

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

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

EXTRATO DE PLANTAS COMO ADITIVO NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES

LIDIAMAR LORENA RAMOS VIEIRA

Orientador: Prof. Ms. José Tiago das Neves Neto

GOIÂNIA
2014

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

LIDIAMAR LORENA RAMOS VIEIRA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
EXTRATO DE PLANTAS COMO ADITIVO NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES

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

Orientador: Prof. Ms. José Tiago das Neves Neto

**GOIANIA
2014**

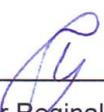
LIDIAMAR LORENA RAMOS VIEIRA

EXTRATO DE PLANTAS COMO ADITIVO NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES

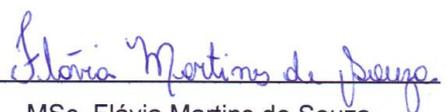
Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Goiás, apresentado como exigência parcial à obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

APROVADA: 11/ 06/ 2014

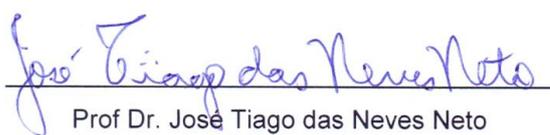
Nota: 9,22



Prof Dr Reginaldo Nassar Ferreira
(Membro da banca)



MSc. Flávia Martins de Souza
(Membro da banca)



Prof Dr. José Tiago das Neves Neto
(Orientador)

A minha mãe Irismar Ramos Claudino Rosa, e a meu pai Ezequiel Vieira Rosa, por terem acreditado em mim e me apoiarem incondicionalmente. Vocês sempre serão o motivo e a razão de todas minhas conquistas!

A vocês dedico com muito amor, e orgulho de ser sua filha!

A Deus, pela oportunidade dada, pela força quando pensei em desistir, por não me deixar só em momento algum, e mostrar que podemos sempre mais do que acreditamos!

Em especial eu dedico!

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela chance de estar realizando um sonho, pelas oportunidades oferecidas, e por todos os caminhos que Ele tem me guiado.

Aos meus pais, Irismar e Ezequiel, por toda compreensão, dedicação, força e amor com o qual m criaram e não deixaram falta em momento algum.

Aos meus irmãos, Dayana Ramos Vieira e Maxwel Ramos Vieira, pelo companheirismo e carinho mesmo com toda distância e a meu cunhado Alex Vilas Boas, por todo apoio.

A Iron de Castro, por ter me acompanhado no início dessa caminhada, por toda ajuda e dedicação pra que hoje eu chegasse até aqui, com muito carinho e gratidão a você eu dedico.

A meus avôs Maria Aparecida Rosa e Manuel Rosa, meus tios Nicinha Claudino e Reinaldo Claudino, pela preocupação, apoio e carinho.

Em especial a meu tio Ezequias Vieira Rosa, por ter compartilhado a todo o momento comigo esse sonho, ter incentivado, e acreditado em mim.

A Dona Sirlene, Senhor João, Thalita e Túlio, por terem me acolhido quando cheguei tão perdida a essa cidade, por todo carinho, a vocês agradeço.

Aos professores, Victor Rezende, Eloísa Mello, Milton, Alessandra Gimenez, José Henrique Stringhini, Leonardo Collier, Eliane Miyagi, Reginaldo Nassar, e todos os demais, pela dedicação de anos, para que hoje pudéssemos viver esse momento tão especial.

Em especial ao Prof. Dr. Juliano José de Resende Fernandes, por toda oportunidade que me ofereceu dedicação, paciência e puxões de orelha que me fizeram crescer e aprender muito.

Aos meu orientador e grande amigo Prof. José Tiago das Neves Neto, pela dedicação com que tem me ensinado todos esses anos e pelo prazer de ser sua orientada!

Aos membros da banca, Prof. Dr. Reginaldo Nassar e Doutoranda Flávia Martins, por contribuírem com toda sabedoria e dedicação.

As minhas amigas Edilane Pereira, Thaynara de Oliveira, Thatiane Tamires, Thuany Navas, Izabela Cruvinel, Kamila Martins, Yara de Paula, Susan Chaveiro, Lorena, e Ana Paula Sobrinho, por todos os momentos que dividimos de euforia,

desesperos, companheirismo e boas risadas, vocês foram pra mim uma segunda família.

Aos meus companheiros de turma, Ludimilla Brunet, Caroline Oliveira, Paulo Henrique, Marcus Vinicius, por toda paciência e carinho que tiveram ao me ajudar nas minhas dificuldades e partilhar comigo a sabedoria de vocês!

A Marine Sayuri, pela força e incentivo que me deu a todo tempo.

Aos meus amigos, Thiago (Ceará), que foi um irmão, em todos os momentos; Tiago Villar, pelas risadas, e bons conselhos; e Marcondes Dias, por todo companheirismo, preocupação e carinho, vocês proporcionaram alguns dos momentos mais especiais que já tive em minha vida! Ainda a todos da pós-graduação, Barbara, Kíria Karolline, Thiago, Marcela, Fabíola, Rayanne, Alex, Leonardo, pelo acolhimento e toda colaboração durante minha caminhada.

Em especial a Andrea Mobiglia, e Marcondes Dias, por toda dedicação e paciência que tiveram para me ajudar na conclusão deste trabalho.

Ao Confinamento Experimental de Bovinos de Corte (CEBC), Marcelo (Camarguinho), Alexandre Miszura, Antônio, em especial, Lucas (Picachu), pelo aprendizado, as amizades conquistadas, e todos bons momentos.

À Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás e todos seus, colaboradores pelo acolhimento e dedicação a minha formação profissional e pessoal.

Muito obrigada!

"O que é nascido de Deus vence mundo, e esta é a vitória que vence o mundo: a nossa fé."

1 João 5:4

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 Aditivos	14
2.2 Resíduos de aditivos e barreiras as exportações	16
2.3 Extratos vegetais e a fermentação microbiana ruminal.....	18
2.3.1 Óleos essenciais.....	21
2.3.1.1 Óleos essenciais na nutrição animal.....	22
2.3.2 Saponinas.....	25
2.3.2.1 Saponinas na nutrição animal.....	26
2.3.3 Taninos	29
2.3.3.1 Taninos na nutrição animal.....	30
2.4 Extratos vegetais de plantas do cerrado	32
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Mecanismo proposto para ação antimicrobiana de óleos essenciais na célula bacterina.....	21
Figura 2: Esquema do mecanismo de ação sugerido para carvacrol sobre a membrana citoplasmática.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Impacto da retirada de aditivos nos custos de produção e preço de mercado.....	17
Tabela 2: Propriedades dos extratos de plantas.....	19

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGCC	Ácidos Graxos de Cadeia Curta
APC	Aditivo Promotor de Crescimento
BEA	Bem estar animal
C ₁₀	Monoterpenos
C ₁₅	Sesquiterpenos
C ₂	Ácido acético
C ₂₀	Dipertenos
C ₃	Ácido propiônico
C ₄	Ácido butírico
CH ₄	Metano
CNF	Carboidratos Não Fibrosos
CNT	Confederação Nacional de Transporte
CO ₂	Gás carbônico
DNA	Ácido desoxirribonucléico
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
H ⁺	Íon hidrogênio
H ₂ O	Água
K ⁺	Íon potássio
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Na ⁺	Sódio
OCDE	Organização para Cooperação do Desenvolvimento Econômico
OEs	Óleos essenciais
-OH	Ion hidroxila
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONU	Oreganização das Nações Unidas
ph	Potencial hidrogeniônico
RNA	Ácido ribonucléico

USDA Departamento de Agricultura dos Estados Unidos
UV Ultravioleta

1 INTRODUÇÃO

O Brasil encontra-se em crescimento estrutural, social, e principalmente populacional, estando a demanda por alimentos relacionada positivamente com esse crescimento populacional. Ao final de 2011, havia aproximadamente 7 bilhões de pessoas em todo o mundo (ONU, 2013). Em uma pesquisa realizada pela Organização da Nações Unidas-ONU (2013), projetou-se que em 2050 a população mundial alcançará o número de 9,3 bilhões de pessoas, assumindo uma taxa de crescimento média de 0,84% ao ano, o que significa que nos próximos 39 anos a população mundial poderá crescer 33%, elevando a demanda por alimentos.

Além do crescimento populacional devemos também levar em consideração o crescente desenvolvimento econômico de muitos países, o que eleva as classes sociais e o consumo da população. Nos países em desenvolvimento, a elasticidade-renda (mede a variação percentual na quantidade demandada de um bem dada uma variação percentual na renda do consumidor) da demanda por alimentos é maior que nos países desenvolvidos. Isso significa que, se a renda dos países em desenvolvimento crescer mais que a dos países desenvolvidos o aumento da demanda mundial por alimentos será maior (CNT, 2012).

Segundo a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2010), o Brasil não crescerá no mesmo ritmo que os países asiáticos, o que pode implicar em uma menor perspectiva da demanda interna em relação aos demais países. Por outro lado, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) relata que o comércio de carnes crescerá em torno de 22% até 2023, o que é visivelmente possível, pois atualmente, de acordo com o relatório de projeções a longo prazo para produção e demanda, o Brasil é apontado como o principal exportador de carne bovina. As exportações de carne bovina de baixo preço, como da Índia e do Brasil para países em desenvolvimento respondem por quase 2/3 do crescimento projetado do comércio mundial de carne bovina, resultando assim em estímulos constantes para incrementar a produção, suprir e ultrapassar a demanda prevista para o futuro (USDA, 2014).

A partir do momento que o Brasil se destaca no mercado mundial de carnes, nossos produtores se deparam com um tipo de concorrência produtiva que exige vantagens competitivas e tecnológicas.

Quando se fala em acelerar a produção de carnes, alguns meios como os aditivos são uma importante ferramenta, no entanto sua proibição ainda é um impedimento para a exportação dos produtos brasileiros.

Em geral, aditivos alimentares são substâncias que quando adicionadas aos alimentos, tem o propósito de manter ou modificar o sabor, melhorar a aparência, e causar efeitos benéficos aos animais (DAVID e SILVA, 2010).

A exigência do mercado mundial de carnes, se caracteriza pelos altos padrões de produção, e rigorosos controles sanitários que chegam a restringir o uso dos promotores de crescimento e quaisquer produtos químicos durante o processo de produção de carne bovina. Entretanto, a segurança alimentar está diretamente ligada com o aumento da produção de alimentos, devido a isso, existem pesquisas científicas sendo realizadas de grande interesse econômico que visam identificar substâncias naturais que tenham a mesma finalidade dos aditivos antimicrobianos usados atualmente.

O Brasil possui um grande potencial em diversidade de plantas com efeitos medicinais, que podem contribuir contra resistência a drogas de patógenos humanos e animais, e acelerar a produção de carne bovina (BIAVATTI et al., 2006).

Os extratos de plantas, possuem alta atividade antimicrobiana e vem como uma opção para a substituição ao uso de aditivos químicos, uma vez que estes possuem ação com capacidade de alterar favoravelmente a fermentação ruminal (YANG et al., 2007; SOLIVA et al., 2011; GERACI et al., 2012).

Esses extratos possuem em seu metabolismo secundário substâncias utilizadas como defesa contra predação por microrganismos, insetos e herbívoros (KAMRA et al., 2006).

Uma vez que há a possibilidade de selecionar os microorganismos do rúmen, onde encontra-se bactérias que produzem amônia, lactato, ácido acético, ácido butírico, CO₂ e metano (gram positivas), bactérias produtoras de ácido propiônico e consumidoras de lactato (gram negativas), fungos (auxiliam na degradação da fração fibrosa do alimento), e os protozoários (engolfam bactérias ruminais, e também evitam a rápida queda do pH em dietas com alta concentração de amido), os extratos podem alterar o crescimento e metabolismo desses microorganismos, selecionando e melhorando o desempenho animal.

Diante o exposto, objetivou se com este revisar a ação biológica sobre a fermentação ruminal dos óleos essenciais, saponinas e taninos, e demonstrar a possibilidade de crescimento potencial do uso na alimentação animal, através do uso de extratos de pacari, barbatimão, copaíba e sucupira, como aditivos na manipulação ruminal

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Aditivos

Um bom aditivo deve ser indispensável à adequada tecnologia de fabricação do produto, influir positivamente nas características do produto destinado à alimentação animal, na produtividade dos animais ou dos produtos de origem animal e principalmente ser utilizado na quantidade necessária à obtenção do efeito desejado, respeitando a concentração máxima que vier a ser fixada sendo previamente autorizado e registrado pela autoridade competente do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (MAPA, 2004).

Segundo a definição do Mapa (2004), aditivos são produtos destinados à alimentação animal: substância, micro-organismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano (MAPA, 2004).

Os aditivos, em geral ainda estão divididos de acordo com suas funções e propriedades, e os procedimentos estabelecidos segundo regulamento do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2004), deverão incluir-se em uma ou mais das seguintes categorias: aditivos tecnológicos: qualquer substância adicionada ao produto destinado à alimentação animal com fins tecnológicos; aditivos sensoriais: qualquer substância adicionada ao produto para melhorar ou modificar as propriedades organolépticas destes ou as características visuais dos produtos; aditivos nutricionais: toda substância utilizada para manter ou melhorar as propriedades nutricionais do produto; e aditivos zootécnicos: toda substância utilizada para influir positivamente na melhoria do desempenho dos animais. Dentro dessas categorias ainda existem as muitas subdivisões que classificam e separadamente cada tipo de substância de acordo com sua classificação.

Basicamente pode-se dividir os aditivos em duas classes, sendo elas antibióticos e ionóforos, e anabolizantes e hormônios. Dentre os antibióticos estão aqueles conhecidos como aditivos promotores de crescimento (APC), e também classificados como “modificadores da fermentação ruminal”.

Os APC se classificam em antibióticos do tipo ionóforos, (monensina sódica, lasalocida, salinomicida, alteram a população bacteriana ruminal causando mudança no perfil de produção de AGCC (ácidos graxos de cadeia curta), favorecendo a produção de propionato. E os antibióticos não ionóforos (tilosina, virginiamicina, espiramicina, flavofosfolipol e bacitracina de zinco), inibidores da produção de metano, estimuladores da produção de propionato (monensina, avoparcina), estabilizadores de pH, inibidores de proteases/desaminases, e agentes defaunadores entre outros (CHALUPA, 1988).

O uso de não ionóforos como aditivos originou-se através da observação do gasto com produtos comerciais como cloretaciclina, que aumentava a eficiência alimentar e o ganho de peso de aves, onde uma pequena quantidade de antibiótico era necessária para promover o crescimento. No entanto para ruminantes levantou-se a hipótese de que os antibióticos poderiam interferir negativamente na fermentação microbiana ruminal, o que estudos subsequentes demonstraram não ocorrer, uma vez que ruminantes adultos poderiam tolerar os antibióticos sem efeitos deletérios (JUKES, 1987).

Geralmente, antibióticos não ionóforos têm a melhor aplicação em condições de stress e doenças, entretanto para bovinos de corte é pouco explorado no Brasil, apesar de a virginiamicina, ter apresentado efeitos positivos sobre a eficiência alimentar e ganho de peso, tanto em ruminantes quanto em monogástricos (LANA e MEDEIROS, 2007). Apesar do teste de eficiência dos antibióticos serem positivos, nas condições brasileiras o seu uso torna-se inviável, devido às restrições comerciais, que podem vir a sofrer a carne de animais submetidos a esses aditivos.

Já antibióticos tipo ionóforos foram introduzidos a dieta de ruminantes, com o intuito de diminuir as perdas e aumentar a produção, a partir da década de 1970, apesar de inicialmente serem utilizados como coccidiostáticos para aves. Eles são produzidos por diversas linhagens de *Strptomyces* e deprimem ou inibem seletivamente o crescimento de microorganismos do rúmen.

Os ionóforos são uma importante ferramenta para modificar a população microbiana do rúmen, fazendo a seleção de bactérias Gram negativas (resistentes a ionóforos), produtoras de propionato, e inibindo o crescimento das Gram positivas, que são as maiores produtoras de ácido acético, butírico e láctico sendo o último indesejável na fermentação ruminal (RUSSELL & STROBEL, 1989).

Russell & Strobel (1989), buscam explicar os efeitos da utilização da monensina sódica no desenvolvimento do *Streptococcus bovis*, bactéria ruminal gram-positiva. A concentração do íon potássio (K⁺) intracelular é muito superior à extracelular, quando a monensina liga-se à membrana celular, a primeira reação que ocorre é a rápida saída de K⁺ e uma entrada do íon hidrogênio (H⁺) na célula, provocada pela mudança no gradiente iônico externo. O H⁺ acumulado no interior da célula ocasiona diminuição do pH, e a célula responde a esta queda no pH com uma segunda reação, exportando H⁺ para o meio exterior e permitindo a entrada do íon sódio (Na⁺) para o interior da célula. Outra forma de exportar o H⁺ é através do mecanismo de “bomba” próton ATPase. Grande parte da energia produzida pela célula é utilizada pelas bombas de Na⁺/K⁺ e próton ATPase, na tentativa de manter o pH e o balanço iônico celular, de forma que com o passar do tempo, a célula se torne incapaz de manter seu metabolismo energético, diminuindo sua capacidade de crescimento e reprodução, por fim acabam morrendo ou assumindo um nicho microbiano sem expressão ruminal.

Resumindo, os ionóforos são sais orgânicos que desorganizam o processo de fosforilação oxidativa necessário para a “sobrevivência” destas células bacterianas, que acabam morrendo por “cansaço” devido ao esgotamento de suas reservas energéticas. O benefício de todo esse processo é resultante diante a melhor utilização do ácido propiônico, e sua eficiência no rúmem, em relação aos demais ácidos, através da redução de CH₄, e CO₂, que ocorrem na produção de outros ácidos.

2.2 Resíduos de aditivos e barreiras as exportações

Algumas das funções dos aditivos está em preservar as características nutricionais das rações, facilitar a dispersão dos ingredientes, promover o crescimento dos animais, aumentar a ingestão dos alimentos e melhorar a aceitação do produto final pelo consumidor.

Porém o uso de alguns aditivos tem sido um pouco repreendido, por possuir compostos antibióticos que podem vir a deixar efeito residual no produto final.

Alguns microingredientes a base de antibióticos ou quimioterápicos, por exemplo, são muito usados no crescimento, melhoria e eficiência alimentar. Sabe-se que para a produção de alimentos de origem animal, a proibição do uso de aditivos

principalmente promotores de crescimento, representa um grande impacto econômico (Tabela 1).

Tabela 1-Impacto da retirada de aditivos nos custos de produção e preço de mercado

Espécie	Aumento nos custos de produção	Aumento do preço para consumidor
Suínos	8,20%	2,5 - 4,3%, carne
Gado de corte	6,00%	1,1 – 2,06% carne
Gado de leite	4,50%	Sem mudança
Frangos	3,44%	0,8 – 1,4%, carne

Fonte: *Regulation of the European Parliament*, SCAN, (2002)

O grande empate na produção bovina advém das restrições da União Europeia sobre a existência ou quantidade de resíduos encontrados na carne, expondo o ser humano a riscos e a resistência bacteriana.

Aerestrup et al., (1995), mostram que há resistência cruzada da vancomicina em isolados de *Enterococcus* de humanos e animais, já Woodford et al., (1998), ao pesquisar o cluster de *Enterococcus* resistente de humanos e produtos animais, relataram que há diversidade na sequência proteica de genes responsáveis pela resistência.

Há uma preocupação, com o fato de que a alimentação com antimicrobianos em dietas animais contribua para formação de um reservatório de bactérias entéricas resistentes as drogas, causando riscos à saúde pública.

Algumas publicações sobre as normas para uso de aditivos estão disponíveis através do FDA (*Code of Federal Refulations, Title 21*), e referenciados no NRC (National Research Council-1998), porém sabe se que os valores de cada substância utilizadas como aditivo são fixados de acordo com os sistemas reguladores ou vigentes e cada país ou região.

No Brasil segundo Bellaver (2000), é indispensável que as indicações técnicas de microingredientes de formulação sejam rigorosamente seguidas por todos que determinam o uso de promotores de crescimento nas rações, entretanto isso não é o suficiente sendo necessário que se instale um programa efetivo de controle de resíduos nos moldes do que é feito no exterior.

A fiscalização e inspeção brasileira de produtos destinados a alimentação, conta com leis que tratam da vedação ao uso de cloranfenicol, tetraciclina, e sulfonamidas sistêmicas, e também proíbe o uso, fabricação e importação de cloranfenicol, furazolidona, e nitrofurazona como aditivos em rações animais.

O Decreto 76986 de 6/1/1976, regulamentado pela IN SARC 013 de 30/11/2004 culminou com a elaboração do plano nacional de controle de resíduos em produtos de origem animal em processo de implantação. No Brasil, desde que existe alguma regulamentação, sempre se seguiu as normas próprias no Ministério da Agricultura e do Codex Alimentarius da FAO/OMS (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) para seus controles de resíduos em alimentos (PORFÍRIO, 2009).

De acordo com o relatório de visita da equipe veterinária da Europa no Brasil a Commission Européenne (1999), relata que “não fica garantido que a proibição elimina o uso, uma vez que há deficiência na fiscalização de venda e de uso dos antibióticos e promotores de crescimento, além de dificuldades pela estrutura oficial insuficiente para aplicação de técnicas laboratoriais no país”.

Além do Brasil, existe pressão também sobre os EUA, para a eliminação do uso de aditivos nas rações animais. Segundo professores e hospitais americanos, a medida é necessária para proteger a efetividade dos antibióticos, limitando o uso a níveis subterapêuticos na agropecuária (COMMISSION EUROPÉENNE, 1999).

O crescente aumento nas barreiras comerciais entre os países mostra a grande necessidade de pesquisas por produtos naturais que venham a contribuir com o aumento da produção, e tenham ação semelhante aos aditivos de forma benéfica para a produção animal.

2.3 Extratos vegetais e a fermentação microbiana ruminal

Os produtos químicos de plantas são muitas vezes classificados como metabólitos primários ou secundários, geralmente estão excluídos da classificação proteínas e ácidos nucléicos.

Metabólitos primários são substâncias distribuídas na natureza, que ocorrem em praticamente todos os organismos, muitas vezes concentrados nas sementes e órgãos de armazenamento vegetativos e tem papel fundamental no desenvolvimento fisiológico da planta. Já os metabólitos secundários são acumulados pelas plantas e não possuem uma distribuição universal, pois não são necessários para todas as plantas. São encontrados em quantidades menores do que os primários, sintetizados em tipos celulares especializados e nas fases de desenvolvimento distintas, tornando a sua extração e purificação difícil (PERES, 2004).

Embora o metabolismo secundário nem sempre seja necessário para que uma planta complete seu ciclo de vida, este desempenha um papel importante na interação das plantas com o meio ambiente. Um dos principais componentes do meio externo o qual a interação é mediada por compostos do metabolismo secundário são os fatores bióticos. Os produtos secundários possuem um papel contra a herbívoros, ataque de patógenos, atração de organismos benéficos como polinizadores, dispersores de semente, microorganismos simbiotes e competição entre plantas. Contudo, produtos secundários também possuem ação protetora contra estresses abióticos como, exposição aos raios UV (ultravioleta), mudanças de temperatura, deficiência de nutrientes minerais, conteúdo de água e níveis de luz (PERES, 2004, p3).

Em grande parte, os metabólitos primários e secundários podem ser obtidos por meio de destilação a vapor ou por extração com solventes orgânicos ou aquosos.

Os compostos secundários das plantas têm sido utilizados desde o princípio dos tempos (COWAN, 1999). Durante anos muitas civilizações já usavam suas propriedades (Tabela 2), bebendo em infusões derivadas de plantas, ou usando como emplasto.

Tabela 2-Propriedades dos extratos de plantas.

Vegetal	Composto	Propriedades
Espécies aromáticas		
Canela	Cinnamaldehido	Antimicrobiano, antioxidante Estimulante digestão, antimicrobiano
Cravo	Eugenol	Estimulante apetite, antimicrobiano Estimulante da digestão
Orégano	Carvacol, timol	
Cominho	Cuminaldehido	
Espécies		

picantes		
Pimentão	Capsaina	Anti-inflamatório, estimula apetite Estimula digestão, antisséptico, antioxidante
Pimenta	Piperina	Estimulante da digestão Estimulante gástrico
Mostarda	Allilisocitocinato	
Gengibre	Zingerol	
Espécies aromáticas		
Alho	Allicina	Estimulante da digestão, antisséptico Estimula digestão, antisséptico, antioxidante
Roma	Cinelo	Estimulante da digestão, antisséptico Antiprotozoário, captador de NH ₃ ruminal
Menta	Mentol	
Yuca	Sarsapínia	

Fonte: Adaptado a partir de KAMEL (2001), e WALLACE et al., (2004)

A maior parte dos trabalhos de investigação da ação dos extratos vegetais no metabolismo dos ruminantes refere-se, principalmente, a atuação dos extratos no ambiente ruminal. Nestas condições, verificam-se resultados semelhantes à utilização de ionóforos quanto aos produtos resultantes dos processos fermentativos e ao balanço populacional de bactérias e protozoários (GABBI, 2004), uma vez que estes representam uma possível alternativa a necessidade tecnológica originada pelas normas que proíbem o uso de antibióticos na Europa.

Sistemas *in vitro* têm sido amplamente utilizados nas fases iniciais de pesquisas objetivando identificar substâncias fitogênicas que sejam capazes de manipular a fermentação ruminal (ARAÚJO 2010; SOLIVA et al., 2011; CASTRO-MONTOYA et al. 2012; KLEVENHUSEN et al., 2012).

Logo existe a importância de estudos relacionados aos extratos de plantas como aditivos para ruminantes, e seu potencial antibiótico sendo verificadas especialmente a atividade antimicrobiana para óleos essenciais, saponinas e taninos.

2.3.1 Óleos essenciais

Os óleos essenciais (OEs) são metabólitos secundários de algumas plantas, responsáveis pelo cheiro e cor das mesmas, sendo obtidos por vaporização ou destilação.

Ao contrário do que o nome sugere óleos essenciais não são lipídios, recebendo esse nome pela sua função aromática. No entanto são substâncias lipofílicas, líquidas, e voláteis. Seus compostos ativos mais importantes estão incluídos em dois grupos químicos: terpenóides (monoterpenos C_{10} , sesquiterpenos C_{15} e diterpenos C_{20}) e fenilpropanóides, sua atividade está diretamente relacionada com a configuração estrutural, os grupos funcionais de seus compostos e principalmente com as possíveis ações sinérgicas entre esses compostos (DORMAN & DEANS, 2000).

Óleos essenciais (terpenóides e fenilpropanóides) devido a sua natureza hidrofóbicas apresentam a capacidade de interagir com lipídios da membrana celular e das mitocôndrias das bactérias, o que altera a estrutura das membranas, tornando-as mais fluidas, permeáveis e permitindo o extravasamento de íons e outros conteúdos citoplasmáticos (Figura 1).

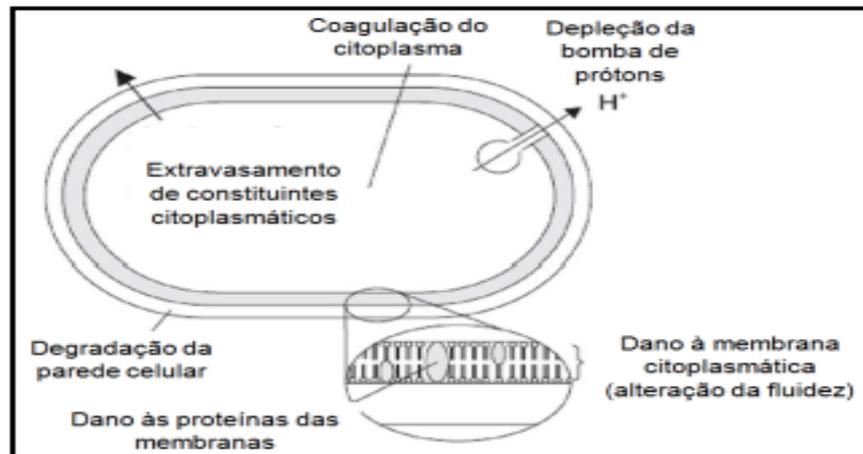


Figura 1- Mecanismo proposto para ação antimicrobiana dos óleos essenciais na célula bacteriana.

Fonte: Adaptado de BURT (2004).

Em muitos casos as bactérias podem contrabalancear esses efeitos usando bomba iônica e a morte celular não ocorre, mas grande quantidade de energia é desviada para essa função e o crescimento bacteriano é reduzido (CALSAMIGLIA et

al., 2007). Dessa forma, mudanças na velocidade de crescimento resultam em mudanças na proporção das populações de bactérias no rúmen.

Bactérias gram positivas são mais susceptíveis a atividade antimicrobiana dos óleos essenciais, o que está diretamente relacionado a parede celular, uma vez que bactérias gram negativas dispõem da presença de uma membrana hidrofílica que atua como uma barreira. No entanto, substâncias de baixo peso molecular presentes em alguns óleos essenciais, como hidrocarbonetos alifáticos, ácidos, álcoois, aldeídos e ésteres acíclicos, fazem com que também atuem sobre bactérias gram negativas. Por difusão, essas substâncias transpõem a parede externa através das proteínas da membrana ou lipopolissacarídeos, chegando à parede celular interna da bactéria. Essa propriedade aumenta a dificuldade na manipulação da fermentação ruminal, uma vez que reduz a seletividade dos óleos essenciais (CALSAMIGLIA et al., 2007).

2.3.1.1 Óleos essenciais na nutrição animal

Vários são os OEs encontrados nas plantas, porém alguns deles, tais como o thymol (extraído do tomilho – *Thymus vulgaris*), carvacrol (extraído do orégano – *Origanum sativum*) alina e alicina (extraídos do alho – *Allium sativum*) já possuem sua funcionalidade conhecida.

Há relatos da atividade antibacteriana em meio de cultivo de diferentes OEs, e estes destacam alguns de seus compostos frente a bactérias patogênicas. Um dos principais óleos que contém maior potencial bacteriostático e bactericida é o de tomilho (*Thymus vulgaris*), família Lamiaceae. O óleo é rico em timol, com apreciável poder antisséptico e antioxidante, muito utilizado contra as afecções pulmonares e como estimulante digestivo. É conhecido também por timo, um dos componentes do orégano (*Origanum vulgare*), possui grande capacidade de interagir com a membrana da célula tornando-a permeável. Pode ser usado no combate a infecções de garganta e pulmonares, asma, febre dos fenos, na eliminação de parasitas, alívio de picadas, dores reumáticas e infecções fúngicas.

O cravacol (extraído do orégano – *Origanum sativum*) é um dos terpenos mais estudados no ambiente ruminal, ele é capaz de dissolver a dupla camada fosfolípídica da membrana celular, aliando-se entre os ácidos graxos, o que promove a formação de canais na membrana. Essa distorção na estrutura física da

membrana causa a expansão e desestabilização, aumentando a fluidez e a permeabilidade passiva (ULTEE et al., 2002).

Por fim segundo Feldberg et al., (1988), substâncias presentes no óleo de alho podem inibir a síntese de Ácido ribonucleico (RNA), Ácido desoxirribonucleico (DNA), e proteínas celulares. O óleo de alho tem a capacidade de reduzir também a produção de CH₄, ruminal *in vitro* (BUSQUET et al., 2005). Supõe-se que o efeito ocorra via ação direta a metanogênese, diminuindo as populações de *Archaea*, por inibição das enzimas 3-hidroxi-3metil-glutaril coenzima A redutase. Essa diminuição ocorre devido aos compostos organossulfurados encontrados no óleo de alho possuindo a capacidade de inibir estas enzimas, que são essenciais para a síntese das unidades isoprenóides formadoras da membrana lipídica das *Archaea*.

Os OEs têm sido foco de estudo na nutrição de ruminantes devido seu poder antimicrobiano e a capacidade de modificar a fermentação ruminal, inibindo a desaminação dos aminoácidos e provocando a redução da concentração amoniacal no rúmen.

As propriedades antimicrobianas dos óleos podem ter maiores expressões se o meio oferecer condições adequadas para a atuação. Cardozo et al., (2005), mostraram que a atividade antimicrobiana de vários óleos essenciais comporta-se como pH (potencial hidrogeniônico) dependente, tendo sua atividade potencializada em pH baixo, próximo de 5,5 devido ao estado indissociado (mais hidrofóbico) das moléculas ativas. Se o pH diminui, as moléculas tendem a se tornar não dissociadas, tornando-se mais hidrofóbicas, interagindo mais com as membranas celulares e exercendo o seu efeito antimicrobiano. Nesse mesmo pH (5,5) o cinamaldeído (óleo essencial da canela), aumentou a concentração total de AGCC e diminuiu a relação C₂:C₃. Em pH 7,0 este óleo exerceu o efeito oposto, diminuindo a concentração total de AGCC e aumentando a relação C₂:C₃.

Calsamiglia et al., (2007), mostram que doses elevadas podem ser prejudiciais (500 mg/L). Porém, doses moderadas, dependendo do composto ativo (50 e 500 mg/L), de alguns óleos essenciais foram capazes de modificar favoravelmente a fermentação ruminal, alterando o perfil de ácidos graxos, metanogênese e o metabolismo de proteínas.

Thompson (1996), demonstrou também a atividade antifúngica dos OEs. Da mesma forma Mahmoud (1994), determinou o efeito de 20 princípios ativos dos

óleos, sobre o crescimento, e produção de aflotoxinas de *Aspergillus flavus*, onde OEs de citral, citronela e eugenol impediram o crescimento de *A. flavus* e a produção de aflatoxina até os oito dias de incubação, no entanto após 15 dias, houve incremento da produção de toxinas.

Assim os fenóis de timol e carvacrol, seguidos pelo eugenol, foram os compostos com maior atividade antifúngica, uma vez que o mecanismo de atividade fenólica frente aos fungos baseia-se na inibição de enzimas fúngicas, possivelmente através das reações de um grupo sulfidril, ou através de interações específicas com proteínas (COWAN, 1999).

Em relação ao rompimento da membrana, os estudos com a molécula de carvacrol (princípio ativos dos óleos de tomilho e orégano), demonstraram efeito positivo na dilatação da membrana da bactéria de *Bacillus cereus* devido a maior fluidez dos lipídeos da membrana da célula e da interação com o a molécula de carvacrol, onde a dilatação da membrana citoplasmática provocou a sua desestabilização (ULTEE et al., 1999). Também Ultee (2000), sugeriu que a presença do grupo hidroxila na molécula de carvacrol, e timol, provocam a entrada de prótons e o escape de íons de potássio, (Figura 2) causando a diminuição do gradiente de pH, incrementando o gasto de ATP, e finalmente a morte celular da bactéria *Bacillus cereus*.

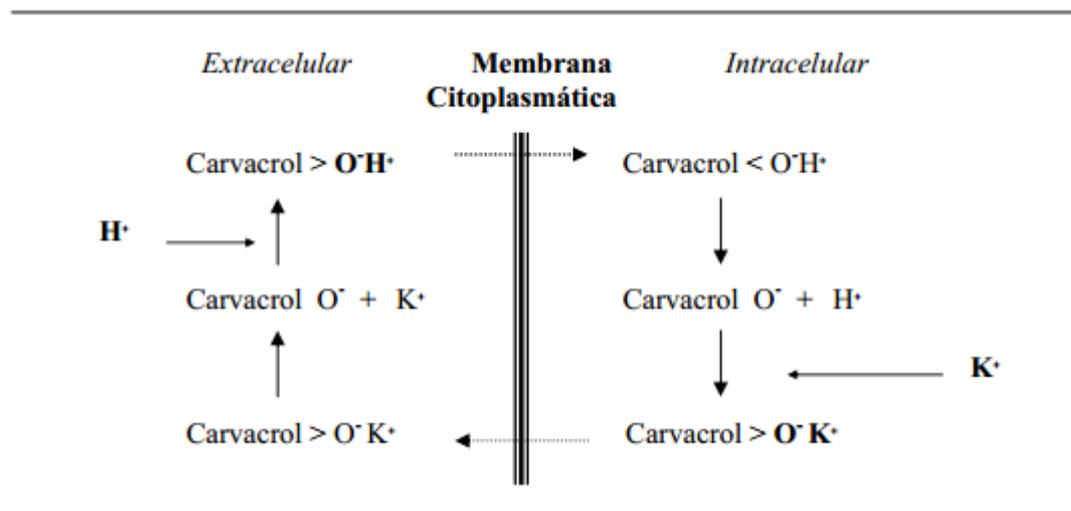


Figura 2- Esquema o mecanismo de ação sugerido para o carvacrol sobre a membrana citoplasmática.

Fonte: Adaptado de ULTEE et al., (2002)

É conhecido também, que a maior parte da atividade antimicrobiana dos óleos essenciais está diretamente ligada a seus compostos fenólicos. Esses compostos

em geral possuem uma grande atividade contra uma variedade de microrganismos, devido a seu caráter hidrofóbico. Alguns estudos, confirmam a importância do grupo hidroxila e sua localização na estrutura fenólica para obtenção de uma maior capacidade antimicrobiana (DORMAN e DEANS, 2000; ULTEE et al., 2002).

Em geral, apesar dos efeitos demonstrados, é relativamente pouca a quantidade de informações existentes para que os óleos essenciais apontem no mercado, e venham como uma solução aos ionóforos. Os estudos demonstram a necessidade de mais pesquisas sobre o assunto.

2.3.2 Saponinas

O nome saponina vem do latim *sapone* (*sabão*), e se origina do fato de muitas destas substâncias atuarem como detergentes, até mesmo produzindo espuma em meio aquoso.

É um surfactante natural produzido por plantas, mas também por alguns animais marinhos e bactérias, sendo que este componente apresenta importantes ações como, redução da taxa de colesterol e triglicerídeos sanguíneos, efeito imunogênico, redução da produção de amônia e controle de parasitas (FRANCIS et al., 2002; CHEEKE, P. 2002).

Entre as principais plantas com a presença de saponinas encontram-se a planta de *Yucca*, natural do México, *Quillaja saponária* (Chile), *Medicago sativa* (alfafa), mas pode-se encontrar saponinas em plantas mais conhecidas, como *Brachiaria decumbens*, Alcaçuz, Gíngibre, Centela, entre outras.

Saponinas são compostos de alto peso molecular nos quais açúcares (glucose, galactose, ácido glucurônico, arabinose, xilose ou raminose) estão ligados de forma covalente a uma aglicona hidrofóbica triterpenóide ou esteróide. Essa estrutura com uma parte lipofílica (triterpeno ou esteróide) e outra hidrofílica (açúcares) determina a propriedade de interagir com esteróides da membrana, acumulando-se ou formando poros e vesículas na membrana celular dos microrganismos, desestruturando a mesma (AUGUSTIN et al., 2001).

São classificadas de acordo com o número da aglicona (saponinas esteroidais e saponinas triterpênicas), pelo caráter ácido, básico ou neutro, ou quanto ao número de açúcares podendo ser monodesmossídicas (uma cadeia de açúcares), ou

bidesmosídicas (duas cadeias de açúcares), a maioria com ligação éter na hidroxila em C-3 e a outra com ligação éster (WINA et al., 2005).

Segundo Jentsch et al., (1961), o comportamento anfifílico das saponinas e a capacidade de formar complexos com esteróides, proteínas e fosfolípidos de membranas é que determinam um número variado de propriedades biológicas para essas substâncias, destacando a ação sobre membranas celulares, alterando a sua permeabilidade, ou causando sua destruição.

2.3.2.1 Saponinas na nutrição animal

A *Quillaja saponária* e a *Yucca schidigera* são as maiores fontes de saponinas utilizadas como aditivos em rações, sendo visados como principais objetivos a melhoria do desempenho, a redução da produção de amônia, e redução no odor de fezes de animais domésticos (DEMATTÊ FILHO, 2004).

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

Grandes concentrações de saponinas causam efeito direto sobre as bactérias metanogênicas, fazendo com que ocorra uma redução na produção de metano, reduzindo a atividade de genes reguladores da produção, ou da taxa de produção de em células metanogênicas.

As atividades biológicas da saponina são diversas, uma das ações muito conhecida é a formação de complexos insolúveis entre saponina e colesterol. As micelas são formadas pela ligação da porção hidrofóbica da saponina e do núcleo lipofílico do colesterol, reduzindo o colesterol do sangue através da inibição da recirculação entero- hepático do colesterol (CHEEKE, P.R., OTERO R., 2002).

Possuem também atividade antiprotozoário, pois formam complexos com o colesterol das membranas celulares dos protozoários, causando a lise celular (CHEEKE, 2002).

Os protozoários presentes no trato digestivo de ruminantes são grandes produtores de amônia, e algumas saponinas apresentam ação anti-parasítica contra estes protozoários, ligando-se às suas membranas celulares, o que diminui sua população, ocorrendo menor produção de amônia e aumento no aporte de proteína

metabolizável. Esse aumento ocorre devido o maior escape de bactérias para o intestino delgado uma vez que protozoários são predadores de bactérias, e com uma menor população protozoária no rúmen, a taxa de predação diminuí.

Porém um empecilho se estabelece quando ruminantes recebem dietas com altos teores de grãos, a eliminação dos protozoários pode reduzir a capacidade de absorção dos nutrientes, pois estes ingerem grande quantidade de amido evitando a rápida queda do pH ruminal.

Logo, a saponina e sua função de redução de amônia são fatores importantes para o impacto ambiental, e o bem estar animal (BEA), uma vez que grandes quantidades de amônia podem ser absorvidas causando uma sobrecarga no sistema hepático, aumento dos teores de amônia no sangue, inibição do ciclo de Krebs, consequentemente inibição da respiração celular, que vai causar ao animal a intoxicação, gerando desconforto, apatia, tremores musculares e fasciculações, salivação excessiva, dejeções (fezes e urina) frequentes, respiração rápida e difícil, desidratação, incoordenação, vocalização, enrijecimento dos membros, prostração, decúbito, tetania, meteorismo gasoso, midríase, nistagmo, convulsão, e consequentemente a morte do animal (ANTONELLI et al., 2009)

O aditivo pode interferir no metabolismo de nitrogênio ainda através de dois modos: inibindo a uréase e unindo-se com a uréia (formando um complexo uréia + aditivo). Esses dois sistemas de ações das saponinas são os principais responsáveis pela diminuição da amônia, porém recentemente foram observados que a presença da fração de polifenóis e resveratrol também apresentam a atividade de inibir a uréase (CHEEKE, P.R., OTERO, R., 2002).

Goel et al., (2008), observaram que a adição *in vitro* de saponinas não afetou a produção de metano e de AGCC no rúmen, no entanto o número de protozoários diminuiu de 10% a 39%. Foram observados também redução da população de fungos no rúmen (20-60%) e aumento de bactérias *Fibrobacter succinogenes* (21-45%) e *Ruminococcus flavefaciens* (23-40%). Segundo Busquet et al., (2005) a concentração de amônia diminui nas doses 300 e 3.000 mg/L do extrato de fenugreek e não foi alterada pelas doses de extrato de yucca.

Vale ressaltar que a atividade antiprotozoária das saponinas tem sido considerada como transitória. O que está relativamente ligado pela ação ocorrer devido a presença das cadeias núcleo e laterais da estrutura da saponina se estas

estiverem intactas. No entanto essas cadeias podem ser hidrolisadas por bactérias ruminais que removem o carboidrato das cadeias laterais causando a inatividade desse OEs (CHEEKE, 2000).

Alguns estudos mostram que a microbiota ruminal possa adaptar-se as saponinas, Ivan et al., (2004), constataram que houve redução da população de protozoários no rúmen de ovinos nos 11 primeiros dias com o uso de 200 g de *E. cyclocarpum*/dia, após 14 dias a população protozoária aumentou chegando a atingir um nível aproximado ao dos animais do grupo controle.

Uma vez que exista essa adaptação das bactérias ruminais, a estratégia para manutenção da atividade antiprotozoária seria o fornecimento de saponinas em intervalos programados. Cardozo et al., (2004), em estudo *in vitro* utilizando fermentador de fluxo contínuo verificou a adaptação da microbiota ruminal em seis dias à adição 7,5 mg/Kg de MS de extrato de yucca (8% de saponinas). Logo efeito de saponinas (yucca – 8% de saponinas) sobre a fermentação microbiana ruminal comportou-se como dependente do pH, assim como outros metabólitos secundários de plantas, em pH 5,5 a fermentação foi alterada favorecendo a produção de C₃, sendo energeticamente mais eficiente.

Segundo Cheeke e Otero, (2005), a permeabilidade das células da mucosa intestinal, também foi uma das ações observada em estudos favorecendo o transporte de nutrientes que eram impermeáveis às células. Gee et al., (1997), afirmaram que as saponinas alteram a absorção intestinal, porém isso pode ter consequências negativas, uma vez que algumas substâncias presentes nas dietas que normalmente não seriam absorvidas, podem aumentar o risco de sensibilização por antígenos da dieta. Saponinas também foram referidas como causadoras de despolarização da membrana intestinal, o que também gera alteração no padrão de permeabilidade (OLESZEK et al., 1994).

Algumas das maiores perdas na produção animal devido à queda de produtividade podem ser representadas pelos processos inflamatórios (70%) e devido à má absorção de nutrientes (30%), (LUNDEEN, 2004).

A saponina e suas diversas atividades trazem melhorias na produtividade animal, devido suas ações antiprotozoária, anti-inflamatória e a melhora na absorção de nutrientes, favorecendo o desenvolvimento das diferentes espécies.

2.3.3 Taninos

Taninos são polifenóis de origem vegetal com peso molecular alto, geralmente entre 500 e 3000 daltons. Sua função principal está a inibição a planta por herbívoros vertebrados e invertebrados, pela diminuição da palatabilidade, produção de compostos tóxicos a partir da hidrólise dos taninos e também por microorganismos patogênicos, e dificuldades na digestão (MELLO et al., 2001).

Taninos contêm suficientes grupos hidroxila fenólica, capazes de formar ligações cruzadas estáveis e precipitar vários tipos de proteínas, polissacarídeos e aminoácidos. Geralmente estão divididos de acordo com a estrutura química e são encontrados em dois grandes grupos: taninos hidrolisáveis e taninos condensados.

Taninos hidrolisáveis estão presentes nas famílias Choripetalae das dicotiledôneas, dicotiledôneas herbáceas e lenhosas (castanheiro, carvalho... etc), e são utilizados como fontes industriais de taninos.

Segundo Ferreira et al., (1997), taninos hidrolisáveis possuem um grupo poli-ol central (em sua maioria, é β -D- glicose, ácido quínico, e outros fenóis e glicósidos), e hidroxilas esterificadas pelo ácido gálico (parte fenólica), e são hidrolisados por ácidos ou bases fracas produzindo-se carboidrato e ácidos fenólicos.

Os taninos condensados são flavonóides oligoméricos ou poliméricos formados por polímeros de flavan-3-ol (ligação C4-C6 entre flavonóides) e unidades de catequina e galocatequina, que estão unidas por ligações C4-C8. Essas ligações (carbono-carbono) não são susceptíveis ao rompimento por hidrólise, apesar de muitos taninos condensados serem hidrossolúveis, outros monômeros também podem estar presentes (FERREIRA et al., 1997; MBUGUA, PEL, 2001).

Existem diferentes estruturas nos taninos condensados e hidrolisáveis o que determina o poder da atividade dos mesmos, uma vez que, os taninos hidrolisáveis são rapidamente degradados, metabolizados por microorganismos ou sofrem digestão gástrica em grupos fenólicos menores, sendo incapazes de reagirem com as proteínas (HAGERMAN et al.,1992). A molécula fenólica de baixo peso molecular dos taninos hidrolisáveis se intercala entre os espaços interfibrilares das proteínas ou macromoléculas, mas não forma ligações suficientes para assegurar a estabilidade da combinação. Desta forma, podem ser metabolizados por microorganismos ou sofrer digestão gástrica.

Cannas (1999), relata que alguns destes metabólitos podem ser tóxicos, causando hemorragias gastro-entéricas, principalmente em monogástricos

Já os taninos condensados podem interagir com as proteínas formando complexos. Um mol de tanino pode ligar-se a doze moles de proteínas, estes também possuem a habilidade de se ligar a outras macromoléculas, apresentando atividades tóxicas (MONTEIRO et al., 2005).

Segundo Bartolomé et al., (1995), taninos condensados estão presentes na fração da fibra alimentar de diferentes alimentos e podem ser considerados indigeríveis ou pouco digeríveis. Em leguminosas e cereais os taninos têm recebido grande atenção, por causa de seus efeitos adversos na qualidade nutricional, como cor e sabor (SALUNKHE et al., 1982). No entanto esses efeitos são reduzidos em ruminantes uma vez que estes são mais tolerantes aos taninos devido a ação dos microorganismos do rúmen, diminuirão os efeitos negativos dos compostos.

2.3.3.1 Taninos na nutrição animal

Dentre os principais alimentos com compostos de taninos na alimentação de ruminantes encontra-se o Sorgo (*Sorgum bicolor L. Moench*), um cereal de grande importância na nutrição, entretanto a planta produz compostos secundários, que tem a capacidade de interferir na digestão dos animais.

Quando a ingestão de taninos por ruminantes excede a capacidade de degradação dos microorganismos, a absorção dos compostos fenólicos presentes podem levar o animal a toxidez. Esse processo ainda não é muito conhecido, mais parece estar ligado com a necrose do fígado e dos rins, foto sensibilização ou até morte.

De acordo com McNeill et al., (1998), uma vez que são incapazes de ser degradados pelos microorganismos do rúmen, os taninos podem formar complexos com proteínas da mucosa digestiva, e proteínas dietéticas, causando o aumento das perdas de proteínas endógenas.

Dentre os principais efeitos negativos citados por Lenmuller et al., (1991), em estudos in vitro, foram constatados no metabolismo das proteínas (redução do conteúdo de amônia, inibição da atividade da uréase, inibição da proteólise de caseína), e no metabolismo de carboidratos (diminuição dos ácidos graxos de cadeia curta, da digestibilidade da matéria orgânica e da produção de gases).

Martin-Tanguy et al., (1977), relataram que taninos condensados provenientes de feijão-fava (*Vicia faba* L.) podem ser considerados como substâncias inibidoras de crescimento e responsáveis pela baixa digestibilidade de compostos nitrogenados. De acordo com os autores, os taninos podem afetar o crescimento dos animais por duas razões: por seu sabor adstringente influenciando o consumo e sua habilidade em se ligar a proteínas afetando a digestibilidade e inibindo a atividade enzimática.

Ao explicar a atividade de taninos no trato digestivo, Frutos et al., (2002), relatam que o principal efeito sobre as proteínas está na capacidade de formar ligações de hidrogênio, que são estáveis em pH entre 3,5 e 8, estes complexos dissociam-se quando o pH cai abaixo de 3,5 (como no abomaso, pH 2,5-3), ou eleva-se superior a 8 (como duodeno, pH 8). Logo a estabilidade do complexo depende também da afinidade entre o tanino e a macromolécula, determinando a reversibilidade do processo no intestino.

Apesar dos aspectos negativos, taninos também tem sido estudado como fontes positivas na seleção bacteriana.

A atividade antimicrobiana dos taninos está relacionada diretamente com seus compostos polifenólicos, que contêm grupos hidroxila em quantidade suficiente para permitir a formação de ligações estáveis. Agem por diferentes mecanismos, podendo inibir enzimas microbianas extracelulares como pectinases, celulases peroxidases, reduzindo a atividade fermentativa dos microrganismos ruminais (McSWEENEY et al., 2001).

Concentrações diferentes de taninos condensados podem agir de forma benéfica. Aerts et al., (1999), demonstram resultado com de experimentos com doses de 2-5% de *Lotus corniculatus*; 6-10% de *Lotus pedunculatus* e 12% de *Acacia aneura*, onde foram observados os seguintes resultados: quando os animais consumiram 4 a 6% de taninos condensados houve aumento na absorção intestinal de aminoácidos (metionina e cistina), na produção de lã, taxas de ovulação, e produção e quantidades de proteína do leite. Com o consumo de 8 a 10% em rações, houve a redução do consumo, da digestibilidade e da absorção de nitrogênio e aminoácidos, assim como redução na produção de lã e leite.

Segundo Waghorn (1990), taninos condensados ao nível de 2 a 5% aumentaram a absorção aparente de aminoácidos essenciais pelo intestino de ovinos.

Mezzomo et al., (2011), demonstram que o uso de taninos condensados (0,4% da MS) como aditivo em dieta de bovinos com alto nível de concentrado (87% da MS) e farelo de soja como fonte de proteína verdadeira, apresentou efeitos positivos sobre a utilização da proteína bruta.

Os maiores benefícios dos taninos condensados na nutrição animal, se encontram na proteção das proteínas da degradação ruminal e na prevenção do timpanismos (GETACHEW, 1999).

Logo, ambos os efeitos benéficos e antinutricionais de taninos estão ligados a sua capacidade de formar complexos com outras moléculas orgânicas, o poder de adaptação e aproveitamento dessas propriedades pelos ruminantes fazendo com que os taninos se tornem uma importante ferramenta, para tornar os sistemas de produção mais sustentáveis e eficientes.

2.4 Extratos vegetais de plantas do cerrado

O cerrado brasileiro é considerado o segundo maior bioma, ocupando 21% do território nacional, ficando atrás somente da Amazônia (KLINK e MACHADO, 2005).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (2014), do ponto de vista de diversidade biológica, o Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo, abrigando 11.627 espécies de plantas nativas já catalogadas, das quais 220 espécies têm uso medicinal. Nestas há grande potencial que merece ser explorado e inserido nas tecnologias de produção da carne bovina brasileira e mundial

Atualmente está sendo executado um projeto pertencente a rede de Produção animal sustentável, que abrange pesquisas sobre extratos de plantas do cerrado na produção animal, realizado nos estados de Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.

O objetivo do projeto está firmado com a proposta de formar uma rede estruturada na região Centro-Oeste, visando à formação de recursos humanos, fortalecimento de grupos de pesquisas, e gerar produtos agro extraídos da biodiversidade do cerrado para o desenvolvimento sustentável da produção animal.

A rede é formada por cinco universidades federais localizadas em todas as unidades da federação do Centro-Oeste brasileiro, composta por seis cursos de pós-graduação instalados com conceitos 3 e 4 e um novo programa em fase de avaliação pela CAPES.

Dentre os programas todos de modalidade acadêmica existem três com mestrado e doutorado. Os pesquisadores que farão parte da rede serão especialistas na área de nutrição de ruminantes, nutrição de monogástricos, estatísticos, farmacêuticos e economistas. Além das instituições públicas participantes conta com a participação de empresas privadas e organizações não governamentais.

Os cursos de pós-graduação que farão parte da rede possuem suas datas de início diversificadas, entretanto a maioria tem o tempo de fundação menor que cinco anos. Um grupo de pesquisa que fará parte da rede busca junto a CAPES a realização de um novo curso de pós-graduação e outro grupo a criação do doutorado. O projeto conta ainda com 12 subprojetos sendo eles:

- 1) Extração de Bioprodutos de Plantas do Cerrado e Aplicação na Produção Animal Sustentável;
- 2) Avaliação de bioprodutos do cerrado na nutrição de bovinos de corte e leiteiro confinados;
- 3) Avaliação de bioprodutos do cerrado para bovinos de leite em sistema de pastejo;
- 4) Avaliação de bioprodutos do cerrado para bovinos de corte em sistema de pastejo com suplementação mineral-proteica;
- 5) Avaliação de bioprodutos do cerrado nas atividades de cria e recria de bovinos de corte oriundos de cruzamento industrial;
- 6) Digestibilidade, avaliações ruminais, comportamento e desempenho de ovinos e bovinos suplementados com bioprodutos do cerrado;
- 7) Atividade antioxidante de bioprodutos do cerrado: estabilidade oxidativa e qualidade da carne de frango e dos ovos;
- 8) Avaliação de bioprodutos do cerrado para frangos de corte e poedeiras comerciais: Desempenho e saúde intestinal;
- 9) Avaliação de bioprodutos do cerrado para frangos de corte e poedeiras comerciais: avaliação nutricional e metabólica;
- 10) Efeitos de extratos vegetais de plantas do cerrado sobre a imunidade de frangos de corte desafiados com *Escherichia colipatogênica*;

- 11) Uso de bioprodutos do cerrado no controle da sarna sarcóptica em suínos;
- 12) Avaliação da toxicidade aguda e subaguda de bioprodutos de plantas do cerrado aplicadas à produção animal;

O intuito é avaliar a *Pterodon emarginatus* Vogel (Fabaceae), também chamada de Sucupira, o óleo dos frutos e extratos das cascas dos caules apresentam propriedades antimicrobiana, antiinflamatória, analgésica e antirreumática. Onze compostos já foram identificados no óleo essencial dos frutos de sucupira, sendo os principais compostos com concentrações superiores a 5% foram *trans*-cariofileno (35,9%), β -elemeno (15,3%), germacreno-D (9,8%), α -humuleno (6,8%), biciclogermacreno (5,5%) e espatulenol (5,9%). (DUTRA et al. 2012)

Silva et al., (2005) constataram também o potencial antimicrobiano do óleo bruto do fruto de sucupira sobre o desenvolvimento de microrganismos fitopatogênicos, e contra alguns fungos (*Alternaria brassicae*, *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Ceratocystis fimbriata*), bactérias gram positivas (*Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*) e gram negativas (*Xanthomonas campestris* pv. *Campestris*, *Pseudomonas syringae*).

O óleo de sucupira apresenta potencial antimicrobiano e além do uso medicinal pode ser usado como modulador da fermentação ruminal.

A Copaíba - *Copaifera langsdorffii* Desf. (Fabaceae) apresenta uma óleo-resina nos caules com alto teor de sesquiterpenos (óleos essenciais). Várias atividades biológicas já foram descritas para este óleo-resina como: antiinflamatória, antitumoral, antiulcerogênica, cicatrizante, cercaricida e antimicrobiana.

Pieri et al., (2012) mostraram que três espécies de bactérias gram negativas (*E. coli*, *P. aeruginosa* e *S. flexneri*) e uma espécie gram positiva (*S. aureus*) foram inibidas pela concentração de duas soluções final de 10% de óleo, sendo uma de *C. langsdorffii* e outra de *C. officinalis*.

Mendonça et al., (2009), mostraram que óleo resina de *Copaifera multijuga* Hayne também possuiu capacidade de inibir o crescimento de bactérias, apresentando com isso uma concentração inibitória mínima de 1,56; 3,12 e 12,5% para *E. coli*, *S. aureus* e *P. aeruginosa*, respectivamente.

Os óleos de Barbatimão - *Stryphnodendron adstringens* (Martius) Coville (Fabaceae) e Pacari - *Lafoensia pacari* A. St.-Hill (Lythraceae): apresentam alto teor

de taninos nas cascas dos caules sendo descritas atividades biológicas como antiinflamatória, antiulcerogênica, cicatrizante e antimicrobiana. (Produção animal sustentável, 2010).

O extrato hidro alcoólico da casca do caule de barbatimão apresentou atividade antimicrobiana contra bactérias gram positivas: *Staphylococcus aureus* e *Streptococcus pyogenes*; e gram negativas: *Escherichia coli*, *Providencia* spp., *Proteus mirabilis* e *Shigella sonnei*, porém, não inibiu o crescimento de uma gram negativa (*Pseudomonas aeruginosa*) (GONÇALVES et al., 2005).

Quanto ao óleo de Pacari Lima et al., (2006), comprovaram que há atividade antimicrobiana do extrato etanólico das folhas de *L. pacari* contra bactérias gram positivas (*Staphylococcus aureus*). Porfírio et al., (2009) verificaram um espectro de ação do extrato hidroalcoólico obtido das folhas e da casca do caule de *L. pacari* contra 42 linhagens de bactérias gram positivas (*Staphylococcus aureus*) e gram negativas (*Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*).

No geral através destas plantas o projeto busca o desenvolvimento de bioprodutos que atuem na fermentação ruminal, exercendo a mesma, ou função parecida a dos aditivos.

Deu se início na Universidade Federal de Goiás (UFG) a pesquisa sobre, “Avaliação de bioprodutos do cerrado na nutrição de bovinos de corte e leiteiro confinados”. Os bioprodutos foram extraídos pela equipe de pesquisadores da Faculdade de Farmácia da UFG.

Dez fermentadores de fluxo contínuo foram montados para avaliação da melhor dose de utilização dos bioprodutos, através da digestibilidade *in vitro*, onde serão testados quatro bioprodutos para determinar a sua melhor dose nas dietas.

Os resultados desses experimentos serão utilizados para seleção dos tratamentos dos próximos experimentos *in vivo* e de desempenho com bovinos e ovinos, buscando identificar a melhor dosagem, para o uso desses aditivos naturais e conseqüentemente a inserção dos mesmos no mercado produtor.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manipulação da microbiota ruminal pode ser realizada com sucesso, se essa for feita dentro dos princípios da ecologia microbiana, respeitando a fisiologia e o modo de ação de cada espécie, para que não gere prejuízos a fermentação.

Através dos métodos já existentes e dos métodos em estudo discutidos na revisão, pode se atingir resultados controlados e eficientes sobre a produção animal, que irão suprir as necessidades de tecnologias para a produção e a demanda futura.

No entanto é importante salientar que as muitas tentativas de manipular a fermentação ruminal visando o aumento da produção, ganho de peso ou qualquer outro benefício zootécnico, só será eficiente se estas novas tecnologias tiverem a capacidade de ação seletiva e específica em manipular a microbiota ruminal favorecendo os processos metabólicos benéficos e diminuir processos prejudiciais.

O uso de extratos de plantas como manipuladores da fermentação ruminal pode ser uma alternativa economicamente importante para incrementar o índice de produtividade animal e romper as barreiras comerciais existentes. Muitos estudos já têm sido realizados e o investimento em novas pesquisas se faz válido uma vez que a atividade tem se mostrado sustentável, funcional, e uma grande oportunidade para o crescente desenvolvimento do país.

4 REFERÊNCIAS BICLIOGRÁFICAS

AERESTRUP FM. Occurrence of glycopeptide resistance among *Enterococcus faecium* isolates from conventional and ecological poultry farms. *Microbiology Drugs Resistent*, vol 1, nº 3, p.255-257, 1995 Fall;1(3):255–257.

AERTS, T. J.; BARRY, T. N.; MCNABB, W. C. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. *Agriculture, ecosystems and environment*, v. 75, p. 1-12, 1999.

BRASIL-DEMANDA MUNDIAL POR ALIMENTOS;
<<http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Economia%20em%20foco/ECONOMIA%20EM%20FOCO%2024.01.2012.pdf>> Acesso em 20 de jun de 2014 as 14:08.

DAVID. M. A; SILVA. P.S Alimentos e cinética química;
<http://crv.educacao.mg.gov.br/sistema_crv/documentos/md/em/quimica/2010-08/md-em-qu-10.pdf> Acesso em 10 de jun de 2014.

ANTONELLI. A. C; TORRES. G. A. S; MORI. C. S; SOARES. P. C; MARUTA. C. A ; ORTOLANI. E. L.; *Braz. J. vet. Res. anim. Sci.*, São Paulo, v. 46, n. 1, p. 69-76, 2009)

ARAUJO, R.C. **Óleos essenciais de plantas brasileiras como manipuladores da fermentação ruminal in vitro**. 2010. 178 f. Tese (Doutorado em Ciências). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

AUGUSTIN, M.A. et al. Microencapsulation of food ingredients. **Food Australia**, v.53, p.220-223, 2011.

BARTOLOMÉ, B., JIMÉNEZ-RAMSEY, L.M., BUTLER, L.G. **Nature of the condensed tannins present in the dietary fibre fractions in foods**. *Food Chemistry*, Barking, v.53, n.4, p.357-362, 1995.

BELLAVER, C. O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar. In: **CONGRESSO MERCOSUL DE PRODUÇÃO SUÍNA**, 2000, Buenos Aires. Anais... Buenos Aires: FCV, UBA; FAV, UNRC; EMBRAPA, 2000. p. 93-108.

BIAVATTI, M.W.; DOSSIN, D.; DESCHAMPS, F.C.; LIMA, M.P. Análise de óleos-resinas de copaíba: contribuição para o seu controle de qualidade. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v.16, n.2, p.230-235, 2006

BOUSQUET, P., P. CIAIS, J.B. MILLER, E.J. DLUGOKENCKY, D.A. HAUGLUSTAINE, C. PRIGENT, G.R. VAN DER WERF, P. PEYLIN, E.G. BRUNKE, C. CAROUGE, R.L. LANGENFELDS, J LATHIÈRE, F. PAPA, M. RAMONET, M. SCHMIDT, L.P. STEELE, S.C. TYLER, and J. WHITE, 2006: **Contribution of anthropogenic and natural sources to atmospheric methane variability**. *Nature*, 443, 439-443, doi:10.1038/nature05132.

BURT, S. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, v.94, p.223–253. 2004.

BUSQUET, M.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; CARRO, M. D.; KAMEL, C. Effect of Garlic Oil and Four of its Compounds on Rumen Microbial Fermentation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.88, n. 12, p.4393–4404, 2005

CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P. W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A. Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 6, p. 2580–2595, 2007

CANNAS, A. **Tannins: fascinating but sometimes dangerous molecules**. *Itaka*, 1999.

CARDOZO, P. W.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; et al. 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.

CARDOZO, P. W.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; KAMEL, C. Screening for the effects of natural plant extracts at different pH on in vitro rumen microbial fermentation of a high-concentrate diet for beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.83, n.11, p.2572–2579, 2005

CASTRO-MONTOYA, J.; CAMPENEERE, S.; VAN RANST, G.; FIEVEZ, V. Interactions between methane mitigation additives and basal substrates on in vitro methane and VFA production. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.176, n.1, p.47– 60, 2012.

CHALUPA, W. 1988. Manipulation of rumen fermentation. pp 308-322. In Harensing, H., and D.J.A. Cole (Eds). **Recente Developments in Ruminant Nutrition 2**. Butterworthd. UK

CHEEKE PR. Actual and potential applications of *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* saponins in human and animal nutrition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, n. Especial Supplemt, p.1–10, 2000.

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.

CHEEKE, P.R. ;OTERO, R. *Yucca*, *Quillaja* may have role in animal nutrition, *Feedstuffs*, v.77, n.3, January 17, 2005. CHEEKE, P.R. Actual and potential applications of *yucca schidigera* and *quillaja saponaria* saponins in human and animal nutrition. **II Simposio sobre ingredientes na alimentação animal**, CBNA-Uberlândia, MG, p. 217-229, 2002

COMMISSION EUROPÉENNE. Rapport d'une mision realisee au bresil du 15 au 25 mars 1999 concernant le controle des residus dans les animaux vivants et leurs produits. XXIV/1043/99-MR-BR-final (02/07/99). 11p. 1999.

COSENTINO, S., TUBEROSO, C.I.G., PISANO, B., SATTA, M., MASCIA, V., ARZEDI, E., PALMAS, F., 1999. **In vitro antimicrobial activity and chemical composition of Sardinian Thymus essential oils**. **Letters in Applied Microbiology** 29, 130 – 135

COWAN, M. M. **Plant products as antimicrobial agents**. *Clinical Microbiology Reviews*, Washington, v. 12, n. 4, p. 564-582, out., 1999.

DEMATTE 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

DORMAN, H. J. D.; DEANS, S. G. Antimicrobial agents from plants: Antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal Applied Microbiology**, Oxford, v.88, n.2 p 308–316, 2000.

DUTRA, R.C.; PITTELLA, F.; DITZ, D.; MARCON, R.; PIMENTA, D. S.; LOPES, M. T. P.; RAPOSO, N. R. B. Chemical composition and cytotoxicity activity of the

essential oil of *Pterodon emarginatus*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v.22, n.5, p. 971-978, 2012.

ECONOMIA EM
FOCO<<http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Economia%20em%20foco/ECONOMIA%20EM%20FOCO%2024.01.2012.pdf>>Acesso:28 mai. 2014, 22:54:03

FELDBERG, R.S, CHANG, S.C, KOTIK, A.N, et al. In **vitromechanism of inhibition of bacterial growth by allicin**. **Antimicrob Agents Chemother** 1988;32: 1763-8.

FERREIRA,F.; VÁSQUEZ, A.; GÜNTNER, C.; MOYNA, P. Inhibition of the passive diffusion of cholic acid by *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Saponins. Phytotherapy Research** , v.11, n.1, p.79-81, 1997

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

FRUTOS, P.; HERVÁS, G.; RAMOS, G.; GIRÁLDEZ, F. J.; MANTECÓN, A. R. Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. **Animal Feed Science and Technology**, v. 95, n. 3, p. 215-226, 2002

GABBI, A.M. **Aditivo fitogênico na alimentação de novilhas leiteiras da Raça Jersey: parâmetros zootécnicos, hematológicos e comportamentais**. 2004. 70 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul- RS

GEE, M. A., HEUSER, J. E. and VALLEE, R. B. (1997). **An extended microtubule binding structure within the dynein motor domain**. *Nature* 390, 636-639

GERACI, J.I.; GARCIARENA, A.D.; GAGLIOSTRO, G.A.; BEAUCHEMIN, K.A.; COLOMBATTO, D. Plant extracts containing cinnamaldehyde, eugenol and capsicum oleoresin added to feedlot cattle diets: Ruminal environment, short term intake pattern and animal performance. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.176, n.1-4, p. 123-130, 2012.

GATACHEW, G. **Tannins in tropical multipurpose tree species**: localization and qualification of tannins using histochemical approaches and effects of tannins on in vitro rumen fermentation. Stuttgart: Verlag Ulrich E. Grauer, 1986p. 1999.

GIBB, D.J.; MOUSTAFA, S.M.S.; WIEDMEIER, R.D.; MCALLISTER, T.A. Effect of salinomycin or monensin on performance and feeding behavior of cattle fed wheat or barley-based diets. **Canadian Journal of Animal Science**. Ottawa, v.81, n 2, p.253-261, 2001.

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

GONÇALVES, A.L.; ALVES FILHO, A.; MENEZES, H. Estudo comparativo da atividade antimicrobiana de extratos de algumas árvores nativas. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.72, n.3, p.353-358, 2005.

HAGERMAN A.; ROBBINS, C. H. T.; WEERASURIYA, Y.; WILSON, T. C.; MCARTHUR, C. Tannin chemistry in digestion. **Journal of Range Management**, Cidade, v.45, n.1, p. 57-62, 1992.

IVAN, M.; MIR, PS; MIR, Z.; Entz, T.; ELE, ML; MCALLISTER, TA, 2004. **Efeitos de sementes de girassol na dieta sobre os protozoários no rúmen e no crescimento de cordeiros**. Br. J. Nutr, 92 (2):. 303-310

JENTSCH K, SPIEGL P, FUCHS L. **Vergleichende Untersuchung der anthelminthischen Wirksamkeit von Saponinen in vitro**. **Arzeimittelforsch**, v.11, 413-414p, 1961.

JOHNSON K.A.; JOHNSON D.E. Methane emissions from Cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2483-2492, 1995.

JUKES, T.H. The history of the antibiotic growth effects of antibiotics. *Pharmacology Revision*, 5, p381-420, 1887.

KAMEL, C. 2001. Tracing modes of action and roles of plant extracts in non-ruminants. Pages 151-165 In: **Recent Advances in Animal Nutrition** P.C Garnsworthy, and J. Wiseman, ed Nottingham. Univ. Press. UK.

KAMRA, D.N.; AGARWAL, N.; CHAUDHARY, L.C. Inhibition of ruminal methanogenesis by tropical plants containing secondary compounds. **International Congress Series**, Amsterdam, v. 1293, p. 156-163, 2006

KLEVENHUSEN, F.; MURO-REYES, A.; KHIAOSA-ARD, R.; METZLER-ZEBELI, B.U.; ZEBELI, Q. A meta-analysis of effects of chemical composition of incubated diet and bioactive compounds on in vitro ruminal fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.176, n.1-4, p.61– 69, 2012.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. **A conservação do Cerrado brasileiro**. MEGADIVERSIDADE , v.1 , n.1 , julho, 2005.

LANNA, D. P. D.; MEDEIROS, S. R. Uso de aditivos na bovinocultura de corte. In: SANTOS, F. A. P.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. Requisitos de qualidade na bovinocultura de corte. Piracicaba: FEALQ, 2007, cap. 15, p. 297-324.

LENMULLER, S. E., SUKHDEO, H., MENKE, K. **Tannins in ruminant feedstuff**. **Animal Research and Development**, v.33,p.9 – 62, 1991.

Lima, IO, Oliveira RAG, Lima EO, Farias NMP, Souza EL 2006a. Atividade antifúngica de óleos essenciais sobre espécies de Candida. Rev Bras Farmacogn 16: 197-201

LUNDDEN, T. **Inflammatory responses may alter nutritional requirements**. **Feedstuffs**, v.76, n. 10, Oct.4, 2004.

MAHMOUD, M.I., 1994. **Physicochemical and functional properties of hydrolysates in nutritional products**. **Food Technol.**, 48: 89-95.

MARTIN-TANGUY, J., GUILLAUME, J., KOSSA, A. Condensed tannins in horse bean seeds: chemical structure and apparent effects on poultry. **Journal of the Science and Food Agriculture**, Oxford, v.28, n.8, p.757-765, 1977.

MBUGUA D. M.; PELL A. N. Analysis of condensed tannins: a review. **Anim., Feed Sci. Techn.**, v.91, p.21-40, 2001.

McNEILL, D.M.; OSBORNE, N.; KOMOLONG, M.K.; NANKERVIS, D. Condense tannins in the Genus *Leucena* and their nutritional significance for ruminants. In: SHELTON, H.M.; GUTERINDGE, R.C.; MULLEN, B.F.; BRAY, R.A. (Ed.) **Leucena – Adaptation, quality and forming system**. Canberra: ACIAR, p. 205-214. (ACIAR Proceedings. 86), 1998.

McSWEENEY, C.A.; PALMER, B.; MCNEILL, D.M.; KRAUSE, D.O. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. **Animal feed Science and Technology**, Amsterdam, v.91, p. 83-93, 2001.

MELLO, J. P. C.; SANTOS, S. C. Em **Farmacognosia**: da planta ao medicamento; SIMÕES, C. M. O.; SCHENCKEL, E. P., orgs.; Ed. UFSC: Porto Alegre; 3ª ed., 2001.

MENDONÇA, D. E.; ONOFRE, S. B. Atividade antimicrobiana do óleo-resina produzido pela copaiba – *Copaifera multijuga* Hayne (Leguminosae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v.19, n. 2B, p. 577-581, 2009.

MERTENS, D.R. 1994. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Winsconsin: American Society of Agronomy. p.450-493.

MEZZOMO, R.; PAULINO, P.V.R.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; MONNERAT, J.P.I.S.; DUARTE, M.S.; SILVA, L.H.P.; MOURA, L.S. Influence of condensed tannin on intake, digestibility, and efficiency of protein utilization in beef steers fed high concentrate diet. **Livestock Science**, v.141, n.1, p.1–11, 2011.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO-SISLEGIS Disponível

em:<<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=2113570100>> Acesso em 20 maio. 2014, 22:44:35.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE <<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>> Acesso: 28 mai. 2014, 22:56:20

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, AMORIM E. L. **Taninos: uma abordagem da química à ecologia**. Química Nova, São Paulo, v.28, n.5, p.892-896, 2005.

NAGAJARA, T.G, GODFREY, S.I., WINSLOW, S.W.; ROWE, J.B. Responses in ciliated protozoa and rumen fermentation in sheep supplemented with barley plus virginiamycin. **Australia Journal Agricultural Resource**, 46, 1137-47 , 1996.

NRC. Nutrient Requirements of Swine, 10th ed. Washington. DC: National Academy Press, 1998, 1998

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**, v.65, p. 35–39, 1994

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS <<http://www.onu.org.br/populacao-mundial-deve-atingir-96-bilhoes-em-2050-diz-novo-relatorio-da-onu/>> Acesso em 03, jun.2014, 22:38:02

PERES, Lázaro E. P. In: **Metabolismo secundário**. São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2004

PIERI, F.A.; SILVA, V.O.; SOUZA, C.F.; COSTA, J.C.M.; SANTOS, L.F.; MOREIRA, M.A.S. Antimicrobial profile screening of two oils of *Copaifera* genus. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.64, n.1, p.241-244, 2012

PORFÍRIO, Z.; MELO-FILHO, G.C.; ALVINO, V.; LIMA, M.R.F.; SANT’ANA, A. E.G. Atividade antimicrobiana de extratos hidroalcoólicos de *Lafoesia pacari* A. St.-Hil., Lythraceae, frente a bactérias multirresistentes de origem hospitalar. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, Maringá, v.19, n.3, p.785-789, 2009.

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. **Mini-review: the effect of ionophores on ruminal fermentation**. Applied and Environmental Microbiology, Washington, v. 55, n. 1, p. 1-6, 1989.

SALUNKHE, D.K., JADHAV, S.J., KADAM, S.S., CHAVAN, J.K. **Chemical, biochemical, and biological significance of polyphenols in cereals and legumes**. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, Boca Raton, v.17, n.3, p.277-305, 1982

SCAN, Scientific Committee for Animal Nutrition. Regulation of the European Parliament, as Feed Additives, 10 July 2002.

SELINGER, L. B., FOSBERG, C. W., CHENG, K. J. The rumen: a unique source of enzymes for enhancing livestock production. *Anaerobe*, v. 2, p. 263-284, 1996

SCHELLING, G.T. Monensin mode of action in the rumen. *Journal. Animal Science.*, v.58, p.1518-1527, 1984

SEVEN BILLION AND GROWING: THE ROLE OF POPULATION POLICY IN ACHIEVING SUSTAINABILITY; **United Nations Department of Economic and Social Affairs Technical Paper (OCDE) No. 2010/3**

SILVA, I. D.; TAKATSUKA, F. S.; ROCHA, M. R.; CUNHA, M. G. Efeito do extrato de sucupira (*Pterodon emarginatus* Vog.) sobre o desenvolvimento de fungos e bactérias fitopatogênicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.2, p.109-115, 2005.

SOLIVA, C.R.; AMELCHANKA, S.L.; DUVAL, S.M.; KREUZER, M. Ruminal methane inhibition potential of various pure compounds in comparison with garlic oil as determined with a rumen simulation technique (Rusitec). **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.106, n.1, p. 114–122, 2011.

THOMPSON D P. **Inhibition of growth of mycotoxigenic *Fusarium* species by butylated hydroxyanisole and/or carvacrol**. *J Food Prot.* 1996;59:412–415.
taos: uma abordagem da química à ecologia. *Quim. Nova*, v. 28, n. 5, p.892-896, 2005

ULTEE, A., KETS, E.P.W., ALBERDA, M., HOEKSTRA, F.A., SMID, E.J., 2000a. **Adaptation of the food-borne pathogen *Bacillus cereus* to carvacrol**. *Archives of Microbiology* 174 (4), 233 – 238.

ULTEE, A., KETS, E.P.W., SMID, E.J., 1999. **Mechanisms of action of carvacrol on the food-borne pathogen *Bacillus cereus***. *Applied and Environmental Microbiology* 65 (10), 4606 – 4610.

ULTEE, A.; BENNINK, M.H.J.; MOEZELAAR, R. The phenolic hydroxyl group of carvacrol is essential for action against the food-borne pathogen *Bacillus cereus*. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.68, n.4, p.1561-1568, 2002

USDA Agricultural Projections to 2023. Office of the Chief Economist, World Agricultural Outlook Board, U.S. Department of Agriculture. Prepared by the Interagency Agricultural Projections Committee. Long-term Projections Report OCE-2014-1, 97 pp

WAGHORN, G.C., W.T. JONES, I.D. SHELTON, and W.C. McNabb. 1990. Condensed tannins and the nutritive value of herbage. *Proc. N.Z. Grassl. Assoc.* 51:171-176.

WALLACE, R.J. et al. Natural products as manipulators of rumen fermentation. *Asian Australian Journal of Animal Science*, v.15, p.1458–1468, 2004.

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** , v.53, n.21, p.8093–8105, 2005.

WOODFORD, N.; A. M. A. ADEBIYI; M. F. I. PALEPOU; B. D. COOKSON. Diversityof Van A Glycopeptide Resistance Elements **in EnterococcfromHumans andNonhuman Sources. Antimicrobial Agents and Chemotherapy.** 42(3): 502-508.1998.

YANG, W. Z.; BENCHAAR, C.; AMETAJ, B. N.; CHAVES, A. V.; HE, M. L.; MCALLISTER, T. A. Effects of garlic and juniper berry essential oils on ruminal fermentation and on the site and extent of digestion in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n.12, p. 5671-5681. 2007.