



POTENCIAL DE ÓLEOS ESSENCIAIS DE ÁRVORES DO CERRADO BRASILEIRO COMO ADITIVO NUTRICIONAL PARA RUMINANTES

Lucimara Modesto Nonato¹, Luís Carlos Vinhas Ítavo², Larissa Cássia Crisostomo da Rocha³,
Giovanna Manfre Formigoni⁴, Adriéli Dias Borges⁴

¹Doutoranda em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: lucimara.nonato@ufms.br

²Professor da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Email: luis.itavo@ufms.br@ufms.br

³Graduanda em Medicina Veterinária, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

⁴Graduanda em Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Resumo: A produção de metano causa prejuízos nutricionais e ambientais. Os aditivos nutricionais para ruminantes devem ser capazes de minimizar a produção de metano e a taxa de degradação de carboidratos facilmente fermentáveis para reduzir o risco de acidose ruminal e melhorar a digestão das fibras. Alguns resultados favoráveis foram obtidos de aditivos alimentares naturais. Entre esses modificadores naturais do rúmen, os metabólitos secundários das plantas, como saponinas, taninos, flavonoides e óleos essenciais, são de aplicação potencial. As plantas constituem uma fonte importante para o estudo de substâncias com atividade antimicrobiana, entre elas taninos, saponinas, compostos de organossulfureto e óleos essenciais presentes na planta, em partes dela ou em seus extratos.

Palavras-chave: Barbatimão, Bauhinia, Fabaceae, Tabebuia

POTENTIAL OF ESSENTIAL OILS OF BRAZILIAN CLOSURE TREES AS NUTRITIONAL ADDITIVE FOR RUMINANTS

Abstract: The production of methane causes nutritional and environmental damages. Nutritional additives for ruminants should be able to minimize methane production and the rate of degradation of easily fermentable carbohydrates to reduce the risk of rumen acidosis and improve fibre digestion. Some favourable results were obtained from natural food additives. Among these natural rumen modifiers, plant secondary metabolites, such as saponins, tannins, flavonoids and essential oils, are potential applications. Plants are an important source for the study of substances with antimicrobial activity, including tannins, saponins, organosulfide compounds and essential oils present in the plant, parts of plants or extracts thereof.

Keywords: Barbatimão, Bauhinia, Fabaceae, Tabebuia

INTRODUÇÃO

Os óleos essenciais têm sido amplamente investigados nos últimos anos para buscar um com características positivas para aumentar a produtividade de forma sustentável. Têm atividade antimicrobiana (Benchaar & Greathead, 2011; Cieslak et al., 2013) acometendo a população bacteriana, entre elas, as produtoras de amônia (Wallace, 2004). Assim, é coerente pensar que o uso de compostos secundários em doses apropriadas pode resultar em vários benefícios na fermentação ruminal (Benchaar & Greathead, 2011; Patra & Yu, 2013).

Os óleos essenciais são misturas complexas de metabólitos secundários voláteis e lipofílicos obtidos a partir de material vegetal (FDA, 2004; Greathead, 2003). Podem ser extraídos de muitas partes da planta, incluindo folhas, flores, caule, sementes, raízes e cascas. No entanto, a concentração e composição do óleo essencial pode variar entre diferentes partes da mesma planta (Oussalah et al., 2006; Dorman & Deans, 2000), de acordo com o ambiente de crescimento das plantas, como a temperatura, a composição do solo, a luz e o estresse por umidade (Hart et al., 2008); E também pelos métodos de extração do óleo essencial (Okoh et al., 2010).



Em relação a composição química, são misturas variáveis de terpenoides, em especial monoterpenos e sesquiterpenos, sendo que os diterpenos também podem estar presentes. Além disso, podem apresentar uma variedade (20-60 componentes) de hidrocarbonetos alifáticos de baixo peso molecular, ácidos, álcoois, aldeídos, fenóis, ésteres acíclicos ou lactonas e raramente, compostos contendo nitrogênio e enxofre, cumarinas e homólogos de fenilpropanoides (Bakkali et al., 2008; Benchaar et al. 2007; Dorman&Deans, 2000).

Os óleos essenciais com elevadas concentrações de compostos fenólicos (timol, eugenol, carvacrol), óleo essencial de alho e seus derivados, em especial o dissulfetodialílico, óleo essencial de canela e seu principal elemento (cinamaldeído) e outros óleos essenciais podem ser eficientes na redução da produção de metano (CH_4) *in vitro* (Cobellis et al., 2016). Além disso, os óleos essenciais e seus compostos demonstraram sua eficácia também *in vitro* como agentes antioxidantes, antimicrobianos, anti-inflamatórios e imunomoduladores (Giannenas et al., 2013).

As atividades antimicrobianas foram evidenciadas contra uma variedade de microrganismos, incluindo bactérias Gram-positivas e Gram-negativas. A atividade antimicrobiana do óleo essencial foi atribuída a vários compostos fenólicos e terpenoides (Panizzi et al., 1993; Helander et al., 1998; Chao et al., 2000), bem como os componentes químicos e os grupos funcionais dos óleos, as proporções em que estão presentes e as interações entre eles (Dorman&Deans, 2000). Foi verificado efeitos antagônicos, sinérgicos e aditivos entre os componentes dos óleos essenciais (Burt, 2004).

A potência antimicrobiana varia especialmente dependendo da composição química (tanto suas proporções quanto os componentes presentes), interações entre os componentes e configurações químicas dos componentes do óleo essencial (Burt, 2004). Por exemplo, o óleo essencial da canela é mais anti-metanogênico do que seus componentes individuais, o que sugere uma atividade sinérgica entre seus componentes (Macheboeuf et al. 2008). As combinações de diferentes óleos essenciais também podem ser relacionadas a uma maior eficiência antimicrobiana devido a efeitos aditivos e/ou sinérgicos que podem ocorrer entre componentes de óleos essenciais diferentes (Benchaar&Greathead, 2011).

Os óleos essenciais têm grande afinidade pelos lipídios das membranas celulares bacterianas devido à sua natureza hidrofóbica, e suas propriedades antibacterianas estão evidentemente associadas ao seu caráter lipofílico (Dorman&Deans, 2000). As bactérias Gram-positivas parecem ser mais suscetíveis às propriedades antibacterianas do que as bactérias Gram-negativas (Burt, 2004). Isso pode ser esperado, uma vez que bactérias Gram-negativas possuem uma camada externa em torno de sua parede celular que atua como uma barreira de permeabilidade (Benchaar et al., 2008). Mas pequenos compostos, como o carvacrol, presente no orégano, é capaz de interagir com a membrana celular de bactérias Gram-negativas, e isso parece estar relacionado ao baixo peso molecular do óleo essencial (Dorman&Deans, 2000; Benchaar e Greathead, 2011; Cobellis et al., 2016).

DESENVOLVIMENTO

Aditivos nutricionais

O uso de aditivos nutricionais, mesmo representando uma novidade na melhoria de desempenho animal, sua inclusão na dieta pode aumentar os custos de alimentação, tais como os promotores de crescimento e é criticada por muitos grupos de consumidores, centros de pesquisas e instituições governamentais, que apoiam a proibição ou substituição de drogas sintéticas com a finalidade de manter o produto final isento de qualquer vestígio que possa gerar toxicidade. O que justifica a busca por alternativas de drogas sintéticas (entre elas os ionóforos), principalmente as de fontes naturais, especialmente de plantas (Silva et al. 2017).

Os aditivos devem minimizar a produção de metano diminuindo a taxa de degradação de carboidratos facilmente fermentáveis para reduzir o risco de acidose ruminal e melhorar a digestão das fibras (Jouany&Morgavi, 2007). Alguns resultados favoráveis foram obtidos de aditivos alimentares naturais (Hristov et al., 2013; Knapp et al., 2014). Entre esses modificadores naturais do rúmen, os metabólitos secundários das plantas, como saponinas, taninos, flavonoides e óleos essenciais, são de aplicação potencial (Cobellis et al., 2016). As plantas constituem uma fonte importante para o estudo de substâncias com atividade antimicrobiana, entre elas taninos, saponinas, compostos de organossulfureto e óleos essenciais presentes na planta, em partes dela ou em seus extratos (Durmic&Blache 2012; Flachowsky&Lebzien 2012; Thao et al., 2014). Esses metabólitos secundários têm a função de proteger a planta contra predadores ou mudanças ambientais, reduzindo a aceitabilidade alimentar pela produção de odores indesejáveis e/ou causando danos no corpo (Silva et al. 2017).



Dentre os compostos secundários, as substâncias fenólicas, são responsáveis pela coloração, odor e sabor de diversos vegetais. Muitas leguminosas tropicais possuem potencial para alimentação e podem apresentar em sua composição compostos fenólicos, tais como taninos (Barbosa, 2007). Já os flavonoides, que também podem ser detectados em leguminosas, atuam como agentes antimicrobianos e como sinalizadores químicos na fixação simbiótica de nitrogênio e os produtos da sua degradação incluem acetato, butirato, di e monohidroxifenólicos e floroglucinol. (Moro et al., 2010; McSweeney et al., 2001).

Saponinas e taninos, também presentes em algumas plantas tropicais podem atuar no processo de conversão da fermentação ruminal. Se fornecidos em altos níveis, esses compostos podem ter efeitos adversos na saúde animal e na população microbiana ruminal, enquanto em baixos níveis apresentam potencialidade para favorecer a fermentação ruminal. Além disso, a síntese de proteína é mais eficiente na presença de taninos (Makkar, 2003; Getachew et al., 2000).

Além do desempenho animal, várias estratégias nutricionais também têm sido avaliadas nos últimos anos para diminuir a metanogênese, devido ao setor pecuário representar uma fonte considerável de emissões de gases de efeito estufa em todo o mundo, gerando metano, dióxido de carbono e óxido nitroso ao longo do processo produtivo (FAO, 2013). A inibição da metanogênese é importante para manter a adequada fermentação no rúmen, aumentando a eficácia da conversão alimentar e diminuindo a poluição ambiental (Pawar et al., 2014).

Para auxiliar os processos fermentativos no rúmen em animais que recebem dietas com elevado teor de carboidratos não fibrosos, os aditivos são utilizados para favorecer a relação simbiótica entre os microrganismos presentes no rúmen e seu hospedeiro (Franzolin et al., 2000). Em consequência, aumenta a eficiência da utilização dos alimentos por desenvolver geneticamente os microrganismos ruminais (Jouany&Morgavi, 2007). Fatores negativos dos efeitos dos aditivos são geralmente indicados como um obstáculo ao uso de determinados vegetais *in natura* na alimentação de ruminantes, mas seu uso de forma positiva na nutrição como aditivos fitogênicos é uma alternativa promissora (Silva et al., 2017). De acordo com Bodas et al. (2012) e Mandal et al. (2014), o modo de ação de aditivos fitogênicos é semelhante ao dos ionóforos. Embora existam essas evidências, existem poucos estudos que avaliam o uso dessas substâncias para a melhoria na utilização de nutrientes e, conseqüentemente, no desempenho animal (Silva et al., 2017).

Estudos recentes utilizando óleos essenciais como aditivos na nutrição de bovinos de corte, mostraram resultados satisfatórios em relação a manipulação da fermentação ruminal. Patra&Yu (2012) utilizaram óleos essenciais de cravo, eucalipto, alho, orégano e pimenta para testes *in vitro* e observaram que a metanogênese e a produção de amônia foram reduzidas. Patra&Yu (2013) utilizando óleo de baunilha também observaram a redução na produção de metano e concentração de amônia. Já Khorrami et al. (2015) utilizando óleos essenciais de tomilho e canela, observaram redução da população metanogênica e de protozoários.

Óleos essenciais de árvores do cerrado como aditivos nutricionais

Há ainda muitas plantas a serem exploradas quanto ao uso de seus óleos essenciais. No cerrado temos muitas espécies arbóreas do gênero *Tabebuia* (Bignoniaceae) que são popularmente conhecidas como “ipê” e têm um ótimo valor ornamental e medicinal. As espécies desse gênero são tradicionalmente usadas para fins etnofarmacológicos para tratar inflamação, câncer, malária, ansiedade, distúrbios do estômago, infecções bacterianas e fúngicas, má memória, irritabilidade e depressão (Sichaem et al., 2012). E estudos fitoquímicos revelaram que os extratos contêm uma grande diversidade de metabólitos secundários, como taninos, flavonoides, quinonas, alcaloides, naftoquinonas e iridoídes (Abreul et al., 2014).

Outa espécie da família Fabaceae, popularmente chamado barbatimão, é uma planta medicinal comum encontrada na região brasileira do Cerrado. Esta espécie é amplamente utilizada na medicina tradicional para cicatrização de feridas, problemas ginecológicos e diarreias (Nunes et al., 2003). Além disso, foram relatadas propriedades cicatrizantes antimicrobianas, anti-inflamatórias, antiulcerogênicas do extrato da casca da planta (Audi et al., 1999; Fernandes et al., 2014). Esses efeitos são atribuídos devido a presença de pelo menos 20% de taninos, encontrados nas cascas e folhas desta árvore que mostra atividade fungicida contra *Candida albicans*, *Candida spp.*, *Trichophyton rubrum* e *Cryptococcus neoformans* (Melo e Silva et al., 2009; Ishida et al. 2008, 2009).

Há também o gênero *Bauhinia*, pertencente à família Fabaceae que possui aproximadamente 300 espécies e é conhecida popularmente como pata-de-vaca (Silva & Filho, 2002). Para algumas espécies de *Bauhinia* são atribuídas propriedades antifúngicas, antibacterianas, anti-inflamatórias, e em especial



antidiabéticas (Silva & Filho, 2002). Estudos fitoquímicos e farmacológicos com espécies deste gênero identificaram compostos que foram isolados e identificados, incluindo lactonas, flavonoides, terpenoides, glicolípidos, glicosídeos esteroides, esteroides, taninos e quininas (Cechinel-Filho et al., 1996, Silva et al., 2000; Mendes et al., 2006).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A hipótese é que a suplementação com óleos essenciais de árvores do cerrado pode reduzir a ação e a população de bactérias metanogênicas ruminais, além de aumentar a eficiência microbiana e melhorar o aproveitamento da dieta. O uso de fitocompostos é promissor na indústria animal. É necessário avaliar os óleos essenciais com capacidade antimicrobiana que ainda não foram testados *in vitro*, bem como a dosagem mais efetiva. No segundo momento realizar testes *in vivo*, para não excluir plantas que poderiam ser promissoras como aditivos na nutrição animal, porém não apresentaram resultados satisfatórios *in vitro*.

LITERATURA CITADA

- ABREUL, M.B.; TEMRAZ, A.; VASSALO, A. et al. Phenolicglycoside from *Tabebuia* agente and Catalpabignoídes. *Phytochemistry Letters*, v.7, p.85–88, 2014.
- AUDI, E.A.; TOLEDO, D.P.; PERES, P.G. et al. Gastric antiulcerogenic effects of *Stryphnodendron adstringens* in rats. *Phytotherapy Research*, v.13, n.3, p.264–6, 1999.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D. et al. Biological effects of essential oils – a review. *Food Chem. Toxicol.*, v.46, p.446–475, 2008.
- BARBOSA, V.J. Taninos como macromônômeros na síntese de polímeros fenólicos visando a preparação de compósitos reforçados com material de origem vegetal. São Paulo: Instituto de Química de São Carlos, 2007. 105p. Dissertação (Mestrado em Ciências: Físico-Química) – Universidade de São Paulo, 2007.
- BENCHAAR, C.; PETIT, H.V.; BERTHIAUME, R. et al. 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. *J. Dairy Sci.*, v.90, p.886–897, 2007.
- BENCHAAR, C.; CALSAMIGLIA, S.; CHAVES, A.V. et al. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.145, p.209–228, 2008.
- BENCHAAR, C.; GREATHEAD, H. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, v.166–167, p.338–355, 2011.
- BODAS, R.; PRIETO, N.; GARCÍA-GONZÁLEZ, R. et al. Manipulation of rumen fermentation and methane production with plant secondary metabolites. *Animal Feed Science and Technology*, v.176, p.78–93, 2012.
- CHAO, S.C.; YOUNG, D.G.; OBERG, C.J. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. *J. Essent. Oil Res.*, v.12, p.639–649, 2000.
- CIESLAK, A. et al. Plant components with specific activities against rumen methanogens. *Animal*, v.7, n.2, p.253–265, 2013.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *Int. J. Food Microbiol.*, v.94, p.223–253, 2004.
- CECHINEL FILHO, V.; BREVIGLIERI, E.; FILHO, A.W. et al. Estudo fitoquímico e avaliação preliminar da atividade analgésica de *Bauhinia splendens*. *Rev Bras Farm*, v.76, p.115–117, 1996.
- COBELLIS, G.; TRABALZA-MARINUCCIA, M.; MARCOTULLIO, M.C. et al. Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation, and rumen bacteria *in vitro*. 2016. *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. *J. Appl. Microbiol.*, v.88, p.308–316, 2000.
- DURMIC, Z.; BLACHE, D. Bioactive plants and plant products: effects on animal function, health and welfare. *Animal Feed Science and Technology*, v.176, p.150–162, 2012.
- FAO. Greenhouse Gas Emissions from Ruminant Supply Chains, a Global Life Cycle assessment. FAO, Rome, 2013.
- FDA. Food and Drug Administration of the US, 21 CFR 184. Online. Available at: <http://www.cfsan.fda.gov/eafus.html>, 2004.



- FERNANDES, A.JR.; ALBANO, M.; ALVES, F.C.B. et al. Medicinal plants from the Brazilian Savanna with antibacterial properties. *European Journal Medicinal Plants*, v.4, n.1, p.1–13, 2014.
- FLACHOWSKY, G.; LEBZIEN, P. Effects of phytogetic substances on rumen fermentation and methane emissions: A proposal for a research process. *Animal Feed Science and Technology*, v.176, p.70–77, 2012.
- FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M.H.T.; GOMIDE, C.A. et al. Efeitos de dietas com polpa cítrica em substituição ao milho em grãos no concentrado sobre a degradabilidade e a fauna ruminal em bubalinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.6, p.2109–2118, 2000.
- GETACHEW, G.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Tannins in tropical browses: effects on in vitro microbial fermentation and microbial protein synthesis in media containing different amounts of nitrogen. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.48, p.3581–3588, 2000.
- GIANNENAS, I.; BONOS, E.; CHRISTAKI, E. et al. Essential oils and their applications in animal nutrition. *Med. Aromat. Plants*, v.2, p.1–12, 2013.
- GREATHEAD, H. Plant and plant extract for improving animal productivity. *Proc. Nutr. Soc.*, v.62, p.279–290, 2003.
- HART, K.J.; YANEZ-RUIZ, D.R.; DUVAL, S.M. et al. Plant extracts to manipulate rumen fermentation. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.147, p.8–35, 2008.
- HELANDER, I.M.; ALAKOMI, H.L.; LATVA-KALA, K. et al. Characterization of the action of selected essential oil components on Gram negative bacteria. *J. Agric. Food Chem.*, v.46, p.3590–3595, 1998.
- HRISTOV, A.N.; OH, J.; FIRKINS, J.L. et al. Special topics—mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. *J. Anim. Sci.*, v.91, p.5045–5069, 2013.
- ISHIDA, K.; MELO, J.C.P.; CORTEZ, D.A.G. et al. Influence of tannins from *Stryphnodendron adstringens* on growth and virulence factors of *Candida albicans*. *Journal Antimicrobial Chemotherapy*, v.58, p.942–949, 2008.
- ISHIDA, K.; ROZENTAL, S.; DE MELLO, J.C. et al. Activity of tannins from *Stryphnodendron adstringens* *Cryptococcus neoformans*: effects on growth, capsule size and pigmentation. *Annals of Clinical Microbiology Antimicrobials*, v.8, p.29, 2009.
- JOUANY, J.P.; MORGAVI, D.P. Use of ‘natural’ products as alternatives to antibiotic feed additives in ruminant production. *Animal*, v.1, n.10, p.1443–1466, 2007.
- KHORRAMI B.; VAKILI, A.R.; MESGARAN, M.D. et al. Thyme and cinnamon essential oils: Potential alternatives for monensin as a rumen modifier in beef production systems. *Animal Feed Science and Technology*, v.200, p.8–16, 2015.
- KNAPP, J.R.; LAUR, G.L.; VADAS, P.A. et al. Invited review: enteric methane in dairy cattle production: quantifying the opportunities and impact of reducing emissions. *J. Dairy Sci.*, v.97, p.3231–3261, 2014.
- MACHEBOEUF, D.; MORGAVI, D.P.; PAPON, Y. et al. Dose-response effects of essential oils on in vitro fermentation activity of the rumen microbial population. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.145, p.335–350, 2008.
- MAKKAR, H.P.S. Effects and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. *Small Ruminant Research*, v.49, p.241–256, 2003.
- MANDAL, G.P.; ROY, A.; PATRA, A.K. Effects of feeding plant additives rich in saponins and essential oils on the performance, carcass traits and conjugated linoleic acid concentrations in muscle and adipose tissues of Black Bengal goats. *Animal Feed Science and Technology*, v.197, p.76–84, 2014.
- MCSWEENEY, C.S.; PALMER, B.; BUNCH, R. et al. Effect of the tropical forage calliandra on microbial protein synthesis and ecology in the rumen. *Journal of Applied Microbiology*, v.90, n.1, p.78–88, 2001.
- MENDES, B.G.; MACHADO, M.J.; FALKENBERG, M. Triagem de glicolipídios em plantas medicinais. *Rev Bras Farmacogn*, v.16, p.568–575, 2006.
- MELO E SILVA, F.; DE PAULA, J.E.; ESPINDOLA, L.S. Evaluation of the antifungal potential of Brazilian Cerrado medicinal plants. *Mycoses*, v.52, p.511–517, 2009.
- MORO, G.V.; SCHEFFER-BASSO, S.M.; ABDALLA, A.L. et al. Aspectos químicos do gênero *Lotus* L. com ênfase em metabólitos secundários. *ARS Veterinária, Jaboticabal, SP*, v.26, n.2, p.113–119, 2010.



- NUNES, G.P.; SILVA, M.F.; RESENDE, U.M. et al. Plantas medicinais comercializadas por raizeiros no Centro de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. *Rev Bras Farmacogn.*, v.13, p.83–92, 2003.
- OKOH, O.O.; SADIMENKO, A.P.; AFOLAYAN, A.J. Comparative evaluation of the antibacterial activities of the essential oils of *Rosmarinus officinalis* L. obtained by hydrodistillation and solvent free microwave extraction methods. *Food Chem.*, v.120, p.308–312, 2010.
- OUSSALAH, M.; CAILLET, S.; SAUCIER, L. et al. Inhibitory effects of selected essential oils on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O157:H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. *Food Control*, v.18, p.414–420, 2007.
- PANIZZI, L.; FLAMINI, G.; CIONI, P. L. et al. Composition and antimicrobial properties of essential oils of four Mediterranean *Lamiaceae*. *J. Ethnopharmacol.*, v.39, p.167–170, 1993.
- PATRA, A.K.; YU, Z. Effects of essential oils on methane production and fermentation by, and abundance and diversity of, rumen microbial populations. *Appl. Environ. Microb.*, v.78, p.4271–4280, 2012.
- PATRA, A.K.; YU, Z. Effective reduction of enteric methane production by a combination of nitrate and saponin without adverse effect on feed degradability, fermentation, or bacterial and archaeal communities of the rumen. *Bioresource Technol.*, v.148, p.352–360, 2013.
- PAWAR, M.M. et al. Effects of essential oil on in vitro methanogenesis and feed fermentation with buffalo rumen liquor. *Agric. Res.*, v.3, p.67–74, 2014.
- SICHAEM, J.; KAENNAKAM, S.; SIRIPONG, P. et al. Tabebuialdehydes A-C, cyclopentenialdehyde derivatives from the roots of *Tabebuia rosea*. *Fitoterapia*, v.83, p.1456–1459, 2012.
- SILVA, K.L.; BIAVATTI, M.W.; LEITE, S.N. et al. Phytochemical and pharmacognostic investigation of *Bauhinia forficata*. *Z Naturforsch C*, v.55, p.478–480, 2000.
- SILVA, M.L.; FILHO, V.C. Plantas do gênero *Bauhinia*: composição química e potencial farmacológico. *Química Nova*, v.25, n.3, p.449–454, 2002.
- SILVA, C.S.; SOUZA, E.J.O.; PEREIRA, G.F.C. et al. Plant extracts as phytogetic additives considering intake, digestibility, and feeding behavior of sheep. *Trop Anim Health Prod.*, v.49, p.353–359, 2017.
- THAO, N.T.; WANAPAT, M.; CHERDTHONG, A. et al. Effects of eucalyptus crude oils supplementation on rumen fermentation, microorganism and nutrient digestibility in swamp buffaloes. *Journal Animal Science*, v.27, p.46–54, 2014.
- WALLACE, R.J. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proc. of Nutr. Soc.*, v.63, p.621–629, 2004.