



Vol. 15, Nº 01, Jan/Fev de 2018  
ISSN: 1983-9006  
www.nutritime.com.br

A Nutritime Revista Eletrônica é uma publicação bimestral da Nutritime Ltda. Com o objetivo de divulgar revisões de literatura, artigos técnicos e científicos bem como resultados de pesquisa nas áreas de Ciência Animal, através do endereço eletrônico: <http://www.nutritime.com.br>. Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

## Extratos vegetais: potencial de uso na alimentação de animais ruminantes

Ruminantes, extrato vegetal, fermentação ruminal.

João Rafael de Assis<sup>1\*</sup>  
Rodrigo Torres<sup>2</sup>  
Jurandy Gouveia Junior<sup>2</sup>  
João Pedro Alves Maranhão<sup>2</sup>  
Dener Nunes<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Doutorando em Ciência Animal, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá – Brasil. \*Email: [joaorafael\\_zootecnista@hotmail.com](mailto:joaorafael_zootecnista@hotmail.com)

<sup>2</sup> Mestrando em Zootecnia, Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal do Mato Grosso, Sinop – Brasil.

<sup>3</sup> Acadêmico do Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop – Brasil.

<sup>4</sup> Bacharel em Zootecnia, Universidade Federal do Mato Grosso, Sinop – Brasil.

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre os efeitos positivos da utilização dos extratos vegetais na alimentação de ruminantes. Tendo em mente que novos aditivos estão sendo requisitados para contemplar as exigências do mercado externo, onde entra em destaque os extratos bioativos de plantas. Pois, por virtude são originados de fontes naturais renováveis e ainda podem agregar potencialidades para saúde animal e humana.

**Palavras-chave:** ruminantes, extrato vegetal, fermentação ruminal.

### PLANT EXTRACTS: POTENTIAL USE IN THE FEEDING OF RUMINANT ANIMALS

#### ABSTRACT

This work had as objective to conduct a literature review on the positive effects of the use of plant extracts in ruminant feed. Bearing in mind that new additives are being required to address the demands of the international market, where enters highlights the bioactive plant extract. Because by virtue of natural renewable sources are sourced and can still add potential for animal and human health.

**Keyword:** ruminants, plant extract, ruminal fermentation.



## INTRODUÇÃO

Na última década de forma crescente, uma onda de repercussão influenciada pelo Movimento Cultural Naturalista que teve início em meados de século XIX, colocou diante aos olhos a nível global, o emprego dos sistemas de produção orgânica de alimentos. Onde se almeja uma melhor qualidade de vida, já que o advém do aporte tecnológico opôs negativamente contra saúde humana. Uma vez que o emprego de herbicidas, pesticidas, hormônios, antibióticos, promotores de crescimento nos sistemas produtivos oferecem risco a saúde humana tanto quanto podem auxiliar para a degradação ambiental. Sobre este motivo, os produtos orgânicos têm ganhado destaque no mercado internacional, principalmente nos Estados Unidos e na Europa e, no Brasil com menor velocidade (TORRES et al., 2011).

No tocante da produção de ruminantes, sabe-se que nos últimos anos tem sido apontada como vilã para o meio ambiente, pois por decorrência aos processos fermentativos ocasionados no rúmen dos animais, libera gases do efeito estufa, sendo metano o principal. Segundo Cotton & Pielke, (1995), o metano contribui com cerca de 15% para o aquecimento global. Em termo geral, a exploração de ruminantes responde por cerca de 18% da emissão antropogênica de gases do efeito estufa no mundo, algo intrigante para as exigências agroecológicas voltada para nível mundial.

Junto a isto, a exigência do mercado consumidor por produtos orgânicos restringiu o uso de diversos aditivos alimentares, onde se destaca os antibióticos ionóforos. Que segundo o NRC (1996), são aditivos alimentares utilizados com intuito de melhorar a eficiência alimentar dos animais. Sendo a monensina sódica um dos principais ionóforos utilizados, contendo relativamente bons sucessos em melhorar a eficiência alimentar, diminui a produção de metano e minimiza os riscos de distúrbios metabólicos (RUSSELL; STROBEL, 1989) como é o caso pelo acúmulo de lactato no rúmen. Podendo esse, ser utilizado como nutriente após absorvido via intestinal e convertido em glicose pela gliconeogênese nas células dos hepatócitos no fígado. No entanto, seu acumulado no rúmen pode acarretar em acidose ruminal e vir a comprometer o desempenho como a

produção animal. E dependendo deste, pode até levar o animal a óbito, fato constatado em animais ruminantes criados com dietas ricas em carboidratos solúveis (principalmente amido; confinamento).

Porém, graças aos repercutidos de algumas crises, doenças e acidentes que ocorreram na cadeia produtiva de alimentos nos últimos anos, como por exemplo, a encefalopatia espongiiforme bovina, encefalomalácia, dioxina, febre aftosa, gripe aviária, intoxicação por salmonela, peste suína clássica entre outros, questionamentos à segurança alimentar ganharam força, conseqüentemente muitas exigências foram desenvolvidas pelo mercado consumidor.

Apoiando esses questionamentos, a União Europeia em 2006 banuiu o uso de antibióticos como promotores de crescimento na produção animal, já que seu uso é arriscado uma vez que o excedente do aditivo pode ser depositado em produtos de origem animal (carne e leite) e contribuir para geração de cepas bacterianas resistentes aos medicamentos utilizados na medicina humana. Segundo Reis et al. (2006), a proibição do uso de antibióticos na alimentação animal tem sido recomendada por uma questão de precaução. Sendo que há uma carência científica justificando que os ionóforos aumentem os riscos de transferência cruzada de resistência microbiana (CALLAWAY et al., 2003; RUSSELL & HOULIHAN, 2003).

Neste cenário, nasce uma forte demanda em gerar uma produção mais saudável, eficiente e ecologicamente correta. Onde se tem destacado os Sistemas Agroecológicos, que tem como essência a consolidação de sistemas produtivos contribuintes para a preservação ambiental. O que faz o advém científico evoluir em busca de novos aditivos alimentares na nutrição animal com que venham contemplar estes requisitos. Assim os extrativos vegetais bioativos têm ganhado espaço como novas alternativas de aditivos, pois são originados de fontes naturais renováveis e ainda apresentam grande potencial para saúde animal e humana.

## EXTRATOS VEGETAIS

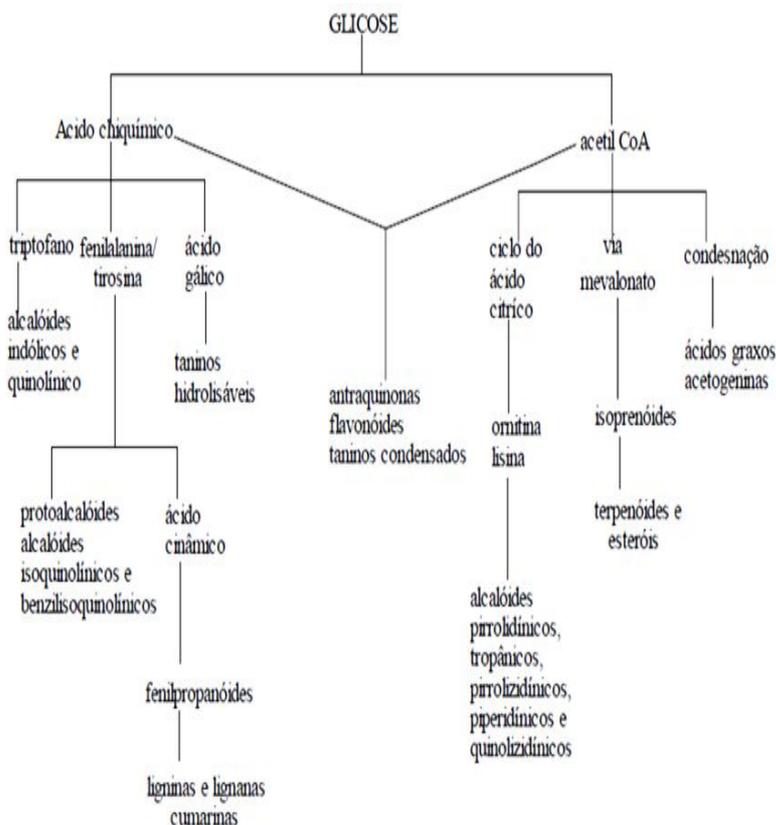
Atualmente grande valor se tem dado aos extratos



bioativos de plantas, devido sua magnitude medicinal explorada desde os tempos mais remotos da humanidade. Tem ganhado atenção principalmente por apresentarem propriedades antimicrobianas, antioxidantes (Sivropoulou et al., 1996; Cardozo et al., 2005; Busquet et al., 2006) e digestivas, onde se destaca como substituto aos antibióticos melhoradores de desempenho animal (Rizo et al., 2010).

Grande parte das funções biologicamente ativas dos extratos vegetais confere aos metabólitos secundários, os quais são responsáveis por empregarem características de cor, sabor, odor e fonte de defesa para ataques de predadores (microrganismos, insetos, herbívoros). Segundo Simões & Spitzzeer (2004), a origem de todos os metabólitos secundários pode ser resumida a partir do metabolismo da glicose, via dois intermediários principais: o ácido chiquímico e o acetil-coa (Figura 1).

**FIGURA 1:** Rota biosintética dos metabólitos secundários



Fonte: Simões & Spitzzeer, 2004.

Porém, podemos resumir que os principais grupos

de metabólitos secundários são os denominados compostos fenólicos, terpenos, fenilpropanóides e alcalóides que dentre eles há uma vasta derivação dependente da origem vegetal.

### INFLUÊNCIA NA FERMENTAÇÃO RUMINAL

O uso de aditivos alimentares para ruminantes tem como função primordial melhorar o processo fermentativo no rúmen, por meio da alteração da microbiota ruminal responsável pela degradação dos componentes dietéticos. Neste contexto, a população microbiana responde por extrema importância sobre o perfil da fermentação ruminal como nas características de desempenho animal.

Um grande número de estudos tem demonstrado que a utilização de extratos vegetais pode modular a composição microbiana como alterar os processos fermentativos no rúmen, o que nos leva a inferir sobre seu potencial de uso como aditivo na alimentação de ruminantes.

Provavelmente os primeiros a demonstrarem efeito de extrativos vegetais sobre a fermentação ruminal foram Crane et al. (1957), observaram que os óleos essenciais limoneno e pineno eram capazes de inibir a síntese de metano *in vivo*. Posteriormente Borchers (1965), constatou que o timol inibia a deaminação ruminal *in vivo*, fato observado pelo acúmulo de aminoácidos juntamente com redução na concentração de amônia ruminal.

Klita et al. (1996), trabalhando com saponinas de alfafa (2% IMS, 2-3% saponina MS), verificaram que houve depressão no número de protozoários em cordeiros alimentados com saponinas. No experimento de McSweeney et al. (2001) estudando os efeitos da leguminosa *Calliandra calothyrsus* em relação a síntese e a diversidade microbiana ruminal, concluíram que a utilização desta fonte de alimento causou alterações significativas na população microbiana, sem afetar a eficiência de síntese de proteína ruminal.

O'Donovan & Brooker (2001) avaliando taninos hidrolisáveis e condensados sobre o crescimento, morfologia e metabolismo de *Streptococcus gallolyticus* e *Streptococcus bovis*, mostrou que ambos os tipos de taninos tiveram atividade microbiana.



Visto que, *Streptococcus gallolyticus* 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*, demonstrando que estes são mais sensíveis aos taninos.

No experimento de Lia et al. (2003), observaram que as produções de ácidos graxos de cadeia curta aumentaram proporcionalmente ao aumento da adição de saponina (0g/L de saponina = 40,8mM de AGCC; 1,2g/L=42,4mM; 1,8g/L= 42,8mM; 2,4g/L= 43,7mM; 3,2g/L= 45,2mM).

Krause et al. (2004), avaliaram os efeitos da leguminosa *Acacia angustissima*, sobre a diversidade microbiana no rúmen de ovinos, relataram que as populações fibrolíticas de *Fibrobacter* e *Ruminococcus* aumentaram com a utilização de acácia na dieta. Sendo que as cepas de *Selenomonas* tenderam a ser resistentes aos taninos presente nesta leguminosa e a *Butyrivibrio fibrisolvens* foi sensível. Porém as cepas de *Streptococcus bovis* foram sensíveis, enquanto que as *Streptococcus gallolyticus* foram resistentes.

Em um estudo *in vivo* utilizando óleo encapsulado de raiz-forte (20 g/kg de MS), apresentou 19% na redução de metano, sem efeitos sobre a população de protozoários ou a digestibilidade ruminal em novilhos (MOHAMMED et al., 2004).

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

No experimento *in vitro* de Busquet et al. (2005b), foi observado que a inclusão de óleo de alho e o di-alil-di-sulfeto (300 mg/L) reduziram a produção de metano em 74% e 69% respectivamente, o que foi mais pronunciado do que observado para a monensina. Sendo que também foi evidenciada redução da produção de acetato e aumento na de propionato.

Trabalhando com dose de 1,5 mg/L de uma mistura de óleos essenciais Castillejos et al. (2005), constaram

que houve aumento na concentração total de ácidos graxos de cadeia curta sem afetar outros parâmetros fermentativos. Em outro experimento Castillejos et al. (2006), avaliaram diferentes óleos essenciais e diferentes doses (5, 50, 500 e 5000 mg/L), observaram que o óleo do cravo-da-índia (fenólico de guaiacol) e da canela (fenólico eugenol) reduziram a concentração de amônia em todas as doses. O óleo de frutas cítricas (monoterpeno limoneno), reduziu a concentração de amônia na dose de 500 mg/L.

PEN (2006), utilizando extratos de saponinas de *Yucca schidigera* e *Quillaja saponaria* em dieta de vacas da raça Holandesa, observou redução na produção de metano, dióxido de carbono e aumento na concentração de propionato.

Em um estudo com extratos metanólicos e etanólicos de funcho (*Foeniculum vulgare*), cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*) e alho (*Allium sativum*), foi observado inibição na produção de metano *in vitro*, tendo efeitos variados sobre a digestibilidade (KAMRA et al., 2006).

Avaliando os efeitos de diferentes fontes de saponinas sobre cultura de fluido ruminal, Goel et al. (2008) constataram que a adição de saponina afetou a composição microbiana ruminal, aumentando a quantidade de bactérias das espécies *Fibrobacter succinogenes* e *Ruminococcus flavefaciens*. Reduzindo a concentração de 10% a 39% de protozoários e a população de fungos diminuiu entre 20% e 60%.

Fandiño et al. (2008) evidenciaram que o óleo de anis apresentou efeitos sobre as concentrações de ácidos graxos de cadeia curta semelhantes à monensina *in vivo*. No entanto Chaves et al. (2008b), demonstraram que o óleo de zimbro e o cinamaldeído *in vivo* promoveram aumento numérico na concentração de propionato e queda numérica na relação acetato: propionato.

No estudo de Holtshausen et al. (2009) avaliando extratos de *Yucca schidigera* e *Quillaja saponaria* (15, 30 e 45g/kg de MS, 3 e 6% de saponinas, para *Yucca schidigera* e *Quillaja saponaria* respectivamente), observaram que as saponinas pro-



moveram redução da relação acetato: propionato, da concentração de metano, de amônia e a digestão da fibra em sistema *in vitro*.

Sallam et al. (2009) demonstraram que ao utilizar 10 mL de óleo de eucalipto, reduziu em 31% a emissão de metano em ovinos, sem afetar negativamente a digestibilidade. Em outro experimento *in vivo* utilizando 250 mg/d de mistura de óleos de orégano, foi observado redução em 12% da produção de metano em ovinos no decorrer de 15 dias (WANG et al., 2009). Ainda utilizando extrato de orégano, Hristov et al. (2010) fornecendo 500 g/de folhas de orégano moídas, diminuiu em 40% a produção de metano em vacas leiteiras, tendo aumento na eficiência alimentar e na produção de leite.

Em outro estudo utilizando 2 g/kg de MS consumida de di-alil-di-sulfeto, constatou uma redução de 11% na produção de metano em ovinos (KLEVENHUSEN et al., 2010).

Patra et al. (2010) avaliado o efeito de extratos de plantas (cravo-da-índia, erva-doce, cebola, alho e gengibre) sobre a metanogênese. Verificaram que os extratos de alho, cravo-da-índia e erva-doce, na dose de 0,5 mL, inibiram a produção de metano *in vitro*. Sendo que o extrato de alho na dose de 0,5 mL, reduziu a relação acetato:propionato. Ainda também foi constatado, redução no número total de protozoários com a utilização do extrato de cravo-da-índia.

Liu et al. (2011), Dschaak et al. (2011), Cieslak et al. (2012), demonstraram ação inibitória dos taninos sobre os protozoários e bactérias metanogênicas, refletindo na redução da produção de amônia, metano e na relação acetato:propionato.

No experimento *in vitro* de Argôlo (2012) testando extratos etanólicos de farelos de vagens de leguminosas tropicais, indicou que os extratos brutos etanólicos das vagens de *Prosopis juliflora* (alcaloides), *Samanea saman* e *Samanea tubulosa* (terpenos, sápinhas e taninos), diminuíram a relação acetato: propionato e alteraram a diversidade genética bacteriana por meio da DGGE dos produtos de PCR da região V3 do 16S rDNA.

Rodríguez-Prado et al. (2012) testado óleo resina de pimenta vermelha em dietas com alto teor de concentrado para bovinos. Observaram que a adição do extrato alterou o pH ruminal de 5,84 a 6,03 e tendeu a aumentar linearmente ( $p<0,08$ ) a concentração de ácidos graxos de cadeia curta. No entanto a relação acetato: propionato não foi alterada, porém a concentração de acetato tendeu a reduzir ( $p<0,06$ ), sendo o mesmo averiguado para a concentração de amônia ruminal ( $p<0,08$ ).

Kim et al. (2012) utilizando vários extratos metanólicos de *Artemisia princeps*, *Allium sativum*, *Allium cepa*, *Zingiber officinale*, *Citrus unshiu*, *Lonicera japônica* (1% total do volume), observaram que houve redução de bactérias metanogênicas associadas a protozoários em todos os extratos enquanto que bactérias fibrolíticas aumentaram. Em particular a população de *F. succinogens* nos extratos de absinto, alho, tangerina e madressilva forma maior que a dos demais. A adição de extrato de cebola aumentou a diversidade de *R. albus*, e a população de *R. flavefaciens* nos extratos de absinto e de alho diminuiu, enquanto nos outros extratos aumentaram em relação ao controle.

Em outro experimento Kim et al. (2013), trabalhando com extrato etanólicos de *Glycyrrhiza uralensis* e *Artemisia capillaris* (0,5 e 1% total MS), demonstrou que os tratamentos com extrato reduziram cerca de 18% das bactérias metanogênicas associadas a protozoários no rúmen. Sendo que a diversidade de *Methanobacteriales* diminuiu em 35% no tratamento com extrato de *Glycyrrhiza uralensis* e 30% no tratamento com extrato de *Artemisia capillaris*. A população da ordem *Methanomicrobiales* reduziu de 50% para 0,5% no tratamento com extrato de *Glycyrrhiza uralensis*. No mesmo ano Kim et al. (2013), estudando extratos aquoso e etanólico de Agulhas de pinheiro e folhas de Ginkgo biloba (5% do fluido ruminal tamponado), mostrou que a população de metanogênicas associado a protozoários ciliados diminuiu de 25% para 49% nos extratos de plantas. Junto a isto, a ordem de bactérias *Methanobacteriales* foi afetada pela adição de todos os extratos vegetais, ocorrendo diminuição em comparação ao controle. Entretanto, a população de *F. succinogenes* foi maior nos extratos vegetais.



No trabalho de Souza (2013) testando a adição extratos de plantas do cerrado sobre a fermentação ruminal *in vitro*, observou que o extrato seco de Pacarí não deprimiu a concentração de ácido graxo de cadeia curta (AGCC), mas na dose de 3.000 ppm reduziu ( $p < 0,05$ ) a fração potencialmente degradável da MS incubada e a concentração de N-NH<sub>3</sub>, porém as doses de 30 e 300 ppm diminuiu ( $p < 0,05$ ) a relação acetato:propionato (4,32 vs 3,64 e 4,32 vs 3,53) respectivamente. A adição de 300 ppm da óleosina de Copaíba reduziu ( $p < 0,05$ ) as proporções de acetato e propionato (4,55 vs 2,81), e a dose 3.000 ppm promoveu redução de 24,65% da degradabilidade potencial da MS incubada, ainda tendeu a diminuir ( $p < 0,10$ ) as concentrações de N-NH<sub>3</sub> e AGCC totais. Sendo que o óleo de Sucupira não influenciou os parâmetros de degradação da MS, mas a inclusão de 3.000 ppm reduziu ( $p < 0,05$ ) as concentrações de N-NH<sub>3</sub>, AGCC totais e a relação acetato: propionato.

Kim et al. (2015) trabalhando com extratos metanólicos de *Unica granatum*, *Betula schmidtii*, *Ginkgo biloba*, *Camellia japonica* e *Cudrania tricuspidata* (5% total MS), indicou redução de 60% da população de protozoários ciliados nos tratamentos com extrato. Houve aumento na população de *Fibrobacter succinogenes* nos tratamentos com extrato, enquanto que as populações de *Ruminococcus albus* e *R. flavefaciens* diminuíram em comparação com o controle.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que se pode observar em meio à literatura, é o potencial dos extratos vegetais em modular o perfil da fermentação, como em manipular o microbioma ruminal. Salientamos que melhorias para a saúde animal pode ser adicionada junto aos extratos vegetais, como é o caso da redução de lactato ruminal em dietas de alto teor de carboidratos solúveis contendo principalmente amido e também contribuições secundárias ainda podem ser adquiridas, já que vários metabólicos secundários apresentam propriedades antioxidantes e anticarcinogênicas. Todavia cabe a experimentação *in vivo* para assegurar acurácia dos extratos vegetais utilizados em experimentos *in vitro*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A.; Carulla, J. E. Lascano, C. E. Díaz, T. E. Kreuzer, M. HESS, H.D. Effects of Sapindus saponaria fruits on ruminal fermentation and duodenal nitrogen flow of sheep fed a tropical grass diet with and without legume. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 1392-1400, 2004
- ARGÔLO, L.S. Efeito do Extrato Etanólico de Vagens de Leguminosas Tropicais sobre os Parâmetros Ruminais e Diversidade Bacteriana Ruminal. (Tese - Doutorado em Zootecnia - Produção de Ruminantes), Itapetinga-BA: UESB, 2012.
- BORCHERS, R. Proteolytic activity of rumen fluid *in vitro*. **Journal of Animal Science, Champaign**, v. 24, n. 4, p. 1033-1038, 1965.
- BUSQUET, M.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; CARDOZO, P.W.; 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, 2005b.
- CALLAWAY, T.R.; EDRINGTON, T.S.; RYCHLIK, J.L.; GENOVESE, K.J.; POOLE, T.L.; JUNG, Y.S.; BISCHOFF, K.M.; ANDERSON, R.C.; NISBET, D.J. Ionophores: their use as ruminant growth promotants and impact on food safety. **Current Issues in Intestinal Microbiology, Wymondham**, v. 4, n. 1, p. 43-51, 2003.
- 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.
- CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S.; FERREIT, A.; LOSAR, R. Effect of essential oil active compounds on rumen microbial fermentation and nutrient flow *in vitro* systems. **Journal of Dairy Science, Champaign**, v. 89, n. 7, p. 2649 – 2658, 2006.
- CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, 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 continuous culture system. **Animal Feed Science and Technology, Amsterdam**, v. 119, n. 1/2, p. 29-41, 2005.
- CHAVES, A.V.; STANFORD, K.; DUNGAN, M.E.R.; GIBSON, L.L.; McALLISTER, T.A.; VAN HERK, F.; BENCHAAAR, C. Effects of cynamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen



- fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. **Livestock Science, Amsterdam**, v. 117, n. 2/3, p. 215-224, 2008b.
- 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.
- COTTON, W. R.; PIELKE, R.A. Human impacts on weather and climate. Cambridge: **Cambridge University Press**, 1995. 288p.
- CRANE, A.; NELSON, W.O.; BROWN, R.E. Effects of D-limonene and  $\alpha$ -D-pinene on *in vitro* carbohydrate dissimilation and methane formation by rumen bacteria. **Journal of Dairy Science, Champaign**, v. 40, n. 10, p. 1317-1323, 1957.
- 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.
- FANDIÑO, I.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; BLANCH, M. Anise and capsicum as alternatives to monensin to modify rumen fermentation in beef heifers fed a high concentrate diet. **Animal Feed Science and Technology, Amsterdam**, v. 145, n. 1/4, p. 409-417, 2008.
- GOEL, G.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. 2008. Changes in microbial community structure, methanogenesis and rumen fermentation in response to saponin-rich fractions from different plant materials. **Journal of Applied Microbiology**. London, 105(3): 770-777, 2008.
- HOLTSHAUSEN, L.; CHAVES, A. V.; BEAUCHEMIN, K. A.; MCGINN, S. M.; MCALLISTER, T. A.; ODONGO, N. E.; CHEEKE, P. R.; BENCHAAAR, 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.; TEKIPPE, J.A.; HEYLER, K.S.; CASSIDY, T.W.; ZHELJAZKOV, V.D.; KARNATI, S.K.; VARGA, G.A. Rumen fermentation and production effects of *Origanum vulgare L.* in lactating dairy cows. In: GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE, 4., 2010, Banff. Proceedings... Banff, 2010. p. 126.
- Kim et al. (2015). Effects of Flavonoid-rich Plant Extracts on *in vitro* Ruminal Methanogenesis, Microbial Populations and Fermentation Characteristics. **Asian Australas. J. Anim. Sci.** 28:530-53, 2015.
- Kim et al. (2013). The Effect of Plant Extracts on *In vitro* Ruminal Fermentation, Methanogenesis and Methane-related Microbes in the Rumen. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** 26:517-522, 2013.
- Kim et al. (2013). Changes in Microbial Diversity, Methanogenesis and Fermentation Characteristics in the Rumen in Response to Medicinal Plant Extracts. **Asian Australas. J. Anim. Sci.** 26:1289-1294, 2013.
- Kim et al. (2012). Effects of Plant Extracts on Microbial Population, Methane Emission and Ruminal Fermentation Characteristics in *In vitro*. **Asian-Aust. J. Anim. Sci.** 25:806-81, 2012.
- KLEVENHUSEN, F.; ZEITZ, J.O.; DUVAL, S.; KREUZER, M.; SOLIVA, C.R. Determination of the methane mitigating potential of garlic oil and one its most abundant compounds – diallyl disulfide – in sheep. In: **GREENHOUSE GASES AND ANIMAL AGRICULTURE CONFERENCE**, 4., 2010, Banff. Proceedings... Banff, p. 126, 2010.
- 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.
- KRAUSE, D.O.; SMITH, W.J.M.; MCSWEENEY, C.S. Use of community genome (CGAs) to assess the effects of *Acacia angustissima* on rumen ecology. **Microbiology**. v.150, p.2899-2909. 2004.
- Lia OENEMA, J.; KOSKAMP, G. J.; GALAMA, P. J. Guiding commercial pilot farms to bridge the gap between experimental and commercial dairy farms; the project 'Cows & Opportunities'. **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.49, p.277-296, 2001.
- 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.



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.

MOHAMMED, N.; AJISAKA, N.; LILA, Z.A.; MIKUNI, K.; HARA, K.; KANDA, S.; ITABASHI, H. Effect of Japanese horseradish oil on methane production and ruminal fermentation *in vitro* and in steers.

**Journal of Animal Science, Champaign**, v. 82, n. 6, p. 1839-1846, 2004.

NRC. Nutrient Requeriments of Beef Cattie, 7ed.; **National Academic Press, Whoshington**, 1996.