of the tropical forage calliandra on microbial protein synthesis and ecology in the rumen. **Journal of Applied Microbiology**. v. 90, p. 78 – 88, 2001.

MEZZOMO, R. Padrão nictemeral dos níveis de pH, nitrogênio amoniacal e ácido graxo de cadeia curta ruminal em bovinos alimentados com dietas de alto teor de grão suplementados com tanino condensado. In: **Anais da 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2010. v. 1. p. 1- 3.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – Animal, Bovinos e Bubalinos, 2010. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/bovinos-e-bubalinos> - 28/03/2014.

MONGENTALE. S. M. **Efeitos da flavomicina ou da monesina sobre a fermentação e a digestão ruminal e total de bovinos**. 2005. 105p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) nutrição animal, Universidade de São Paulo, Pirassununga – SP, 2005.

MONTANARI Jr., I. Aspectos da produção comercial de plantas medicinais nativas. 2002. Disponível em: <http://www.cpqba.unicamp.br/plmed/index.html> - Acessado em: 06/05/2014.

MOON, J. K.; SHIBOMATO, T. Antioxidant Assays for Plant Food Components. *Journal of agricultural and Food Chemistry*, Easton. v. 57, n. 5, p. 1655 – 1666, 2009.

MORAIS. J. A. S. et al. Aditivos. In; **Nutrição de ruminantes**. ED. BERCHIELLI, T. T; PIRES, A. V; OLIVEIRA, S. G. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP p.565, 2011.

MORO, G, V; S. M. SCHEFFER-BASSO,; A. L. ABDALLA,; F. H. REGINATTO,; M.R. PEÇANHA,; G. M. COSTA. Aspectos químico do gênero lotus I. com ênfase em metabólitos secundários. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, SP, v. 26, n.2, 113 -119, 2010.

NAGABHUSHANA, K. S.; SHOBHA, S.V.; RAVINDRANATH, B - 1995. Selective ionophoric properties of anacardic acid. **J. Nat. Prod.** v. 58, p. 807 - 810.

NAGARAJA, T.G. et al. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds) **The Rumen Microbial Ecosystem**. Blackie Academic and professional – London, 1997. p. 523 - 632.

NASCIMENTO, C. F. M.; DEMARCHI, J. J. A. A.; BERNDT, A.; RODRIGUES, P. H. M. Methane emissions by Nelore beef cattle consuming *Brachiaria brizantha* with diferente Tstation of maturation. *Proceedings... The Greenhouse gases and Animal Agriculture Conference*, Christchurch, NZ - p. 64 - 65, 2007.

NRC. Nutrient Requirements of Beef Cattle, 7 ed.; National Academic Press, Washington, 1996.

OLIVEIRA, L. **Latencia de aparecimento de pigmentos carotenoides e seu potencial para traçabilidade de dieta em ruminantes**. Tese de Doutorado em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Sul, Porto Alegre, RS, (213p), 2012.

OLIVEIRA, R. B., GODOY, S. A. P., COSTA, F. B. Plantas tóxicas: conhecimento e prevenção de acidentes. Ribeirão Preto – SP: Editora Holos, 2003. p. 64.

OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D. C. ed. The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition. p. 145 – 171, 1993.

PATRA, A. K.; KAMRA, D. N.; N. AGARWAL, 2010. Effects of extracts of spices on rumen methanogenesis, enzyme activities and fermentation of feeds in vitro. **Journal Sci. Food Agric.** v. 90: p. 511- 520.

PAULA, E. F. E.; MAIA, F. P.; CHEN, R.F.F. Óleos vegetais na nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.9, p. 2075, 2012.

RIBEIRO, P. R. S. Alcalóides. Farmacognosia. Faculdade de Imperatriz – FACIMP. Disponível em: <http://www.farmaciacimp.com.br/alcaloides.pdf>, Acessado em: 03/06/2014.

PEN, B. K.; TAKAURA, S.; YAMAGUCHI, R. A.; TAKAHASHI, J. Effects of Yucca schidigera and Quillaja saponaria with or without, 1– 4 galacto-oligosaccharides on ruminal fermentation, methane production and nitrogen utilization in sheep. **Animal Feed Science and Technology**. v. 138: p. 75 – 88, 2006.

PERES, L. E. P. Metabolismo secundário. **Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, 2004. Disponível em: <http://docentes.esalq.usp.br/lazaropp/FisioVegGradBio/MetSec.pdf>. Acesso em: 09/04/2014.

PIRES, D, A, As. 1977- Avaliação de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.)) com e sem taninos nos grãos para produção de silagens. 107. : I, 2007. Escola de Veterinária – UFMG. R. Bras. Zootec. v. 32 no.1 Viçosa - MG, 2003.

REIS, R, A.; MORAIS J, A. S.; SIQUEIRA G, R. Aditivos alternativos para a alimentação de ruminantes. **II CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL (II CLANA)**. Palestra Técnica Realização: CBNA - AMENA - 10 a 13 de abril de 2006 – São Paulo, SP.

RIZZO, P.V.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C.; TRALDI, A.B.; SILVA, C.S.; PEREIRA, P.W.Z. Extratos vegetais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa - MG, v. 39, n.4. p. 801 – 807, 2010.

RUSSELL, J.B. Rumen Microbiology and its Role in Ruminant Nutrition. James B. Russell, Ithaca, NY. 2002.

SANTOS, S.C.; MELLO, J. C. P.; Taninos. In: SIMÕES, C. M. O.; Schenkel, , E .P.; GOSMAN, G.; MENTS, L. A.; PETROVICK, P.R. 2003. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5. ed. Porto Alegre; UFRGS, Florianópolis, UFSC, p. 615 - 656.

SARVANAN, T.S. 2000. Effect of bromochloromethane on methanogenesis, nutrient utilization and growth rate of lambs. MVSc Thesis, Indian Veterinary Research Institute, Izatnagar, India, p. 105.

SOUSA, B.M. **Degradabilidade in situ dos componentes nutricionais das silagens de três genótipos de sorgo (CMSXS 180, CMSXS 227 e BR 700)**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Belo Horizonte – MG: Universidade Federal de Minas Gerais, p. 73, 2001.

TIEMANN, T. T.; LASCANO C. E.; WETTSTEIN H. R.; MAYER, A – 2008. Effect of the tropical tannin-rich shrub legumes *Calliandra calothyrsus* and *Flemingia macrophylla* on methane emission and nitrogen and energy balance in growing lambs. **Animal 2**: p. 790 – 799.

TREVISAN, M. T. S.; PFUNDSTEIN, B.; HAUBNER, R. et al. Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. **Food and Chemical Toxicology**. v. 44, p.188 - 197, 2006.

VITALIANO, S, R.; SILVA, V. O. Implicação do uso de aditivos na alimentação animal: resíduos e barreira às exportações. Departamento de Medicina Veterinária da UFLA - Lavras – MG, [ca. 2008].

USDA. Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Relatórios, 2014. Disponível em: <http://www.usdabrazil.org.br/portugues> - Acessado em: 18/06/2014.

THEODOROU, M. K. Anaerobic fungi in the digestive tract of mammalian herbivores and their potencial for exportation. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 55: p. 913, 1996.

VAN SOEST P, J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Comstock, Cornell University Press, New York, NY - p. 476, 1982.

WALLACE, R. J. Natural products as manipulators of rumen fermentation. *Asian – Australian. Journal of Animal Science*. v.15, p. 1458, 2002.

WANDERLEY, L.R.; SANTOS, A.L.A.; SILVA FILHO.A.V.; CORDEIRO, L.N.; et al. Resistência de *Pseudomonas aeruginosa* e outras bactérias Gram-negativas a drogas antimicrobianas. *Uimar Ciências*. v. 12 p. 33 - 40, 2003.

WAGHORN, G.C.; SHELTON, I.D., Effect of condensed tannins in *Lotus corniculatus* on the nutritive value of pasture for sheep. *Journal of Agricultural Science*. v.128, p. 365 – 372, 1997.

YANG, A.; TUME, R. Carotenoid and concentrations in serum, adipose tissue and liver carotenoid transport in shup, goats and cattle. *Australian Journal of agriculture Research*, Melbourne, 1993. v. 43, n.8, p. 1809 – 1817.

YANISHLIEVA, N.; POKORNÝ, J.; GORDON, M. H. **Antioxidants in Foods: Practical Applications**. *British Journal of Nutrition* (2002), v. 87: p. 391, 2001.