

Extratos Vegetais como Moduladores da Fermentação Ruminal



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 331

Extratos Vegetais como Moduladores da Fermentação Ruminal

*Flávia Martins de Souza
Fernando Brito Lopes
Eduardo da Costa Eifert
Cláudio Ulhôa Magnabosco
Marcos Fernando Oliveira e Costa
Ludmilla Costa Brunes*

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente no link:
http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/versaomodelo/html/2016/doc/doc_331.shtml

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza
Caixa Postal 08223, CEP 73310-970 Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898, Fax: (61) 3388-9879
www.embrapa.br/cerrados
www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Marcelo Ayres Carvalho*
Secretária executiva: *Marina de Fátima Vilela*
Secretárias: *Maria Edilva Nogueira*
Alessandra Silva Gelape Faleiro

Supervisão editorial: *Jussara Flores de Oliveira Arbues*
Revisão de texto: *Jussara Flores de Oliveira Arbues*
Normalização bibliográfica: *Shirley da Luz Soares Araújo*
Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*
Capa: *Leila Sandra Gomes Alencar*
Ilustração da capa: *Flávia Martins de Souza*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Sousa*
Alexandre Moreira Veloso

1ª edição

1ª impressão (2016): 30 exemplares
Edição online (2016)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) **Embrapa Cerrados**

E96 Extratos vegetais como moduladores da fermentação ruminal / Flávia Martins de Souza... [et al.]. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2016.

42 p. – (Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111, ISSN online 2176-5081, 331).

1. Fermentação ruminal. 2. Óleos essenciais. 3. Extratos vegetais. 4. Saponinas. 5. Tatinos. 6. Nutrição de ruminantes. I. Souza, Flávia Martins de. II. Lopes, Fernando Brito. III. Eifert, Eduardo da Costa. IV. Magnabosco, Cláudio Ulhôa. V. Costa, Marcos Fernando Oliveira e. VI. Brunes, Ludmilla Costa. VII. Série.

636.085 – CDD 21

© Embrapa 2016

Autores

Flávia Martins de Souza

Zootecnista, doutora em Zootecnia,
estagiária da Embrapa Arroz e Feijão,
Santo Antônio de Goiás, GO

Fernando Brito Lopes

Zootecnista, doutor em Ciência Animal,
pesquisador da Universidade de Wisconsin,
Madison-WI, EUA

Eduardo da Costa Eifert

Agrônomo, doutor em Zootecnia, pesquisador da
Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Cláudio Ulhôa Magnabosco

Zootecnista, doutor em Ciências Biológicas,
pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Marcos Fernando Oliveira e Costa

Médico-veterinário, doutor em Fisiologia Animal,
pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo
Antônio de Goiás, GO

Ludmilla Costa Brunes

Zootecnista, doutoranda em Zootecnia, estagiária
da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de
Goiás, GO

Apresentação

Muitas plantas são empregadas medicinalmente por causa do poder antimicrobiano que podem apresentar. Cerca de 48% dos medicamentos utilizados na indústria terapêutica advêm direta ou indiretamente de produtos naturais.

Atualmente, o emprego desses bioprodutos vem crescendo, o que impulsiona investigações científicas em diversas áreas, com o objetivo de atender a demanda do mercado, inclusive na produção de alimentos de origem animal.

Cada vez mais a biossegurança alimentar tem se tornado foco no sistema produtivo. Muitas técnicas e biotecnologias têm sido desenvolvidas e implantadas com o propósito de melhorar a eficiência do sistema de produção animal e produzir alimentos saudáveis para população. Sendo assim, os extratos vegetais podem ser úteis na alimentação animal, a fim de promover ou melhorar o desempenho animal e garantir a qualidade do produto final.

Claudio Takao Karia

Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Introdução.....	9
Saponinas	12
Utilização de saponinas na nutrição de ruminantes	15
Taninos.....	18
Utilização de taninos na nutrição de ruminantes.....	20
Óleos Essenciais	25
Utilização de óleos essenciais na nutrição de ruminantes	28
Considerações Finais	32
Referências	33
Abstract.....	42

Extratos Vegetais como Moduladores da Fermentação Ruminal

*Flávia Martins de Souza; Fernando Brito Lopes;
Eduardo da Costa Eifert; Cláudio Ulhôa
Magnabosco; Marcos Fernando Oliveira e Costa;
Ludmilla Costa Brunes*

Introdução

Um dos propósitos a ser alcançado no sistema produtivo animal é a manipulação do ambiente ruminal para melhorar a eficiência da conversão de alimentos em produtos de origem animal consumíveis. Essa melhora tem sido alcançado com a otimização de formulações de dieta e a utilização de aditivos que modificam o ambiente ruminal (GERACI et al., 2012).

Os microrganismos ruminais degradam carboidratos e proteína por meio do processo de fermentação para obterem nutrientes necessários para seu crescimento. Esse processo resulta na produção de ácidos graxos de cadeia curta e proteína microbiana, sendo estes as principais fontes de nutrientes para ruminantes. No entanto, outros produtos da fermentação, como calor, metano (CH_4) e amônia (NH_3), representam perdas de energia e proteína que não só reduzem o desempenho produtivo, mas também contribuem para a liberação de poluentes para o ambiente (KOZLOSKI, 2011).

Por isso, os aditivos alimentares de ação antimicrobiana, como os ionóforos, vêm obtendo êxito no sistema produtivo animal. Esses compostos tendem a melhorar a eficiência alimentar, por meio da redução das perdas de metano e amônia, além de auxiliar na

prevenção de desordens digestivas, impactando, economicamente e ambientalmente, o sistema produtivo (LEEuw et al., 2016).

No entanto, o uso de antibióticos como promotores de crescimento é considerado um risco crescente para saúde humana pela Organização Mundial da Saúde (OMS, 2013).

O mercado europeu já restringiu a utilização de antibióticos na alimentação animal em razão dos supostos resíduos ou resistência bacteriana promovida por esses aditivos (OJEU, 2013). Diante dessa situação, desafios foram lançados para implementar estratégias de segurança alimentar efetivas e sustentáveis em todos os níveis da cadeia produtiva. Surgiram interesses em avaliar alternativas para a substituição dos antibióticos, como as leveduras, os ácidos orgânicos e extratos de plantas.

Nos últimos anos, os extratos vegetais vêm sendo avaliados como potenciais substitutos dos antibióticos para melhorar a eficiência alimentar de bovinos. Esse fato se deve aos metabólitos secundários presentes nas plantas, que, ao serem extraídos e concentrados, apresentam poder antimicrobiano.

Metabólitos secundários de plantas como saponinas, taninos e óleos essenciais têm demonstrado êxito como moduladores da fermentação ruminal (KOZŁOSKI et al., 2012; CIESLAK et al., 2012; LUI et al., 2015). Esses compostos apresentam grande vantagem, que possibilitam ser alternativas naturais e seguras como aditivo alimentar antimicrobiano, já que na maioria das vezes apresentam diversos princípios ativos, o que confere diferentes modos de ação, oferecendo dessa forma, baixo risco de resistência bacteriana (ACAMOVIC; BROOKER, 2005).

Diante esse desafio tecnológico rumo à eficiência e qualidade produtiva animal, pesquisas têm focado na aplicação desses bioprodutos como aditivos alimentares. Conhecer e entender a forma de atuação dos extratos vegetais como moduladores da fermentação ruminal é imprescindível para sua aplicação na produção animal.

Caracterização dos Extratos Vegetais

As plantas produzem uma grande variedade de compostos orgânicos derivados de seu metabolismo secundário que parecem não ter nenhuma função direta no seu crescimento e desenvolvimento (BALANDRIN et al., 1985). Um de seus papéis é atuar como barreira química ou como protetor do sistema de defesa da planta (WINA et al., 2005). Os metabólitos secundários protegem as plantas contra herbívoros e patógenos; podem atuar como atrativos (aroma, cor, sabor) para polinizadores e como agentes de competição entre plantas e de simbiose entre plantas e microrganismos (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Numa classificação química geral, PERES (2004) relata que os metabólitos secundários podem ser caracterizados de acordo com a via de origem e estrutura, sendo em terpenos, compostos fenólicos e alcaloides.

Terpenoides (terpenos contendo oxigênio como elemento adicional) formam um grupo variado de substâncias, cuja estrutura básica deriva do difosfato de isopentenilo (C_5H_8 - isopreno) (Figura 1). São classificados de acordo com o número de isoprenos em seu esqueleto. Os monoterpenos são formados por duas unidades C_5 e podem representar 90% dos óleos essenciais. Os sesquiterpenos (C_{15}) possuem três unidades e os diterpenos, quatro (C_{20}). Os diterpenos são ácidos que compõe resinas de gimnospermas e compostos como fitol, tocoferol e retinol (CALSAMIGLIA et al., 2007 e BODAS et al., 2012).

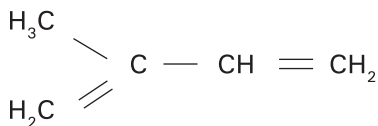


Figura 1. Unidade de isopreno.

Fonte: Adaptado de Taiz e Zieger (2004).

Uma das subclasses mais importantes do grupo terpenoides são os triterpênicos (C_{30}), por ser amplamente distribuída no reino vegetal e pelas suas aplicações farmacológicas. Os compostos importantes nessa categoria são os esteroides, as saponinas triterpênicas ou esteoidais e glicosídeos cardiotônicos (BODAS et al., 2012).

O grupo fenóis é caracterizado por apresentar em sua constituição pelo menos um anel aromático, com um ou mais grupo hidroxila. Os ácidos gálico e elágico são exemplos de compostos fenólicos e quando esterificados com açúcares representam o grupo de taninos hidrolisáveis. Já os flavonoides são uns dos maiores representantes de compostos polifenólicos, sendo os taninos condensados pertencentes a esse grupo. E a terceira classe dos metabólitos secundários são os alcaloides, compostos que contêm nitrogênio em sua cadeia e normalmente apresentam efeitos farmacológicos. Além disso, podem ser tóxicos e teratogênicos para outros organismos (BODAS et al., 2012).

Assim, mais de 200 mil estruturas de compostos secundários de plantas já foram identificadas, sendo caracterizadas não só pelas vias de síntese metabólica, mas pelas propriedades e mecanismos de ação (HARTMANN, 2007).

Alguns grupos de metabólitos secundários têm sido avaliados e utilizados em ruminantes em razão de seu potencial efeito antibiótico. Benchaar et al. (2007a) destacam as saponinas, taninos e óleos essenciais.

Saponinas

São glicosídeos que consistem em um ou vários monossacarídeos unidos por uma ligação glicosídica a uma aglicona também denominada sapogenina (Figura 2). A aglicona pode ser de natureza esteroideal ou triterpeno policíclico. Essas substâncias são semelhantes ao sabão, pois possuem uma parte hidrofílica (glicose) e outra lipofílica (esteroide ou triterpeno). Por isso, tem a propriedade de reduzir a tensão superficial da água desempenhando as ações detergentes e emulsificantes (SCHENKEL et al., 2001; PERES, 2004).

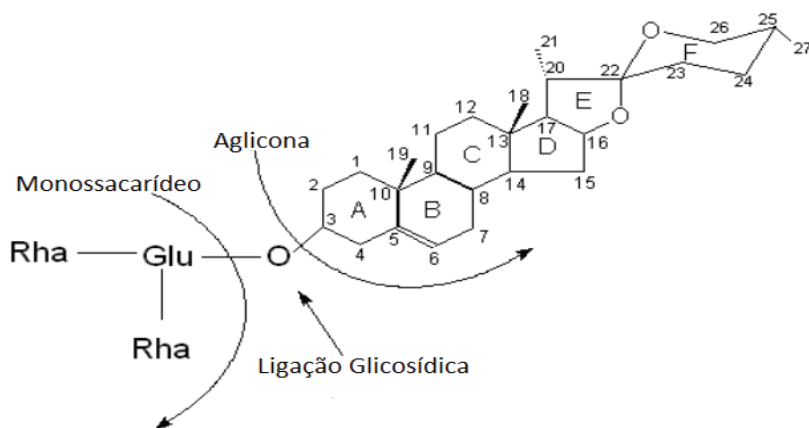


Figura 2. Exemplo de saponina esteroidal.

Fonte: Adaptado de Peres (2004)

Quimicamente, as saponinas consistem em três compostos: os esteroides, os triterpenoides glicosilados e os alcaloides esteroidais (WINA et al., 2005).

As saponinas esteroidais são compostas por 27 carbonos, encontradas especialmente em espécies monocotiledôneas (Lilaceae, Dioscoreaceae, Amarylidaceae). Já as saponinas triterpênicas são encontradas predominantemente em dicotiledôneas (Sapindaceae, Sapotaceae, Polygonaceae, Caryophyllaceae e Araliaceae) e constituídas por 30 carbonos (WINA et al., 2005).

Esse composto é classificado também quanto à quantidade de carboidratos (glicose, galactose, xilose, frutose, arabinose, ramnose ou ácido glucorônico) presente na cadeia lipofílica. Saponinas monodesmosídica possuem uma molécula de açúcar ligada na posição C3. Saponinas que possuem no mínimo dois açúcares, um ligado ao C3 e outro, ao C22, são chamadas saponinas bidesmosídica (WINA et al., 2005). Podem ocorrer até três ligações de açúcares, denominando-se tridesmosides (MAHATO et al., 1988).

Outra classificação das saponinas é quanto ao caráter neutro, ácido ou básico. Saponinas são classificadas como neutras quando um açúcar normal é ligado a uma aglicona, e ácido quando a porção de açúcar contém ácido urônico ou um ou mais grupos carboxílicos ligados a aglicona. O caráter básico pertence ao grupo alcaloides esteroidais, o qual decorre da presença de nitrogênio, em geral, sob forma de uma amina secundária ou terciária (SCHENKEL et al., 2001; WINA et al., 2005).

Uma das propriedades principais das saponinas é a capacidade de interagir com esteróis, presentes na membrana plasmática das células. Ela causa mudança de conformação na estrutura e aumento da permeabilidade dessa membrana, o que permite a entrada de íons e água para o interior da célula, resultando na ruptura dela (KARABALIEV; KOCHÉV, 2003).

Augustin et al. (2011) explicam que as saponinas ao formarem complexos com esteróis da membrana, como o colesterol, acumulam-se como placas e as interações da porção de açúcares das saponinas incorporadas podem causar separação em razão do caráter hidrofílico. Com a acumulação dos complexos de saponinas, ocorre a curvatura da membrana. Essa curvatura pode resultar na formação de poros no interior dessas placas de saponinas, que levam à extração de esteróis. A formação de poros explica as mudanças na condutividade iônica e a motilidade de proteínas através da membrana (Figura 3).

A intensidade da ação das saponinas é variável, pois está relacionada com o tipo da aglicona, o número e a estrutura de carboidratos presente na porção hidrofílica (YANG et al, 2006).

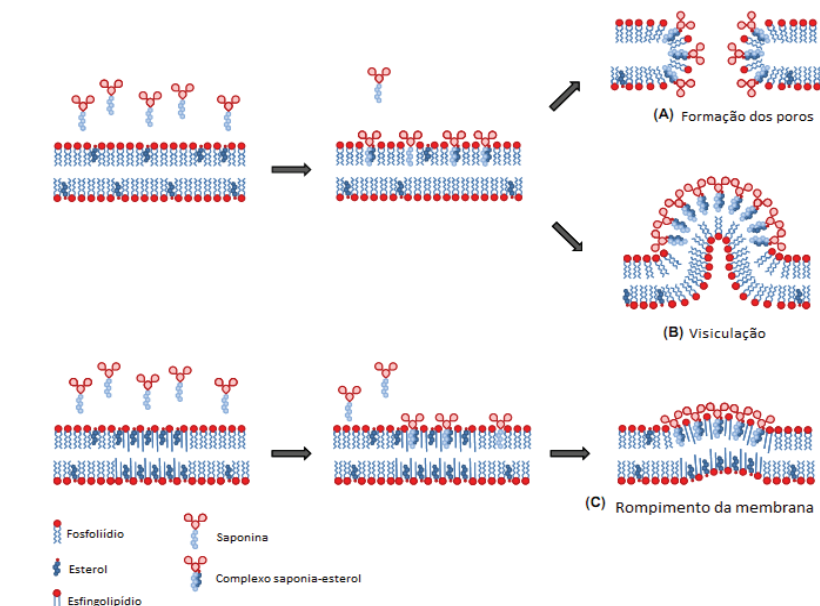


Figura 3. Mecanismo de ação das saponinas sobre as membranas celulares.

Fonte: Adaptado de Augustin et al. (2011)

Utilização de saponinas na nutrição de ruminantes

As saponinas exibem grande participação na inibição de protozoários ciliados do rúmen e pode melhorar a síntese de proteína microbiana, aumentar o fluxo de proteínas para o duodeno, por causa da redução da predação bacteriana pelos protozoários.

Essa ação das saponinas ocorre com a formação de complexos irreversíveis com o colesterol presente na membrana celular destes microrganismos, como foi demonstrado anteriormente. A ação sobre bactérias é menor, pois procariontes não possuem esteroides em suas membranas (WILLIAMS; COLEMAN, 1992). Contudo, as saponinas também podem inibir o desenvolvimento de bactérias gram-positivas, especialmente as celulolíticas, como foi observado nos estudos de Wallace et al. (1994) e Castro-Montoya et al. (2012), em que as saponinas inibiram o crescimento das bactérias *Butyrivibrio fibrisolvens* e *Streptococcus bovis*.

Newbold e Hilman (1990) relataram que a defaunação de protozoários pode promover aumento de quatro vezes no total da população de bactérias do rúmen de ovinos. Dessa forma, as saponinas podem ser úteis na maximização de proteína bacteriana.

Além disso, Wanapat et al. (2013) verificaram que a utilização de extratos vegetais contendo saponinas são potenciais ferramentas para mitigar a produção de metano. Esse resultado pode estar relacionado a ação das saponinas sobre os protozoários.

Numa avaliação das saponinas de alfafa (2% IMS, 2% a 3% saponina MS), Klita et al. (1996) mostraram que elas foram capazes de promover depressão no número de protozoários em cordeiros. Da mesma forma, também foi observado por HESS et al. (2003) que, ao utilizarem saponina de *Sapindus saponaria* (100 mg/g, 12% saponina MS), houve redução de 54% a população de protozoários e 20% a concentração de metano em avaliação de sistema in vitro (Rusitec) . Entretanto, eles relataram que o efeito da diminuição do metano não se deve exclusivamente ao fato da redução da população de protozoários, mas também pode estar relacionado à depressão de bactérias metanogênicas. Newbold et al. (1995) demonstraram que 9% a 25% da metanogênese está associada aos protozoários, o que pode inferir a contribuição de outros microrganismos para esse processo.

Mao et al. (2010) também demonstram que a produção de metano foi reduzida (27,7%) com a utilização de saponinas (3 g/dia) na alimentação de cordeiros. Os autores observaram que houve redução ($P < 0,05$) na população de protozoários com a aplicação desse metabólito secundário. Entretanto, não foram notadas alterações na população de bactérias metanogênicas, podendo concluir que as mudanças observadas na produção de metano no rúmen se deve principalmente a ação das saponinas sobre os protozoários.

A concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen também pode ser influenciada com a utilização de saponinas. No trabalho de Hess et al. (2003), foi notado que saponinas de *Pithecellobium saman* (200 mg/g,

1,7% saponina MS) promoveram declínio de 17% na concentração de amônia no fluido ruminal em comparação aos outros tratamentos. Esse fato pode ser justificado pela depressão da população de protozoários, já que eles podem contribuir 10% a 40% do nitrogênio amoniacal no rúmen (VAN SOEST, 1994). Quando diminuídos, significam menos predação e lise das bactérias e, em consequência, menor liberação de produtos oriundos da degradação de proteínas. Por isso, neste estudo, foi demonstrado que a defaunação aumentou 18% a contagem bacteriana.

Entretanto, há relatos de que a microbiota ruminal possa se adaptar às saponinas, pois Ivan et al. (2004) constataram que houve redução significativa da população de protozoários no rúmen de ovinos nos 11 primeiros dias (200 g de *E. cyclocarpum*/dia), contudo, após 14 dias, a população aumentou para aproximadamente o nível encontrado nos animais do grupo controle. Essa recuperação da população protozoária também foi observada por Teferedegne et al. (1999).

Embora o perfil de ácidos graxos voláteis também possa ser alterado com a adição de saponinas na dieta, podendo ocorrer diminuição da relação acetato:propionato, a maioria dos trabalhos demonstram nenhum efeito sobre a proporção molar do propionato. A influência das saponinas no perfil de ácidos graxos está relacionada ao tipo de dieta ou a dose de aplicação como apresentando por Wina et al. (2005). Por exemplo, a aplicação de 0,07% em relação ao peso vivo animal de extrato de *S. rarak* em ovinos sob alimentação concentrada e capim (*Pennisetum*) não alterou a concentração de propionato. Enquanto esse mesmo extrato, na dose 0,24 a 0,72 g/kg peso vivo metabólico, aplicado na alimentação de ovinos, cuja dieta era capim (*Pennisetum*) e farelo de trigo, promoveu aumento de 8% e 19% na proporção molar de propionato, respectivamente.

No estudo in vitro de Holtshausen et al. (2009), que avaliou extrato de *Yucca schidigera* e *Quillaja saponaria* (15 g/kg, 30 g/kg e 45 g/kg de MS, 3% e 6% de saponinas para *Yucca schidigera* e *Quillaja saponaria*, respectivamente), observou-se que as saponinas desses extratos

promoveram aumento na proporção de propionato, reduzindo a relação acetato:propionato, a concentração de metano, a amônia e a digestão da fibra.

A diminuição molar da relação acetato:propionato pode ser justificada pelo fato de as bactérias fibrolíticas serem sensíveis às saponinas ou pela diminuição de enzimas que degradam a fibra (xilanase). Já que a diminuição de enzimas no meio ruminal está mais relacionada com a diminuição no número de protozoários do que com as bactérias fibrolíticas (HRISTOV et al., 1999), pois existe uma correlação significativa entre contagem de protozoários e atividade de xilanase, demonstrando que os protozoários também excretam enzimas fibrolíticas (WINE et al., 2005).

Em geral, a literatura mostra que o efeito das saponinas no metabolismo ruminal é dose dependente, em que altas inclusões desse composto podem representar um desafio ao desempenho animal por influenciar negativamente essa variável (LI; POWERS, 2012).

Taninos

São de composição polifenólica de alto peso molecular, constituído de anéis aromáticos hidroxilados que podem conter esterificações com açúcares simples (taninos hidrolisáveis) ou polimerizações por ligações carbono-carbono (taninos condensados) (CIESLAK et al., 2012).

A classificação dos taninos é baseada nas características estruturais e propriedades químicas. Taninos hidrolisáveis (TH) são facilmente fracionados por tratamento com água quente, ácidos ou enzimas, ocorrendo a liberação de seus açúcares e ácido carboxílico fenólico. Enquanto os compostos tânicos não hidrolisáveis são denominados de taninos condensados (KHANBABAEI; REE, 2001).

Taninos condensados (TC) compreendem polímeros de flavonoides (catequina e galocatequina), cujas formas monoméricas são antocianidinas (cianidina e delphinidina). TH são constituídos de polímeros

de ácido gálico ou elágico esterificados (galotaninos e elagitaninos) a uma molécula central, geralmente açúcar ou um polifenol (Figura 3) (PATRA; SAXENA, 2010).

Esses compostos têm o poder de precipitar com proteínas, em razão da presença de um grande número de compostos fenólicos e grupos hidroxilas (FALCÃO; ARAUJO, 2011).

As diferentes estruturas existentes nos TC e TH determinam o poder da atividade deles, visto que os taninos hidrolisáveis são rapidamente degradados em grupos fenólicos menores, sendo incapazes de reagirem com as proteínas (HAGERMAN et al., 1992).

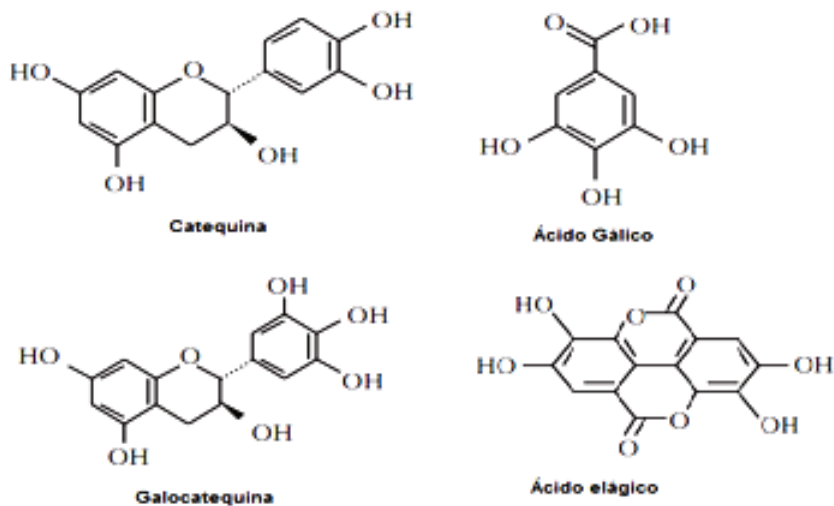


Figura 4. Unidades monoméricas de taninos condensado (catequina e galocatequina) e hidrolisável (ácido gálico e elágico).

Fonte: Adaptado de Patra e Saxena, 2010.

Utilização de taninos na nutrição de ruminantes

Estudos demonstram que os taninos têm ação inibitória sobre os protozoários e bactérias metanogênicas, refletindo na redução da produção de N-NH_3 , CH_4 e na proporção entre acetato e propionato (LIU et al., 2011; DSCHAAK et al., 2011; CIESLAK et al., 2012).

De acordo com Scalbert (1991), o mecanismo de ação dos taninos sobre os microrganismos pode ser explicado em três situações. Agem por meio da inibição das enzimas bacterianas e fúngicas e (ou) da complexação com os substratos dessas enzimas. Atuam também sobre as membranas celulares dos microrganismos, causando modificações em seu metabolismo. Além disso, podem diminuir a disponibilidade de íons essenciais para o metabolismo microbiano por meio da complexação dos taninos com os íons metálicos.

O pH favorável para complexação varia de 3,5 a 7,0. Em caso de pH acima de 8,0, o complexo tende a ser desfeito rapidamente e, em pH 1,0 a 3,0, cerca de 90% da proteína está na forma livre (LEINMÜLLER et al., 1991; FRUTOS et al., 2004a).

Nos ruminantes, a formação de complexos no rúmen é favorecida, enquanto no abomaso, essas ligações tendem a se dissociar por encontrar pH em torno de 2,0. No entanto, essa dissociação está relacionada à estabilidade do complexo, que dependerá da afinidade entre taninos e proteínas ou outras macromoléculas (polímeros), o que irá determinar a reversibilidade do processo (MAKKAR, 2003).

Dessa forma, quando complexos entre tanino-proteínas ou tanino-polímeros (celulose, hemicelulose e pectina) não são desfeitos, eles passam intactos pelo trato digestório e são excretados nas fezes (McNEILL et al., 1998). Essa situação pode ocorrer quando os taninos são administrados em altas doses, influenciando negativamente a digestão dos alimentos, por afetar a degradação das frações fibrosas e proteica do alimento. Os efeitos antinutricionais dos taninos se devem também à complexação dos taninos com proteínas endógenas e enzimas secretadas. (McSWEENEY et al., 2001).

Em um estudo, foi relatado que níveis acima de 1 % de taninos condensados em dieta para monogástricos podem afetar o consumo, a digestibilidade da proteína e dos aminoácidos essenciais, comprometendo a produção animal (McDONALD et al., 1995). Entretanto, em ruminantes, estes efeitos antinutricionais são mais amenos, em razão de a existência dos microrganismos ruminais e estes serem capazes de inibir diversos fatores antinutricionais (SELINGER et al., 1996).

A diminuição do consumo voluntário normalmente se deve à reação entre taninos e glicoproteínas salivares ou por uma reação direta com os receptores gustativos, provocando uma sensação adstringente (McLEOD, 1974).

Waghorn et al. (1990) indicaram efeito negativo no consumo e digestibilidade alimentar de ovinos ao incluírem mais de 50 g de extrato de *Lotus pedunculatus* (taninos condensados)/kg de MS da dieta. Dosagens entre 20 g e 40 g de extrato vegetal/kg MS não promoveu depressão no consumo alimentar. Kozloski et al. (2012), ao avaliarem quatro dosagens de extrato de *Acácia mearnsii* (0 g/kg, 20 g/kg, 40 g/kg e 60 g/kg MS dieta) infundidos intraruminal em ovinos, observaram que o consumo e a digestibilidade da MS, MO, FDN e compostos nitrogenados reduziram linearmente ($p \leq 0,05$).

Entretanto, a presença de teores moderados (20 g TC/kg MS a 45 g TC/kg MS) de taninos pode melhorar a eficiência dos processos fermentativos ruminais e ajudar no aproveitamento de nutrientes consumidos (MIN et al., 2003).

Em bovinos, foi avaliado 3% de extrato de quebracho (taninos condensáveis) na dieta com base na MS, com alta (59:41) e baixa forragem (41:59). Observou-se que o consumo foi influenciado independentemente da concentração de forragem na dieta, entretanto a digestibilidade da MS e dos nutrientes não foram afetadas, sendo mantidos os níveis de produção de leite. Ainda, a inclusão de TC diminuiu a relação acetato:propionato e melhorou a eficiência alimentar

da dieta de alta forragem. As concentrações de N-NH_3 e nitrogênio ureico do leite foram reduzidas, sem diminuir o rendimento de proteína no leite, significando que menos N foi perdido no rúmen na forma de NH_3 , devido à diminuição da degradação da proteína pelos microrganismos (DSCHAAK et al., 2011).

No estudo de Cieslak et al. (2012), foi possível observar mudança na fermentação ruminal ao avaliar o efeito de taninos de extrato de *Vaccinium vitis idaea* (2 g taninos/kg MS dieta) em vacas leiteiras. Observou-se redução na produção de metano (8,48%), na concentração de amônia (35%) e na população de protozoários (21%). A concentração total de ácidos graxos voláteis não foi afetada, embora houvesse redução na relação de acetato:propionato. Contudo, a produção e composição do leite foram mantidas.

Apesar de os taninos serem notados como antimicrobianos, estudos não têm demonstrado efeito sobre o desempenho dos animais. Isso foi observado no estudo anterior e em Frutos et al. (2004b) trabalhando com ovinos alimentando-se de 0,84 g tanino de extrato de castanha/kg PV; com Krueger et al. (2010) alimentando bovinos com tipos diferentes de taninos (hidrolisável ou condensado, 14,9g/kg MS) e com LIU et al. (2011), em que também foi avaliado taninos de extrato de castanha em ovinos (10 g de TC de castanha/kg dieta ou 30 g de TC de castanha/kg dieta), nos quais não foram observadas diferenças significativas no desempenho e crescimento, mas reduziu a emissão de CH_4 , N-NH_3 , as populações de bactérias metanogênicas e os protozoários.

Além desses efeitos demonstrados, trabalhos têm relatado a utilização de TC como forma de proteção da proteína dietética (*by pass*) no rúmen com o intuito de disponibilizar um maior aporte de aminoácidos para absorção no duodeno. De acordo com MIn et al. (2003), baixas concentrações de TC (20 g TC/kg MS a 45 g TC/kg MS) reduzem a degradação da proteína no rúmen, em razão da complexação com a proteína dietética ou por reduzir a população e microrganismos proteolíticos.

Em estudos *in vitro*, sugeriram que a proporção mínima de taninos condensados (g TC/ g de proteína dietética) necessária para reduzir a proteólise é de 1: 10 ou 1: 12. (JONES; MANGAN, 1977; TANNER et al., 1994).

Numa revisão de Barry e McNabb (1999), foi indicado que o fornecimento de 30 g a 40 g de extrato de *Lotus corniculatus* (taninos condensados)/kg MS aumentou o fluxo abomasal (53%) e a absorção no intestino delgado (59%) sem comprometer a digestibilidade aparente. Já taninos condensados de *Lotus pedunculatus*, apesar de ter aumentado o fluxo abomasal (30%), a digestibilidade aparente foi reduzida. Isto pode ser explicada pela complexação dos taninos que não foi desfeita no intestino, com as proteínas endógenas e enzimas secretadas e com polímeros como celulose, hemicelulose, pectina e minerais.

Mezzomo et al. (2011) demonstraram que o uso de taninos condensados de quebracho (0,4% da MS) em dieta de bovinos apresentou efeitos positivos sobre a utilização da proteína bruta, aumentando o fluxo de proteína não degradável no rúmen e proteína metabolizável. No entanto, no estudo de Kozloski et al., (2012), mostrou que o fluxo de aminoácidos não foi afetado com até 6% de extrato de Acácia na alimentação de ovinos.

Embora vários estudos tenham atribuído aos taninos condensados a capacidade de complexação com proteínas e outros compostos, McSweeney et al. (2001) relataram que ambos (TC e TH) podem interagir com as proteínas por meio da formação de pontes de hidrogênio entre os grupos fenólicos de taninos e grupos carboxilas das cadeias laterais alifáticas e aromáticas das proteínas.

No entanto, algumas bactérias ruminais podem dissociar os complexos proteína-TH, o que indica que esses complexos são parcialmente reversíveis. Já a dissociação de complexos de proteína-TC é mais difícil, pois a degradação de TC por meio da clivagem de ligações carbono-carbono não foi observada *in vitro* (McSWEENEY et al., 2001).

Entre as bactérias capazes de usar TH estão *Streptococcus caprinus* (*S. Gallolyticus*), a qual produz o pirogalol, produto da degradação do ácido tânico (O'DONOVAN; BROOKER, 2001). Outras bactérias como *Eubacterium oxireducens*, *Streptococcus bovis*, *Syntrophococcus sucromutans* e *Coproccus* sp. também podem participar da rota de degradação desses compostos (McSWEENEY et al., 2001).

O'Donovan e Brooker (2001), ao avaliar taninos hidrolisáveis e condensados sobre o crescimento, morfologia e metabolismo de *Streptococcus gallolyticus* (*S. caprinus*) e *Streptococcus bovis*, notaram que ambos os tipos de taninos tiveram atividade antimicrobiana, visto que *Streptococcus gallolyticus* (*S. caprinus*) foi resistente in vitro a pelo menos 7% (p/v) de ácido tânico e de 4% (p/v) de tanino condensado de acácia, níveis 10 vezes maiores do que as toleradas pelo *S. bovis*. Isso demonstra que *Streptococcus gallolyticus* são mais sensíveis aos taninos.

Em outro estudo in vitro, ao compararem a natureza dos taninos (hidrolisável ou condensado), avaliou-se taninos hidrolisáveis (TH) e TH associados a taninos condensados (TH + TC). Observou-se que ambos foram capazes de reduzir a produção de metano, entretanto o grupo que recebeu apenas TH teve atividade menor que TH + TC (0,6% vs 5,5%). Assim, também foi observado na população de bactérias metanogênicas e protozoários, sendo 11,6% vs 28,6% e 12,3% vs 36,2% (TH vs TH + TC). Dessa forma, as fontes de tanino que contêm TH + TC foram mais potentes como antimicrobiano do que apenas TH (BHATTA et al., 2009).

Em resultado das alterações que os taninos podem promover no ambiente ruminal, espera-se que os animais melhorem o desempenho e a eficiência alimentar. Por isso, Jolazadeh et al. (2015), ao avaliar novilhos em resposta à inclusão de taninos (5 g/100 kg de grãos de soja MS a 100 g/100 kg de grãos de soja MS) nas dietas, observaram que o extrato de pistache (111,4 g de fenol/kg e 71,3 g tanino/kg por matéria seca de extrato) aumentou linearmente o ganho de peso e a eficiência alimentar desses animais. Provavelmente, isso deve ser consequência

das alterações metabólicas ocorridas no rúmen, haja vista a redução significativa no N amoniacal e a população de protozoários, sem afetar a concentração total de ácidos graxos voláteis (JOLAZADEH et al., 2015).

Óleos Essenciais

Óleos essenciais (OE) são compostos aromáticos voláteis, extraídos de diferentes partes da planta como folhas, raízes e caules (KUNG et al., 2008).

De acordo com Calsamiglia et al. (2007), o termo "essencial" deriva de "essência", que denota cheiro ou gosto e se relaciona com a propriedade dessas substâncias de atribuir sabores e odores específicos de muitas plantas.

As propriedades antibacterianas, antifúngicas e antioxidantes dos OE tornam úteis como aditivos naturais em rações para animais, pois os seus componentes ativos desestabilizam a membrana dos protozoários e das bactérias gram-positivas de forma semelhante aos ionóforos (CASTILLEJOS et al., 2006).

Os compostos ativos mais importantes podem ser classificados em dois grupos: terpenoides e fenilpropanoides. Segundo Benchaar et al. (2007a) e Calsamiglia et al. (2007), os óleos essenciais, quimicamente, são misturas variáveis principalmente de terpenoides, dos quais são notáveis os monoterpenos (C10) e sesquiterpenos (C15), embora diterpenos (C20) também possam estar presentes (Figura 5). Os fenilpropanoides não são os compostos mais comuns de óleos essenciais, mas algumas plantas os têm em proporções significativas.

De acordo com Dorman e Deans (2000), os OE podem apresentar também uma variedade de compostos de baixo peso molecular. Entre eles estão, os hidrocarbonetos alifáticos, ácidos orgânicos, alcoóis, aldeídos, ésteres acíclicos e compostos contendo nitrogênio e enxofre, cumarinas e os homólogos de fenilpropanoides. Isso significa que os OE

devido à sua riqueza química molecular podem apresentar propriedades antissépticas em diversos graus (NOVACOSK; TORRES, 2006).

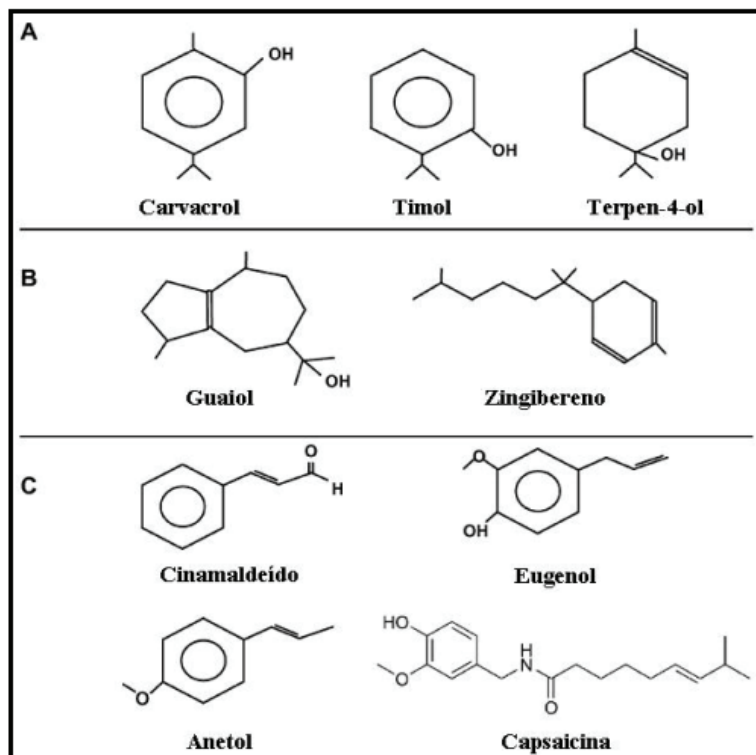


Figura 5. Fórmula estrutural de alguns óleos essenciais. A: monoterpenos; B: sesquiterpenos; C: fenilpropanoides.

Fonte: Adaptado de Calsamiglia et al. (2007)

Dorman e Deans (2000) e Burt (2004) relatam que é muito provável que a atividade antibacteriana não seja atribuível a um mecanismo específico. Existem vários alvos na célula, que podem causar alterações da membrana citoplasmática, perturbações sobre a força próton motriz, no fluxo de elétrons, no transporte ativo, desnaturação e coagulação do conteúdo da célula. Assim, nem todos esses mecanismos atingem alvos separados, podendo alguns ocorrer em consequência de outro mecanismo.

Os terpenoides e fenilpropanoides interagem com a membrana da célula das bactérias, em razão da natureza hidrofóbica dos hidrocarbonetos cíclicos presentes nos óleos essenciais, que permite que eles se acumulem na bicamada lipídica das bactérias (CHAO et al., 2000).

De acordo com Calsamiglia et al. (2007), essa interação faz com que desintegre a membrana bacteriana, tornando-a mais permeável, ocorrendo grande translocação de íons através da membrana e, consequentemente, uma diminuição no gradiente iônico. Na tentativa de balanceamento dos íons, as bactérias gastam grande quantidade de energia. A morte celular pode não ocorrer nessa situação, mas quando o metabolismo das células é desviado para essa função (bomba iônica), posteriormente acontece a morte bacteriana.

Esse mecanismo de ação é caracterizado por ser mais eficaz contra bactérias gram-positivas, na qual, a membrana celular pode interagir diretamente com compostos hidrofóbicos de óleos essenciais. Já as bactérias gram-negativas possuem uma parede exterior em torno da membrana celular, a qual possui lipossacarídeos, formando uma superfície hidrofílica. Esse caráter na superfície da membrana cria uma barreira contra a permeabilidade às substâncias hidrofóbicas como os OE, não podendo penetrar na membrana de bactérias gram-negativas (CHAO et al., 2000; CALSAMIGLIA et al., 2007).

Calsamiglia et al. (2007) relatam que, apesar disso, a membrana externa de bactérias gram-negativas não é completamente impermeável a substâncias hidrofóbicas e a moléculas de baixa massa molecular. Já que esses compostos podem interagir com água (por intermédio de pontes de hidrogênio), atravessar a parede celular lentamente, por difusão pela camada de lipossacarídeos ou por meio de proteínas de membrana e interagir com a bicamada lipídica das células. Dessa forma, apesar da maior resistência das bactérias gram-negativas aos óleos essenciais, esses microrganismos ainda são suscetíveis a esses compostos.

A atividade dos OE sobre a membrana não é o único mecanismo de ação. Juven et al. (1994) demonstraram que esses compostos são capazes de coagular com componentes das células por desnaturação de proteínas e ainda interagirem com enzimas em razão da presença de compostos fenólicos nos óleos essenciais. Além disso, segundo Feldberg et al. (1988) e Reuter et al. (1996), essas substâncias podem inibir síntese de RNA e DNA e proteínas da célula, além de ter a capacidade de interagir com os grupos sulfidríla ($-SH$) de outros compostos ativos.

A estrutura química do OE determinará o tipo de mecanismo que agirá e a potencialidade dessa ação. Por serem capazes também de atuar contra bactérias gram-negativas, a sua utilização reduz a seletividade desses compostos contra populações específicas, dificultando a modulação da fermentação microbiana ruminal.

Utilização de óleos essenciais na nutrição de ruminantes

Os OE vêm sendo amplamente pesquisados na nutrição de ruminantes. Existem vários relatos de seu poder antimicrobiano modulando a fermentação microbiana ruminal (BUSQUET et al., 2005; BUSQUET et al., 2006; CASTILLEJOS et al., 2006).

Em estudos *in vitro*, tem-se observado que doses moderadas (50 mg/L e 500 mg/L) de alguns óleos essenciais e seus componentes ativos foram capazes de modificar favoravelmente a fermentação ruminal, alterando o perfil de ácidos graxos, a metanogênese e o metabolismo de proteínas. No entanto, doses acima de 500 mg OE/L de fluído ruminal têm resultado efeitos prejudiciais (CALSAMIGLIA et al., 2007).

Isso pode ser confirmado no estudo de Busquet et al. (2005; 2006) e Castillejos et al. (2006), que evidencia que doses superiores a 500 mg de óleo essencial/L de fluído ruminal podem ser nocivas a microbiota ruminal por reduzir drasticamente a concentração total de AGV e afetar a digestibilidade da dieta. No entanto, neste último estudo, foi mostrado que alguns compostos ativos de óleos essenciais promoveram esse efeito negativo em doses inferiores (50 mg/L a 500 mg/L).

Doses de OE que promovem a depressão na concentração de AGV não devem ser aplicadas. Sabe-se que os AGV são a principal fonte de energia para ruminantes, quando diminuídos poderia ter consequências adversas nutricionais se esse efeito for expresso in vivo, já que esses produtos podem suprir mais de 85% das exigências energéticas do animal (VAN SOEST, 1994).

O limoneno, composto rico em monoterpenos monocíclico, é abundante nos limões (*Citrus limonum*), na laranja (*Citrus aurantium*) e na hortelã (*Mentha piperita* ou *spicata*), além disso, pode ser encontrado em outros óleos essenciais (TURNER et al., 1999). Esse composto demonstra um amplo espectro de ação sobre microrganismos e tem atividade deletéria até mesmo em bactérias gram-negativas.

Castillejos et al. (2006) demonstraram que o limoneno foi capaz de reduzir a concentração total de AGV em 4,5% e 5,6% (50 ppm e 500 ppm), sugerindo que essas doses foram tóxicas para as bactérias ruminais.

O timol também possui atividade sobre diferentes microrganismos. Estão presentes no tomilho (*Thymus vulgaris*) e no orégano (*Origanum vulgare*) e possuem grande capacidade de interagir com a membrana da célula tornando-a permeável. Neste mesmo estudo, mostrou-se que 500 mg Timol/L reduziu a concentração de AGV (28,5%), a proporção de propionato (18,4%) e a concentração de N-NH₃ (31,9%). Entretanto, o Eugenol (*Eugenia caryophyllata* e *Cinnamomum zeylanicum* – o cravo e a canela respectivamente), nas doses 50 mg/L e 500 mg/L, foi capaz de alterar favoravelmente o metabolismo de proteína e o perfil de ácidos graxos voláteis, sem influenciar na sua concentração total, mesmo tendo ação sobre bactérias gram-positivas e gram-negativas.

Apesar de os óleos essenciais terem demonstrado implicações na fermentação ruminal em sistema in vitro (período de 24 horas), (BUSQUET et al., 2005, 2006; CASTILLEJOS et al., 2006). Cardozo et al. (2004) concluíram que os efeitos promovidos pelos óleos de canela, alho, orégano e anis desapareceram depois de 6 dias (fermentador de fluxo contínuo), por causa da provável adaptação das bactérias a

esses aditivos, sugerindo que trabalhos em curto prazo podem levar a conclusões errôneas.

Esta adaptação se dá por estes compostos ativos serem passíveis de metabolizar no rúmen. Broudiscou et al. (2007) realizaram um estudo avaliando a capacidade dos microrganismos em degradar mono e sesquiterpenos. Os autores identificaram os compostos timol, canfeno, β -cariofileno e limoneno como difíceis de serem degradados e β -copaeno, mirceno, β -ocimeno, β -pineno e sabineno, facilmente degradáveis.

Benchaar et al. (2007a) puderam observar isso avaliando uma mistura de óleos essenciais (750 mg/vaca/dia, Crina ruminants; Crina S.A) em dietas para vacas leiteiras e concluíram que não houve efeito na fermentação microbiana ruminal, na digestão e no desempenho dos animais. Os autores sugeriram que talvez esse fato fosse atribuído à baixa dose utilizada. No entanto, foi observada ausência de efeitos no estudo de Benchaar et al. (2008) ao alimentarem vacas leiteiras com 1 g cinamaldeído/vaca/dia e no trabalho de Benchaar et al. (2006) ao alimentarem com 2 g de OE/vaca/dia (Crina ruminants; Crina S.A).

Dessa forma, Benchaar et al. (2007b) realizaram uma comparação entre doses utilizadas (750 mg OE/dia e 2.000 mg OE/dia) em bovinos (in vivo) e doses sugeridas por McIntosh et al. (2003) e Newbold et al. (2006) (35 mg a 360 mg OE/L de fluido ruminal), capazes de ter ação contra bactérias ruminais (in vitro). Ao assumirem um volume ruminal de 100 L e uma taxa de fluxo de 10%/h para uma vaca adulta, a concentração ruminal de OE seria de 3,1 mg/L e 8,3 mg/L de fluido ruminal para os animais que estivessem se alimentando de 750 mg OE/dia e 2.000 mg OE/dia, sendo estas doses respectivamente aplicadas nos estudos de Benchaar et al. (2006, 2007). Assim, observa-se que estas concentrações (3,1 mg/L e 8,3 mg/L) estão bem aquém das necessárias (35 mg/L a 360 mg/L) para alterar o metabolismo fermentativo ruminal.

No entanto, efeitos positivos no desempenho de animais foram encontrados no estudo de Geraci et al. (2012) com a utilização de

doses aquém das recomendadas (266 mg de cinamaldeído e eugenol/novilho/dia + 133 mg óleo resina de pimenta vermelha/novilho/dia) por McIntosh et al. (2003) e Newbold et al. (2006). O ganho médio diário de animais confinados no último período do experimento foi de 1,43 kg, comparado aos 1,23 kg do grupo controle positivo (46,7 mg monensina/kg dieta MS).

Alguns trabalhos demonstram a ação dos OE sobre a digestibilidade do alimento. No estudo de Yang et al. (2007), foi observado que 5 g óleo de alho/vaca/dia ou 2 g óleo de bagas de zimbro/vaca/dia aumentou a digestibilidade da MS e MO, mas não teve efeito sobre o consumo, a fermentação ruminal, a produção ou a composição do leite.

A melhoria da digestibilidade pode ser justificada pela influência dos óleos essenciais na atividade enzimática. Relatos demonstram que compostos ativos, como a capsaicina, o eugenol e o cinamaldeído (princípios ativos da pimenta vermelha, do cravo e da canela respectivamente), têm se mostrado eficientes em estimular as enzimas pancreáticas e intestinais dos animais, tornando o processo digestivo mais eficiente (BRUGALLI, 2003).

Boyd et al. (2012) observaram que compostos de capsicum, cinamaldeído e eugenol melhorou a digestibilidade da FDN. No entanto, não influenciou na produção de leite.

De acordo com Cardozo et al. (2005), os efeitos de OE sobre a fermentação ruminal podem variar de acordo com pH no rúmen. Visto que, quando se utilizou óleo de alho, cinamaldeído puro, pimenta vermelha e extrato de yucca em um pH modulado de 5,5, a fermentação microbiana ruminal foi alterada a favor da proporção de propionato, que por sua vez é energeticamente mais eficiente.

O declínio do pH pode favorecer a diminuição da concentração de acetato em razão da sensibilidade das bactérias fibrolíticas (produtoras de acetato e butirato) ao pH baixo, ao contrário das amilolíticas que são tolerantes e responsáveis pela produção de propionato no rúmen,

potencializando, dessa forma, o efeito dos óleos essenciais. No entanto, Calsamiglia et al. (2007) explicam que a ação dos óleos essenciais é favorecida nas condições ruminais em que o pH é baixo em razão de o óleo encontrar-se sob forma não dissociada (mais hidrofóbica). Essa condição hidrofóbica é o que lhes conferem a capacidade de interagir com lipídios da membrana celular das bactérias.

Rodríguez-Prado et al. (2012) testaram óleo resina de pimenta vermelha em dietas de alta inclusão de concentrado para bovinos. Ao contrário do relatado por Cardozo et al. (2005), notou-se que a adição do aditivo promoveu aumento do pH de 5,84 a 6,03. Além disso, foi observado que a adição desse composto tendeu a aumentar linearmente ($p < 0,08$) a concentração de AGV. Embora a relação acetato:propionato não ter sido alterada, a concentração de acetato tendeu a reduzir ($p < 0,06$), assim como a concentração de amônia no rúmen ($p < 0,08$).

Entretanto, ao avaliar doses de compostos de óleos essenciais (0 mg/d, 200 mg/d, 400 mg/d e 600 mg/d) em dietas para vacas em lactação, Flores et al. (2013) observaram que as características de fermentação ruminal não foram afetadas pelo OE, exceto pelo aumento em 13% do butirato. Já a concentração de N amoniacal tendeu ($P = 0,09$) a aumentar quando adicionou 200 mg/d e 400 mg/d de OE. Além disso, 200 mg/d de OE diminuíram a fração potencialmente degradável de PB no rúmen.

Cobellis et al. (2016) demonstraram que a combinação de OE (canela do Ceilão, sementes de endro, eucalipto) em baixas concentrações (0,8 ml/L) pode também auxiliar na mitigação da emissão de metano e excreção de nitrogênio a partir de ruminantes, sem efeito adverso sobre a digestão de alimentos ou de fermentação.

Considerações Finais

Na literatura, nota-se diversos efeitos ou não efeito dos extratos vegetais. Esses resultados podem ser atribuídos aos diferentes tipos e concentrações de metabólicos secundários, que podem variar de acordo com espécie, região, idade, clima e época.

É notável as atividades antimicrobianas das saponinas, taninos e óleos essenciais, sendo estes capazes de modular favoravelmente ou não a fermentação ruminal. No entanto, observações da literatura atual ainda não são suficientes para opiniões conclusivas sobre a possibilidade da aplicação de extratos vegetais na alimentação de ruminantes em escala comercial. Por isso, o desenvolvimento de pesquisas para determinação de doses e possíveis recomendações ainda devem ser realizadas.

Referências

- ACAMOVIC, T.; BROOKER, J. D. Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. **The Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 64, n. 3, p. 403-412, 2005.
- AUGUSTIN, J. M.; KUZINA, V.; ANDERSEN, S. B.; BAK, S. Molecular activities, biosynthesis and evolution of triterpenoid saponins. **Phytochemistry**, New York, v. 72, p. 435-457, 2011.
- BALANDRIN, M. F.; KLOCKE, J. A.; WURTELE, E. S.; BOLLINGER, W. H. Natural plant chemicals: sources of industrial and medicinal materials. **Science**, v. 228, p. 1154-1160, 1985.
- BARRY T. N.; McNABB W. C. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. **British Journal Nutrition**, Cambridge, v. 81, p. 263-272, 1999.
- BENCHAAAR, C.; PETIT, H. V.; BERTHIAUME, R.; OUELLET, D. R.; CHIQUETTE, J.; CHOUINARD, P. Y. Effects of essential oils on digestion, ruminal fermentation, rumen microbial populations, milk production, and milk composition in dairy cows fed alfalfa silage or corn silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, n. 2, 2007a.
- BENCHAAAR, C.; A CHAVES, V.; FRASER, G. R.; WANG, Y.; BEAUCHEMIN, K. A.; MCALLISTER, T. A. Effects of essential oils and their components on in vitro rumen microbial fermentation. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 87, p. 413-419, 2007b.
- BENCHAAAR, C.; MCALLISTER, T. A.; CHOUINARD, P. Y. Digestion, ruminal fermentation, ciliate protozoal populations, and milk production from dairy cows fed cinnamaldehyde, quebracho condensed tannin, or yucca schidigera saponin extracts. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 12, p. 4765-4777, 2008.

BENCHAAR, C.; PETIT, H. V.; BERTHIAUME, R.; WHYTE, T. D.; CHOUINARD, P. Y. Effects of Addition of Essential oils and monensin premix on digestion, ruminal fermentation, milk production, and milk composition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. 11, p. 4352-4364, 2006.

BHATTA, R.; UYENO, Y.; TAJIMA, K.; TAKENAKA, A.; YABUMOTO, Y.; NONAKA, I.; ENISHI, O.; KURIHARA, M. Difference in the nature of tannins on in vitro ruminal methane and volatile fatty acid production and on methanogenic archaea and protozoal populations. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 92, p. 5512-5522, 2009.

BODAS, R.; PRIETO, N.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R.; ANDRÉS, S.; GIRÁLDEZ, F. J.; LÓPEZ, S. Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 176 p. 78-93, 2012.

BOYD, J.; WEST, J. W.; BERNARD, J. K.; PAS; BLOCK, S. S. Effects of plant extracts on milk yield and apparent efficiency of lactating dairy cows during hot weather. *Professional Animal Scientist*, v. 28, n. 3, p. 338-343, 2012.

BROUDISCOU, L. P.; CORNU, A.; ROUZEAU, A. In vitro degradation of 10 mono- and sesquiterpenes of plant origin by caprine rumen microorganisms. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 87, n. 9, p.1653-1658, 2007.

BRUGALLI, I. Alimentação alternativa: a utilização de fitoterápicos ou nutracêuticos como moduladores da imunidade e desempenho animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS, Campinas, 2003. **Anais...** Campinas: CBNA, 2003. p. 167-182.

BURT, S. Essential Oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 94, p. 233-253, 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.

BUSQUET, M.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; KAMEL, C. Plant extracts affect in vitro rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89 n. 2, p.761-771, 2006.

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.

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 Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 2572-2579, 2005.

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

CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S.; FERRER, A.; LOSA, R. Effects of a specific blend of essential oil compounds and the type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from a continuous culture system. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 119, p. 29-41, 2005.

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

CASTRO-MONTOYA, J.; DE 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, p. 47-60, 2012.

CHAO, S. C.; YOUNG, D. G.; OBERG, C. J. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. **Journal of Essential Oil Research**, Winston Salen, v. 12, p. 639-649, 2000.

CIESLAK, A.; ZMORA, P.; PERS-KAMCZYC, E.; SZUMACHER-STRABEL, M. Effects of tannins source (*Vaccinium vitis idaea* L.) on rumen microbial fermentation in vivo. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 176, p. 102-106, 2012.

COBELLIS, G.; TRABALZA-MARINUCCIA, M.; MARCOTULLIOC, M. C.; YUB, Z. Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation, and rumen bacteria in vitro. **Animal Feed Science and Technology**, v. 215, p. 25-36, 2016.

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.

DSCHAAK, C. M.; WILLIAMS, C. M.; HOLT, M. S.; EUN, J.-S.; YOUNG, A. J.; MIN, B. R. Effects of supplementing condensed tannin extract on intake, digestion, ruminal fermentation, and milk production of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 94, p. 2508-2519, 2011.

FALCÃO, L.; ARAÚJO, M. E. M. Tannins characterisation in new and historic vegetable tanned leathers fibres by spot tests. **Journal of Cultural Heritage**, v. 12, p. 149-156, 2011.

FELDBERG, R. S.; CHANG, S. C.; KOTIK, A. N.; NADLER, M.; NEUWIRTH, Z.; SUNDSTROM, D. C.; THOMPSON, N. H. In vitro mechanism of inhibition of bacterial cell growth by allicin. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, Bethesda, v. 32, p. 1763-1768, 1988.

- FLORES, A. J.; GARCIARENA, A. D.; VIEYRA, J. M. H.; BEAUCHEMIN, K. A.; COLOMBATTO, D. Effects of specific essential oil compounds on the ruminal environment, milk production and milk composition of lactating dairy cows at pasture. **Animal Feed Science and Technology**, v. 186, p. 20-26, 2013
- FRUTOS, P.; RASO, M.; HERVÁS, G.; MANTECÓN, Á. R.; PÉREZ, V.; GIRÁLDEZ, F. Is there any detrimental effect when a chestnut hydrolysable tannin extract is included in the diet of finishing lambs? **Animal Research**, Paris, v. 53, p. 127-136, 2004a.
- FRUTOS, P.; HERVÁS, G.; GIRÁLDEZ, F. J.; MANTECÓN, A. R. Review. Tannins and ruminant nutrition. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 2, n. 2, p. 191-202, 2004b.
- 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 p. 123-130, 2012.
- HAGERMAN, A.; ROBBINS, C. H. T.; WEERASURIYA, Y.; WILSON, T. C.; MCARTHUR, C. Tannin chemis try in to digestion. **Journal of Range Management**, Denver, v. 45, n. 1, p. 57-62, 1992.
- HARTMANN, T. From waste products to ecochemicals: fifty years research of plant secondary metabolism. **Phytochemistry**, New York, v. 68, p. 2831-2846, 2007.
- HESS, H. D.; KREUZERA, M.; DIAZ, T. E.; LASCANO, C. E.; CARULLA, J. E.; SOLIVA, C. R.; MACHMÜLLER, A. Saponin rich tropical fruits affect fermentation and methanogenesis in faunated and defaunated rumen fluid. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 109, p. 79-94, 2003.
- HOLTSHAUSEN, L.; CHAVES, A. V.; BEAUCHEMIN, K. A.; MCGINN, S. M.; MCALLISTER, T. A.; ODONGO, N. E.; CHEEKE, P. R.; BENCHAAR, C. Feeding saponin-containing *Yucca schidigera* and *Quillaja saponaria* to decrease enteric methane production in dairy cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 6, p. 2809-2821, 2009.
- HRISTOV, A. N.; MCALLISTER, A.; VAN HERK, F. H.; CHENG, K. J.; NEWBOLD, C. J.; CHEEKE, P. R. Effect of *Yucca schidigera* on rumen fermentation and nutrient digestion in heifers. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 2554-2563, 1999.
- IVAN, M.; KOENIG, K. M.; TEFEREDEGNE, B.; NEWBOLD, C.J.; ENTZ, T.; RODE, L. M.; IBRAHIM, M. Effects of the dietary *Enterolobium cyclocarpum* foliage on the population dynamics of rumen ciliate protozoa in sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 52, p. 81-91, 2004.

JONES, W. T.; MANGAN, J. L. Complexes of the condensed tannins of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) with fraction 1 leaf protein and with submaxillary mucoprotein and their reversal by polyethelene glycol and pH. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 28, p. 126-136, 1977.

JOLAZADEH, A. R.; DEGHAN-BANADAKY, M.; REZAYAZDI, K. Effects of soybean meal treated with tannins extracted from pistachio hulls on performance, ruminal fermentation, blood metabolites and nutrient digestion of Holstein bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 203, p. 33-40, 2015.

JUVEN, B. J.; KANNER J.; SCHVED, F.; WEISSLOWICZ, H. Factors that interact with the antibacterial action of thyme essential oil and its active constituents. *Journal of Applied Microbioly*, Oxford, v. 76, p. 626–631, 1994.

KARABALIEV, M.; KOCHEV, V. Interaction of solid supported thin lipid films with saponin. **Sensors and Actuators B**, Lausanne, v. 88, p. 101-105, 2003.

KHANBABAEI, K.; REE, T. V. Tannins: classification and definition. **Natural Product Reports**, London, v. 18, p. 641–649, 2001.

KLITA, P. T.; MATHISON, G. W.; FENTON, T. W.; HARDIN, R. T. Effects of alfalfa root saponins on digestive function in sheep. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 74, p.1144-1156, 1996.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica de ruminantes**. 3 ed. Santa Maria: UFSM, 2011. 216 p.

KOZLOSKI, G. V.; HÄRTER, C. J.; HENTZ, F.; ÁVILA, S. C.; ORLANDI, T.; STEFANELLO, C. M. Intake, digestibility and nutrients supply to wethers fed ryegrass and intraruminally Infused with levels of *Acacia mearnsii* tannin extract. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 106, p. 125-130, 2012.

KRUEGER, W. K.; GUTIERREZ-BÑUELOS, H.; CARSTENS, G. E.; MIN, B. R.; PINCHAK, W. E.; GOMEZ, R. R.; ANDERSON, R. C.; KRUEGER, N. A.; FORBES, T. D. A. Effects of dietary tannin source on performance, feed efficiency, ruminal fermentation, and carcass and non-carcass traits in steers fed a high-grain diet. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 159, p. 1-9, 2010.

KUNG Jr., L.; WILLIAMS, P.; SCHMIDT, R. J.; HU, W. A Blend of essential plant oils used as an additive to alter silage fermentation or used as a feed additive for lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 12, p.4793–4800, 2008.

LEINMÜLLER, E.; STEINGASS, H.; MENKE, K. Tannin in ruminant feedstuffs. , Tubingen, v. 33, p. 9-62, 1991.

LEEuw, K. J.; MEISSNER, H. H.; HENNING, P. H.; SIEBRITS, F. K.; APAJALAHTI, J. H. A.; KETTUNEN, A. Effects of virginiamycin and monensin administered alone or together with *Megasphaera elsdenii* strain NCIMB41125 on in vitro production of lactate and VFA and the effects of monensin and *M. elsdenii* strain NCIMB 41125 on health and performance of feed lot steers. **Livestock Science**, v. 183, p. 54-62, 2016.

LI, W.; POWERS, W. Effects of saponin extracts on air emissions from steers. **Journal Animal Science**, v. 90, n. 11, p. 4001-4013, 2012.

LIU, H.; VADDELLA, V.; ZHOU, D. Effects of chestnut tannins and coconut oil on growth performance, methane emission, ruminal fermentation, and microbial populations in sheep. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 94, n. 21, p. 6069-6077, 2011.

LIU, H. W.; XIONG, B. H.; LIC, K.; ZHOUD, D. W.; LVC, M. B.; ZHAOA, J. S. Effects of *Suaeda glauca* crushed seed on rumen microbial populations, ruminal fermentation, methane emission, and growth performance in Ujumqin lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 210, p. 104-113, 2015.

MAHATO, S. B.; SARKAR, S. K.; PODDAR, G. Triterpenoid saponins. **Phytochemistry**, New York, v. 27, n. 10, p. 3037-3067, 1988.

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

MAO, H. L.; WANG, J. K.; ZHOU, Y. Y.; LIU, J. X. Effects of addition of tea saponins and soybean oil on methane production, fermentation and microbial population in the rumen of growing lambs. **Livestock Science**, v. 129, p. 56-62, 2010.

McDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, C. A.; MORGAN, C. A. **Animal Nutrition**. 5. ed. Zaragoza: Acirbia, 1995. 576 p.

McINTOSH, F. M.; WILLIAMS, P.; LOSA, R.; WALLACE, R. J.; BEEVER, D. A.; NEWBOLD, C. J. Effects of Essential Oils on Ruminal Microorganisms and Their Protein Metabolism. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 69, n. 8, p. 5011-5014, 2003.

McLEOD, M. N. Plant tannins: their role in forage quality. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Farnham Royal, v. 44, p. 803-812, 1974.

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, N. F.; BRAY, R. A. (Ed.). *Leucena-Adpatation quality and farming system*. (Ed.) Canberra: ACIAR, 1998. p. 205-214.

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.

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**, Foulum, v. 141, p. 1-11, 2011.

MIN, B. R.; BARRY, T. N.; ATTWOOD, G. T.; McNABB, W. C. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 106, p. 3-19, 2003.

NEWBOLD, C. J.; K. HILLMAN. The effect of ciliate protozoa on the turnover of bacterial and fungal protein in the rumen of sheep. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 11, n. 100, p. 100-102, 1990.

NEWBOLD, C. J.; LASSALAS, B.; JOUANY, J. P. The importance of methanogenesis associated with ciliate protozoa in ruminal methane production in vitro. **Letters in Applied Microbiology**, Hoboken, v. 21, p. 230-234, 1995.

NEWBOLD, C. J.; DUVAL, S. M.; MCEWAN, N. R.; YÁÑEZ-RUIZ, D. R.; HART, K. J. New feed additives for ruminants- a European perspective. In: PACIFIC NORTHWEST ANIMAL NUTRITION CONFERENCE AND VIRTUS NUTRITION PRE-CONFERENCE, 2006, Vancouver. **Proceedings...** Vancouver: [s. n.], 2006. p. 81-90.

NOVACOSK, R.; TORRES, R. S. L. A. Atividade antimicrobiana sinérgica entre óleos essenciais de lavanda (*Lavandula officinalis*), Melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), cedro (*Juniperus virginiana*), Tomilho (*Thymus vulgaris*) e Cravo (*Eugenia caryophyllata*). **Revista Analytica**, São Paulo, n. 21, 2006.

O'DONOVAN, L.; BROOKER, J. D. Effect of hydrolysable and condensed tannins on growth, morphology and metabolism of *Streptococcus gallolyticus* (S. caprinus) and *Streptococcus bovis*. **Microbiology**, Washington, v. 147, p. 1025-1033, 2001.

OMS. A crescente ameaça da resistência antimicrobiana: opções de ação. **Organização Mundial da Saúde**. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/75389/3/OMS_IER_PSP_2012.2_por.pdf> Acesso em: 03 de abr. 2013

OJEU. Regulation (EC) N° 1831/2003 of the European parliament and the council of 22 september 2003 on additives for use in animal nutrition. **Official Journal of the European Union**, L268, p. 29-43, 2003. Disponível em: <<http://irmm.jrc.ec.europa.eu/SiteCollectionDocuments/EC-1831-2003.pdf>>. Acesso em: 25 jan. 2013.

PATRA, A. K.; SAXENA, J. Review: A new perspective on the use of plant secondary metabolites to inhibit methanogenesis in the rumen. **Phytochemistry**, New York, v. 71, p. 1198-1222, 2010.

PERES, L. E. P. **Metabolismo Secundário**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2004. p. 1-10.

REUTER, H. D.; KOCH, J. P.; LAWSON, L. Therapeutic effects and applications of garlic and its preparations. In: KOCH, H. P.; LAWSON, L. D. **Garlic: the science and therapeutic application of Allium sativum L. and related species**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1996. p. 135-212.

RODRÍGUEZ-PRADO, M.; FERRET A.; ZWIETEN, J.; GONZALEZ, L.; BRAVO, D.; CALSAMIGLIA, S. Effects of dietary addition of capsicum extract on intake, water consumption, and rumen fermentation of fattening heifers fed a high-concentrate diet. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 90, p. 1879-1884, 2012.

SCALBERT, AUGUSTIN. Antimicrobial properties of tannins. **Phytochemistry**, New York, v. 30, n. 12. p. 3875-3883, 1991.

SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; ATHAYDE, M. L. Saponinas. In: SIMÕES, C. M.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 3. ed. Porto Alegre: Ed. UFRGS/Ed. UFSC, 2001. p. 597-619.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Metabólitos secundários e defesa vegetal. In: _____. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 309-334.

TANNER, G. J.; MOORE, A. E.; LARKIN, P. J. Proanthocyanidins inhibit hydrolysis of leaf proteins by rumen microflora in vitro. **British Journal Nutrition**, Cambridge, v. 71, n. 6, p. 947-958, 1994.

TEFEREDEGNE, B.; MCINTOSH, F.; OSUJI, P. O.; ODENYO, A.; WALLACE, R. J.; NEWBOLD, C. J. Influence of foliage from different accessions of the sub-tropical leguminous tree, *Sesbania sesban*, on ruminal protozoa in Ethiopian and Scottish sheep. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v. 78, p. 11-20, 1999.

TURNER, G.; GERSHENZON, J.; NIELSON, E. E.; FROELICH, J. E.; CROTEAU, R. Limonene synthase, the enzyme responsible for monoterpene biosynthesis in peppermint, is localized to leucoplasts of oil gland secretory cells. **Plant Physiologists**, v. 120, p. 879-886, 1999.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.

WAGHORN, G. C.; JONES, W. T.; SHELTON, I. D.; McNABB, W. C. Condensed tannins and the nutritive value of herbage. **Proceedings of the New Zealand Grassland Association**, Wellington, v. 51, p. 171-176, 1990.

WALLACE, R. J.; ARTHAUD, L.; NEWBOLD, C. J. Influence of *Yucca schidigera* extract on ruminal ammonia concentration and ruminal micro-organisms. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, D.C., v. 60, p. 1762-1767, 1994.

WANAPAT, M.; KANG, S.; POLYORACH, S. Development of feeding systems and strategies of supplementation to enhance rumen fermentation and ruminant production in the tropics. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, n. 4, v. 32, 2013.

WILLIAMS, A. G.; COLEMAN, G. S. **The Rumen Protozoa**. London: Springer-Verlag, 1992.

WINA, E.; MUETZEL, S.; BECKER, K. The Impact of saponins or saponin- containing plant materials on ruminant productions: A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, D.C, v. 53, p. 8093-8105, 2005.

YANG, C. R; ZHANG, Y.; JACOB, M. R.; KHAN, S. I.; ZHANG, Y. J.; LI, X. C. Antifungal activity of C-27 steroidal saponins. **Antimicrobial agents and chemotherapy**, Providence, v. 50, n. 5, p. 1710-1714, 2006.

YANG, W. Z.; BENCHAAAR, 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. 5671-568, 2007.

Plant Extracts as Modifiers of Rumen Microbial Fermentation

Abstract

Technologies have been developed to replace ionophores because of bacterial resistance to these can promote. Therefore, plant extracts have been widely studied in ruminant nutrition as modulators of rumen microbial fermentation. Saponins, tannins and essential oils are compounds derived from the secondary metabolism of plants and usually have antimicrobial activity, which can be effective and safe alternative in animal production chain. Studies show that the plant extracts are able to alter the population of microorganisms in the rumen and consequently the profile of short-chain fatty acids, promoting a more efficient fermentation by reducing the production of methane, ammonia and acetate propionate proportion. However, the studies do not suggest a conclusive opinion on the effectiveness of these products in animal performance. More in vivo researches should be developed to evaluate the benefits of plant extracts in animal production.

Index terms: fermentacao ruminal, ionophores, oils essential, saponins, tannins.



Cerrados

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

