

LÍQUIDO DA CASCA DA CASTANHA DE CAJU EM DIETAS PARA RUMINANTES

CASHEW NUT SHELL LIQUID IN DIETS FOR RUMINANTS

Tatiana Garcia Diaz¹, Ana Lucia Teodoro², Milene Puntel Osmari¹, Beryk Lopriato Salab¹, Laiz Fiorilli de Matos¹, Francine Mezzomo Giotto¹

¹Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá. Av. Colombo, 5790. Jardim Universitário, CEP: 87020-900. Maringá-PR. E-mail para correspondência: tatianagarcia.diaz@gmail.com

²Doutora em Zootecnia, bolsista PNPD/CAPES-PPGCAP/UAG/UFRPE, Garanhuns, PE.

Resumo

Este artigo de revisão teve por objetivo descrever algumas características relevantes do líquido da casca da castanha de caju e os possíveis efeitos como aditivo na nutrição dos ruminantes. Os extratos de plantas, principalmente os óleos funcionais são considerados aditivos alternativos que podem melhorar as características da fermentação ruminal e a digestibilidade em ruminantes. O líquido extraído da casca da castanha de caju (LCC) é um óleo funcional, caracterizado por ser fonte natural de compostos de cadeia fenólica longa e insaturada. Por suas características químicas, o LCC pode influenciar a digestibilidade da dieta e induzir mudanças sobre os produtos finais da fermentação ruminal. Embora alguns dos efeitos do LCC já tenham sido demonstrados, estudos disponíveis sobre o óleo ainda são limitados, evidenciando a necessidade de pesquisas in vivo e in vitro que estudem os benefícios do LCC na nutrição de ruminantes.

Palavras chaves: Ácido anacárdico; Cardanol; Cardol; Fermentação ruminal; Nutrição.

Abstract

This review aimed to describe some relevant characteristics of the cashew nut shell liquid and the possible effects as an additive in nutrition of ruminants. Plant extracts, mainly functional oils, are considered alternative additives that can improve microbial modulation, the ruminal fermentation characteristics and digestibility in ruminants. The liquid extracted from the cashew nutshell (CNSL) is functional oil characterized for being a natural source of unsaturated long-chain phenolic compounds. By their chemical characteristics, the CNSL may influence the diet digestibility and induce changes on the end products of ruminal fermentation. Although some of the effects of CNSL have already been demonstrated, the available studies on the oil are still limited, so future research in vivo and in vitro to examine the benefits of CNSL in the nutrition of ruminants are required.

Key Words: Anacardic acid; Cardanol; Cardol; Ruminal fermentation; Nutrition.

Recebido em: 05/11/2014.

Aceito em: 01/12/2014.

Introdução

O processo de digestão em ruminantes é o resultado da atividade física e microbiológica do rúmen-retículo considerado como um processo dinâmico e complexo. A participação dos micro-organismos anaeróbios na fermentação ruminal converte os componentes dietéticos em ácidos graxos de cadeia curta

(AGCC), vitaminas do complexo B, vitamina K, metano, dióxido de carbono, lactato e amônia (OWENS; GOETSCH, 1993).

Os AGCC produzidos durante o processo fermentativo são absorvidos pela parede ruminal e utilizados como fonte de energia pelo ruminante. Os micro-organismos envolvidos no processo fermentativo constituem a maior fonte

de proteína, podendo representar até 80% dos aminoácidos que chegam ao intestino delgado dos ruminantes (KOZLOSKI, 2011; CHURCH, 1988).

Por outro lado, a fermentação ruminal também pode gerar metano, o que resulta em perdas de até 12% da energia contida nos alimentos (MORAIS et al., 2011), situação que limita o desempenho produtivo dos ruminantes e contribui para a liberação de poluentes no ambiente (BENCHAAR; GREATHEAD, 2011). Somado a isso, as perdas de nitrogênio são elevadas, devido à menor eficiência do ruminante em comparação as outras espécies na utilização da proteína dietética (BRODERICK et al., 1991).

A eficiência da digestão dos ruminantes depende principalmente dos nutrientes que compõem a dieta, sendo este, o fator relevante que influencia o número e a distribuição da população microbiana no rúmen (VALADARES FILHO; SANTOS PINA, 2011). Deste modo, o correto balanço dos nutrientes é necessário para que o crescimento microbiano não seja limitado, evitando que a produtividade dos ruminantes seja menor.

O fornecimento de alimentos concentrados eleva a quantidade de carboidratos não estruturais e, conseqüentemente, o teor energético da ração, sendo uma alternativa frequentemente utilizada no setor para maximizar o desempenho produtivo dos ruminantes. No entanto, dietas ricas em concentrado alteram a fermentação ruminal, ao reduzir o pH do rúmen, situação que pode comprometer a digestibilidade da fibra e aumentar o risco de acidose ruminal, distúrbio que desencadeia transtornos metabólicos (VASCONCELOS et al., 1998).

Desta forma, o uso de aditivos surgiu como uma alternativa para melhorar o desempenho animal sem prejudicar a fermentação ruminal, aditivos que podem melhorar os padrões de fermentação e reduzir as perdas energéticas resultantes da formação de metano (BERNDT et al., 2007).

Os principais aditivos utilizados no Brasil ainda são os ionóforos e sua ação se resume em alterar a população microbiana do rúmen (MORAIS, 2011). Isso ocorre por meio da seleção das bactérias Gram-negativas e inibição do crescimento das Gram-positivas, situação que favorece o aumento da produção de propionato e reduz as concentrações de ácido acético, ácido láctico e metano (SHINKAI et al., 2012).

Embora a adição dos ionóforos na dieta de ruminantes resulte em mudanças no ambiente ruminal que tornam o sistema produtivo mais eficiente, os problemas com toxicidade e resistência bacteriana impedem a utilização destes produtos, como aditivos alimentares para os ruminantes em alguns países (BARTON, 2000).

Nesse contexto, os extratos de plantas, principalmente os óleos funcionais podem ser utilizados como aditivos alternativos, os quais podem melhorar o metabolismo microbiano, aumentar as concentrações de propionato no rúmen e a digestibilidade total da dieta (HESS et al., 2008; MAIA et al., 2006).

Os óleos funcionais são produtos naturais extraídos principalmente de plantas oleaginosas, constituídos por triglicerídeos, com alta quantidade de ácidos graxos insaturados. Além disso, os óleos funcionais possuem compostos fenólicos, os quais são responsáveis por suas propriedades antimicrobianas, atuando principalmente ao nível da membrana celular, onde podem provocar danos na estrutura fosfolipídica da membrana plasmática, causando ruptura e lise celular (PAULA et al., 2012; SHINKAI et al., 2012). Esta ação antimicrobiana dos óleos funcionais inibe principalmente o crescimento das bactérias Gram-positivas, metanogênicas e dos protozoários no rúmen (WATANABE et al., 2010), o que pode resultar na alteração do processo fermentativo e, conseqüentemente, dos produtos finais da fermentação.

Estudos prévios demonstraram que os óleos funcionais reduzem expressivamente a produção de amônia (NH₃) e aumentam as



concentrações de propionato no rúmen (PAULA et al., 2012; SHINKAI et al., 2012; WANAPAT et al., 2011; WATANABE et al., 2010), situação que resulta em aumento na eficiência do metabolismo energético, aumento na eficiência de síntese microbiana e, conseqüentemente, menor poluição ambiental.

Dentre os óleos funcionais, atenção especial tem sido dada ao líquido da casca da castanha de caju (LCC), óleo obtido a partir do processamento da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L), considerado uma fonte natural de lipídios fenólicos, como o ácido anacárdico, o cardol e o cardanol, os quais apresentam comprovadas atividades antimicrobianas e antioxidantes (KUBO et al., 1993). Estas características do LCC têm incentivado os nutricionistas a estudá-lo como possível aditivo na dieta de ruminantes.

O objetivo desta revisão é descrever algumas características relevantes do líquido da casca da castanha de caju e os possíveis efeitos como aditivo na nutrição dos ruminantes.

Revisão Bibliográfica

Caju

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) pertence à família Anacardiaceae e é uma árvore encontrada em extensa região da América Tropical, sendo seu cultivo originário no Brasil, encontrando-se bem estabelecido no litoral nordestino, destacando-se os estados de Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, onde a cajucultura é uma atividade relevante no contexto econômico e social (GUANZIROLI et al., 2009; LEITE et al., 2005). O cajueiro também está disseminado em diversos países de clima tropical como Índia, Moçambique, Tanzânia e mais recentemente no Vietnã, Indonésia e Tailândia (WATANABE et al., 2010).

O Brasil é reconhecido mundialmente como um dos maiores produtores de castanha de caju, junto com países como Vietnã, Índia e Nigéria. Na safra do ano 2012/2013, o Brasil

produziu 306.330 mil toneladas de castanha de caju, em uma área plantada de 770.691 mil hectares. Neste período destaca-se o estado do Ceará como o principal produtor, cuja safra foi de 167.461 mil toneladas de caju, seguido pelo Estado do Piauí, com produção de 66.133 mil toneladas e Rio Grande do Norte com 54.808 mil toneladas (CONAB, 2012).

O caju é formado por um pedúnculo floral hipertrofiado ou pseudofruto, geralmente confundido com o fruto por sua aparência exótica e forma piriforme. O pseudofruto apresenta grande valor nutricional, com altos teores de vitamina C, niacina e ferro, sendo utilizados para a fabricação de sucos, vinhos, doces e compotas (RODRIGUES et al., 2011).

O fruto propriamente dito é a castanha de caju formada por um epicarpo fino que corresponde com a camada externa macia de cor marrom escuro. No interior do epicarpo encontra-se o mesocarpo, uma estrutura esponjosa de forma alveolar, que contém um alto teor de um óleo viscoso, cáustico, de cor marrom escuro, considerado fonte natural de lipídeos fenólicos, conhecido como líquido da casca da castanha de caju (LCC) (MAZZETTO et al., 2009; PAIVA et al., 2000).

No interior da castanha, encontra-se a amêndoa de formato de rim, protegida por uma fina membrana (película) avermelhada composta de dois cotilédones brancos e oleosos. A amêndoa é caracterizada por seu alto valor nutritivo, apresentando 250 g/kg de proteínas e carboidratos, 460 g/kg de lipídios, além de conter de nove a dez aminoácidos essenciais (arginina, lisina, triptofano, entre outros), bem como, 81 g/kg de fósforo e 42 g/kg cálcio (PIMENTEL et al., 2012; ANDRADE NETO, 2006). A castanha e o LCC correspondem cerca de 70% do peso total do fruto.

A amêndoa é extraída durante o beneficiamento da castanha e o LCC é obtido como co-produto deste processo. Tanto a amêndoa como o LCC assume elevada relevância econômica para o Brasil (VIEIRA et al., 2009). A



amêndoa da castanha de caju constitui um relevante produto de exportação, sendo 90% da produção destinada ao mercado internacional. Países como Estados Unidos, Holanda e Canadá importam 51%, 14% e 8% respectivamente da produção total de castanha de caju produzida no Brasil, sendo considerados os principais importadores deste produto (ANDRADE et al., 2011). Em 2012, foi exportado um total de US\$ FOB 221.954,399, dos quais US\$ FOB 185.69,071 correspondem à exportação da amêndoa de caju, fresca, seca ou sem casca (CONAB, 2012).

O LCC apresenta alto teor de lipídios totais e a maior parte destes (82,1%) é constituído de ácidos graxos insaturados, sendo 98,6% dos ácidos graxos insaturados presentes, o ácido oléico e linoléico, ácidos graxos essenciais, que aportam alto valor nutricional (LIMA; GONÇALVES, 1998). As principais aplicações do LCC têm sido na fabricação de tintas, inseticidas, fungicidas, antioxidantes, cosméticos e fármacos (ANDRADE et al., 2011). Do ponto de vista médico, o interesse é centrado na vasta gama de atividades biológicas do LCC devido aos componentes químicos que apresenta (ácido anacárdico, cardol e cardanol), podendo atuar como agente antimicrobiano (KUBO et al., 1993) antioxidante, (KUBO et al., 2006) e antitumoral (TOCCO et al., 2009). Em 2012 foram exportados um total de US\$ FOB 34.263,565 do LCC produzido no Brasil (CONAB, 2012).

Composição do líquido da casca da castanha de caju

Os principais constituintes do LCC são lipídeos fenólicos naturais, não-isoprênicos por terem acetato como precursor biossintético, o ácido anacárdico, cardol e cardanol (Figura 1).

Estes compostos apresentam em sua estrutura grupos aromáticos e alifáticos e, portanto, exibem ambos os comportamentos, hidrofílico e lipofílico. Este comportamento anfipático confere aos componentes do LCC atravessar membranas plasmáticas, o que potencializa suas funções biológicas (CORREIA et

al., 2006), por outro lado, os constituintes do LCC apresentam uma cadeia lateral acíclica, contendo até três insaturações a partir de C-8. Quanto maior o número de insaturações na cadeia lateral destes compostos, maior será a atividade antifúngica e antibacteriana (HIMEJIMA; KUBO, 1991). O comprimento de cadeia lateral com um número ímpar de átomos de carbono varia de C15-C29 (CORREIA et al., 2006).

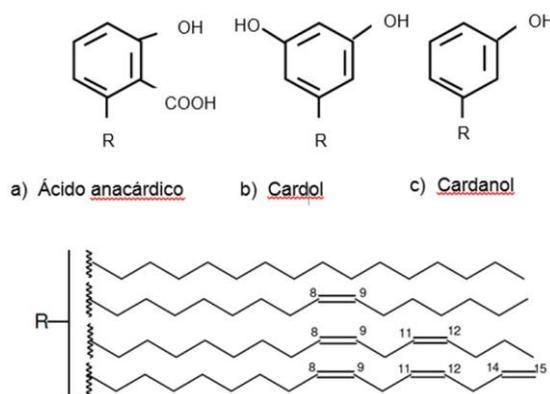


Figura 1. Principais constituintes do líquido da casca da castanha de caju. Adaptado de Oliveira et al. (2011).

A atividade antibacteriana do LCC contra bactérias Gram-positivas não é devida apenas a um componente, mas sim a ação de vários destes. A adição de uma hidroxila (OH-) à molécula do cardanol transforma este componente em cardol, aumentando assim sua atividade antibacteriana. Por outro lado, a adição de um grupo carboxílico (COOH-) ao cardanol produz o ácido anacárdico, representando ainda um aumento mais expressivo da atividade antimicrobiana (HIMEJIMA; KUBO, 1991).

Estes produtos naturais podem servir como fonte alternativa de compostos fenólicos na indústria petroquímica, principalmente na fabricação de lona de freio de veículos, produção de calor, tintas, vernizes e esmaltes de isolamento para a indústria elétrica, entre outros.

Métodos para a obtenção do líquido da casca da castanha de caju

Diferentes processos podem ser empregados para a obtenção do LCC. Os mais relevantes são a extração a frio (prensas), a



extração por solvente e o processo térmico-mecânico (Figura 2), sendo os dois últimos, os processos mais empregados pela indústria (MAZZETTO et al., 2009). Os principais componentes do LCC da extração a frio são o ácido anacárdico (60-65%), cardol (15-20%), cardanol (10%), e traços de metilcardol, sendo que o LCC obtido durante este processamento é chamado de LCC natural (KUMAR et al., 2002).

Durante o processamento térmico-mecânico, a temperatura é elevada entre 180-200°C, e, nesta temperatura a casca externa se rompe e libera o LCC contido no mesocarpo, removendo a casca interna, permitindo a recuperação das amêndoas. Este procedimento apresenta rendimento de praticamente 100% (MAZZETTO et al., 2009).

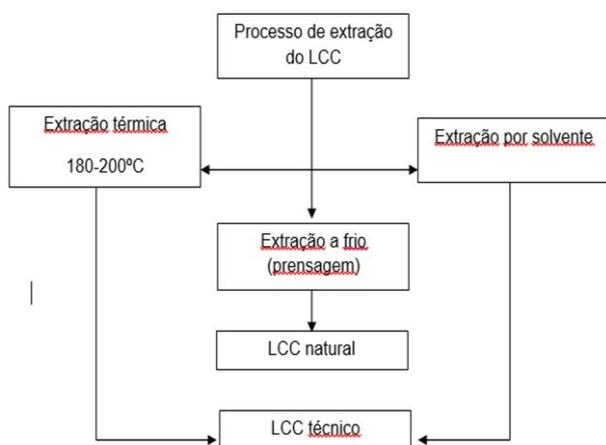


Figura 2. Principais métodos de extração do líquido da casca da castanha de caju. Adaptado de Sornprom et al. (2007).

O aumento da temperatura durante o processamento térmico-mecânico altera as características químicas do LCC (Figura 3), uma vez que o grupo carboxila do ácido anacárdico é perdido totalmente, convertendo o ácido a cardanol, sendo este último 32 vezes menos ativo que o ácido anacárdico (WATANABE et al., 2010; HIMEJIMA; KUBO, 1991).

Desta forma, quando o ácido anacárdico é submetido a altas temperaturas, sofre descarboxilação, resultando em cardanol (Figura 3), produzindo o denominado LCC técnico (MAZZETTO et al., 2009), o qual apresenta menor

atividade antimicrobiana que o LCC natural, uma vez que o LCC técnico contém principalmente cardanol (60-65%) e cardol (15-20%), componentes menos potentes que o ácido anacárdico.

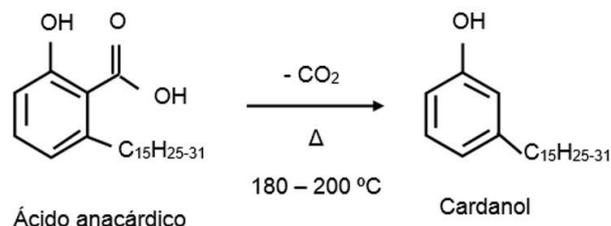


Figura 3. Processo de descarboxilação do ácido anacárdico. Adaptado de Mazzetto et al. (2009).

Atividade antimicrobiana do líquido da casca da castanha de caju

O mecanismo bactericida do LCC ainda não foi totalmente esclarecido. No entanto, a ação antibacteriana parece estar relacionada ao caráter anfipático dos lipídios fenólicos. A interação dos grupos hidroxílicos do anel aromático com fosfolipídios por meio de ligações de hidrogênio é o fator responsável pela alta afinidade do LCC às bicamadas lipídicas presentes nas membranas bacterianas (KOZUBEK, 1999). As cadeias alquílicas exercem influência significativa na atividade biológica que pode estar relacionada com o aumento da solubilidade das porções fenólicas nas regiões lipídicas. Uma vez incorporados às membranas celulares, os lipídios fenólicos danificam as proteínas da membrana, provocando aumento da permeabilidade da mesma e, a saída dos componentes citoplasmáticos, com consequente lise celular (BURT et al., 2004; LIMA et al., 2000; KUBO et al., 1991).

Por outro lado, os compostos fenólicos podem inibir a síntese de piruvato nas células bacterianas ao inibir a enzima glicerol-3-fosfato-desidrogenase (PARASA et al., 2011). Esta enzima catalisa a oxidação do glicerol-3-fosfato em 1,3-bifosfoglicerato pela via glicolítica para a formação do piruvato, o qual é necessário para a síntese de energia para o crescimento e



manutenção das bactérias ruminais. O piruvato é o principal metabólito intermediário, resultante da metabolização de todos os carboidratos, em um processo que culmina com a formação dos produtos finais da fermentação ruminal (AGCC, CO₂ e metano) (HOBSON; STERWAT, 1997).

Entre outras atividades comprovadas do LCC encontra-se sua habilidade para quelar o ferro (Fe²⁺) e o cobre (Cu²⁺), reduzindo a biodisponibilidade destes minerais para as bactérias. Nas bactérias, o Fe²⁺ participa na formação de várias moléculas implicadas na respiração celular (citocromos), enquanto que Cu²⁺ participa do metabolismo energético e, atua como cofator de várias enzimas (citocromo, oxidase e a superóxido dismutase) (TSUJIMOTO et al., 2007).

Efeitos do líquido da casca da castanha de caju sobre a fermentação ruminal

Devido à presença de lipídios fenólicos com atividade antimicrobiana na composição do LCC, ácido anacárdico, cardanol e o cardol, podem provocar mudanças no ecossistema ruminal, característica que o torna um eficiente modificador da fermentação ruminal (CORREIA et al., 2006; WATANABE et al., 2010).

Himejima e Kubo (1991) e Parasa et al. (2011), após avaliarem a atividade antibacteriana do LCC in vitro, encontraram que as bactérias Gram-positivas (*Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus* e *Propionibacterium acnes*) são sensíveis aos componentes do LCC, enquanto que as Gram-negativas são resistentes. Da mesma maneira, Kubo et al. (1993) e Watanabe et al. (2010) observaram que o LCC atua principalmente contra bactérias Gram-positivas presentes no rúmen como por exemplo, *Streptococcus bovis*, *Eubacterium ruminantium*, *Lactobacillus ruminis*.

A diminuição do número de bactérias Gram-positivas induzidas pelo LCC, pode indiretamente promover o crescimento de bactérias Gram-negativas (tolerantes ao LCC), tais como *Succinivibrio dextrinosolvens*, *Selenomonas*

ruminantium e *Megasphaera elsdenii*, envolvidas na produção de propionato (WATANABE et al., 2010). Portanto, o LCC ao induzir mudanças nas espécies bacterianas do rúmen melhora a eficiência da fermentação ruminal, o que significa na prática, aumentar a produção de propionato e reduzir a metanogênese (WATANABE et al., 2010).

Nesse sentido, McGinn et al. (2004) observaram redução de 22% nas emissões de metano em novilhas que receberam óleos funcionais, enquanto que animais que receberam monensina não minimizaram estas emissões. Watanabe et al. (2010) obtiveram redução de 70% na metanogênese ao adicionarem 200 µg/ml do LCC em experimento realizado in vitro, enquanto que Shinkai et al. (2012) encontraram redução de 38% na produção de metano em vacas alimentadas com feno e concentrado em razão 60:40 utilizando 4 g de LCC /100 kg de peso corporal como aditivo.

Animais alimentados com LCC reduzem as concentrações de metano ruminal, não só pelo fato do LCC inibir o crescimento das bactérias metanogênicas, mas também por favorecer o aumento na concentração de propionato. Este AGCC concorre com o metano pelo uso do hidrogênio no rúmen (MOSS et al., 2000), portanto, uma maior síntese de propionato reduziria a disponibilidade do hidrogênio para a síntese de metano.

Anteriormente, a redução da produção de metano era atribuída apenas aos ionóforos, ao serem utilizados como aditivo alimentar (ODONGO et al., 2007). Contudo, Shinkai et al. (2012) afirmaram que o LCC é excelente aditivo que pode reduzir a metanogênese na mesma magnitude ou em quantidades superiores aos ionóforos.

Por outro lado, a manutenção de concentração adequada de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no rúmen é indispensável para garantir o crescimento bacteriano, sendo que de 40 a 100% do nitrogênio exigido pelos micro-organismos pode ser derivado do N-NH₃ (STERN; HOOVER,



1979). No entanto, o aumento da concentração ruminal de N-NH₃ é indicativo de perdas protéicas e econômicas para o produtor.

A redução na síntese de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) foi observada em ruminantes alimentados com LCC (KOBAYASHI, 2010; WATANABE et al., 2010). Este efeito pode ser devido a que os componentes ativos do LCC podem inibir o crescimento de bactérias proteolíticas, bem como, reduzir a capacidade de adesão e colonização destas bactérias aos seus substratos (WATANABE et al., 2010).

A proliferação seletiva de bactérias *S. dextrinosolvens*, *A. lipolytica*, e *M. elsdenii*, caracterizadas por utilizar amônia como fontes energéticas favorecem a redução significativa do N-NH₃ com a suplementação de LCC. Esta redução sugere que o N-NH₃ foi utilizado como substrato para a síntese de proteína microbiana, diminuindo a excreção de nitrogênio e o gasto energético para síntese e excreção de ureia (SNIFFEN et al., 1992). No entanto, este efeito precisa ser avaliado experimentalmente mensurando a concentração de amônia ruminal.

A atividade microbiana ruminal e suas funções no processo digestivo podem ser modificadas pelo pH ruminal. O pH é um fator químico que influencia o crescimento microbiano e pode ser afetado pelas características da dieta e fatores, como o consumo diário, a concentração energética da dieta e o manejo alimentar (TIBO et al., 2000).

Diets ricas em carboidratos solúveis estão associadas à maior produção de AGCC e,

consequentemente, valores baixos de pH. A redução do pH exerce uma ação seletiva sobre as bactérias, principalmente as celulolíticas, microorganismos que são inibidos em ambiente ruminal ácido, comprometendo-se assim, a digestibilidade do FDN (CABRAL et al., 2008). O uso de aditivos alimentares é uma alternativa utilizada no setor para manter condições ruminais ótimas, situação que melhora a digestibilidade dos nutrientes (VALADARES FILHO; SANTOS PINA, 2011; KOZLOSKI, 2011). Tem sido comprovado que a atividade antimicrobiana do LCC contra as bactérias Gram-positivas pode promover o crescimento de microorganismos Gram-negativos, tais como *Selenomonas ruminantium* e *Megasphaera elsdenii* (WATANABE et al., 2010), principais bactérias utilizadoras do lactato como substrato energético (KOZLOSKI, 2011), o que pode contribuir com a regulação do pH ruminal.

Conclusões

Embora alguns efeitos benéficos do LCC sobre o metabolismo ruminal têm sido estudados, os resultados ainda são contraditórios e não existem trabalhos suficientes para confirmar esses efeitos. Motivo esse pelo qual, existe a necessidade de estudar a utilização do LCC como aditivo alimentar em dietas para ruminantes, assim poderia ser adotado na pecuária como opção que melhore a produtividade e cause menores riscos à saúde humana e menor poluição ambiental.

Referências

- ANDRADE NETO, J.C. **Competitividade na pequena produção agroindustrial: Estudo da agroindústria castanha de caju**. 2006, 78f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da produção). Universidade do rio Grande do Norte, Natal, 2006.
- ANDRADE, T.J.A.; ARAUJO, B. Q.; CITÓ, A.M.G.L. et al. Antioxidant properties and chemical composition of technical Cashew Nut Shell Liquid (tCNSL). **Food Chemistry**, v.126, p.1044–1048, 2011.
- BARTON, M.D. Antibiotic use in animal feed and its impact on human health. **Nutrition Research Reviews**, v. 13, p. 279-299, 2000.



- 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.
- BERNDT, A.; VALINOTE A.C. TAKAHASHI, F.H. et al. Aditivos e óleos vegetais para melhorar o desempenho e as características das carcaças de bovinos de corte. **Pesquisa & Tecnologia, apta regional**, v.4, 2007.
- BRODERICK, G.A.; WALLACE, R.J.; ORSKOV, E.R. Control of rate and extent of protein degradation. In: TSUDA, T.; SASAKE, Y.; KAWASHIMA. (Eds.) **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. San Diego: Academic Press, 1991. 541p.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. **International Journal of Food Microbiology**, v.94, p.223–253, 2004.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.J. et al. Eficiência microbiana e parâmetros ruminais em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. **Revista Brasileira da Zootecnia**, v.37, p.919-925, 2008.
- CONAB. [2013]. **Castanha de caju, período de 1-31 de Julho de 2013**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 Agos. de 2014.
- CORREIA, S. J.; DAVID, J. P.; DAVID, J M. Metabólitos secundários de espécies de anacardiaceae. **Química Nova**, v.29, p.1287-1300, 2006.
- CHURCH, H. **Fisiología digestiva y nutrición de los rumiantes**. Fisiología digestiva. Zaragoza: Acribia, 1988, v.1, 379p.
- GUANZIROLI, C.E.; SOUZA, H.M.; VALENTE JÚNIOR, A. et al. Entraves ao desenvolvimento da cajucultura no nordeste: margens de comercialização ou aumentos de produtividade e de escala. **Revista Extensão Rural**, v.18, p.96-122, 2009.
- HESS, B.W.; MOSS, G.E.; HULE, D.C. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, v.86, p.188-204, 2008.
- HIMEJIMA, M.; KUBO I. Antibacterial Agents from the Cashew *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae) Nut Shell Oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.39, p.418-421, 1991.
- HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. **The rumen microbial ecosystem**. 2.ed. London: Blackie Academic & Professional. 1997, 719p.
- KOBAYASHI, Y., NAGASHIMA, K.; MOCHIZUKI, M. **Rumen fermentation improving agent**, 2010.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3 ed. Santa María: UFSM. 2011. 212p.
- KUBO, I.; HIMEJIMA, M. Anethole, a synergist of polygodial against filamentous microorganisms. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.39, p.2290-2292, 1991.
- KUBO, I.; MUROI, H.; HIMEJIMA M. Structure-antibacterial activity relationships of anacardic acids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.41, p.1016-1019, 1993.
- KUBO I.; MASUOKA N.; JOUNG HA T. et al. Antioxidant activity of anacardic acids. **Food Chemistry**, v.99, p.555–562, 2006.
- KUMAR, P.P.; PARAMASHIVAPPA, R.; VITHAYATHIL, P.J. et al. Process for Isolation of cardanol from technical cashew (*Anacardium occidentale L.*) nut shell liquid. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.4705–4708, 2002.



KOZUBEK, A. Resorcinolic lipids, the natural non-isoprenoid phenolic amphiphiles and their biological activity. **Chemical Reviews**, v.99, p.1-25, 1999.

LEITE, E. R.; BARROS, N. B.; BOMFIM, M. et al. Terminação de ovinos alimentados com farelo do pedúnculo do caju e feno de leucena. Sobral: Embrapa Caprinos, 2005. 4f. (Embrapa Caprinos. Comunicado Técnico, 61). Disponível em:

http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/cot61_000gash7e4w02wx5ok04xjloy1byv53k.pdf.

Acesso em: 15 Ago. 2014.

LIMA, C.A.A.; PASTORE, G.M.; LIMA, E. D. P. Estudo da atividade antimicrobiana dos ácidos anacárdicos do óleo da casca da castanha de caju (CNSL) dos clones de cajueiro-anão-precoce ccp-76 e ccp-09 em cinco estágios de maturação sobre micro-organismos da cavidade bucal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, p.358-362, 2000.

LIMA, J.R.; GONÇALVES, L.A.G. Caracterização da fração lipídica de amêndoas de castanha de caju fritas e salgadas. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v.16, p.131-138, 1998.

MAIA, F.J.; BRANCO, A.F.; MOURO, G. F. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p. 1496-1503, 2006.

MAZZETTO, S. E.; LOMONACO, D.; MELE, G. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, v. 32, p. 732-741, 2009.

McGINN, S.N.; BEAUCHEMIN, K.A.; COATES, T. et al. Methane emissions from beef cattle: effects of monensin, sunflower oil, enzymes, yeast, and fumaric acid. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3346-3356, 2004.

MORAIS, J.A.D.S.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. Aditivos In: **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011, 565-591p.

MOSS, A.R. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. **Annales De Zootechnie**, v.49, p.231-253, 2000.

ODONGO, N.E.; BAGG, R.; VESSIE, G. Long-term effects of feeding monensin on methane production in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.1781-1788, 2007.

OLIVEIRA, M. S. C.; MORAIS, S. M.; MAGALHÃES, D. V. Antioxidant, larvicidal and antiacetylcholinesterase activities of cashew nut shell liquid constituents. **ActaTropical**, v.117, p.165-170, 2011.

OWENS, F.N.; GOETSCH, Fermentación Ruminal. In: Church, D.C. **El rumiante: fisiología digestiva y nutrición**. 1993. p.159-190.

PAIVA, F.F.A.; GARRUTTI, D.S.; SILVA NETO, R.M. **Aproveitamento Industrial do Caju**. EMBRAPA/SEBRAE-CE, p.83, 2000.

PARASA, L.S.; SUNITA T.; RAO K B.; et al. Acetone extract of Cashew (*Anacardium occidentale, L.*) nuts shelliquid against Methicillin resistant Staphylococcus aureus(MRSA) by minimum inhibitory concentration (MIC). **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, v.3, p.736-742, 2011.

PAULA, E.F.E.; MAIA, F. P.; CHEN, R.F.F. Óleos vegetais na nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.9, p.2075-2103, 2012.



PIMENTEL, P.G.; REIS R.B.; LEITE, L.A. et al. Parâmetros da fermentação ruminal e concentração de derivados de purina de vacas em lactação alimentadas com castanha de caju. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, p.959-966, 2012.

RODRIGUES, M.R.C.; RONDINA, D.; ARAÚJO, A.A. Respostas reprodutivas e metabólicas de ovelhas alimentadas com bagaço de caju desidratado, durante o pós-parto. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.171-179, 2011.

SORNPROM, N. **Extraction and purification of anacardic acid from cashew nut shell**. 2007. 69f. Dissertação (Mestre em Engenharia Química). Kasetsart University.

SHINKAI, T.; ENISHI, O.; MITSUMORI, M. et al. Mitigation of methane production from cattle by feeding cashew nut shell liquid. **Journal of Dairy Science**, v. 95 p 5308–531, 2012.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.

STASIUK, M.; KOZUBEK, A. Biological activity of phenolic lipids. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v.67, p.841-60, 2010.

STERN, M.D.; HOOVER, W.H. Methods for determining and factors affecting rumen microbial protein synthesis: a review. **Journal of Dairy Science**, v.49, p. 1590-1603, 1979.

TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de concentrado em dieta de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore: consumo e digestibilidades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.910-920, 2000.

TOCCO, G.; FAIS, A.; MELI, G. et al. PEG-immobilization of cardol and soluble polymer-supported synthesis of some cardol–coumarin derivatives: preliminary evaluation of their inhibitory activity on mushroom tyrosinase. **Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters**, v. 19, p.36–39, 2009.

TSUJIMOTO, K.; HAYASHI, A.; JOUNG HA J. et al. Anacardic Acids and Ferric Ion Chelation. **Journal of Biosciences**, v.62, p. 710-6, 2007.

VALADARES FILHO, S.D.C.; PINA, D.S. **Fermentação ruminal**. Jaboticabal. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011, 565-591p.

VASCONCELOS, V.R.; BARROS, N. N.; CARVALHO, F.R.F. et al. Nutrição de cabras leiteiras. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1. 1998, Fortaleza. **Anais ... Fortaleza**, 1998. p.181-193.

VIEIRA, L.M.; SOUSA M.S.; LIMA A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpa de caju (*Anacardium occidentale*). In IVCONNEPI, CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA, 2009, Belém. **Anais...** Instituição Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Belém, PA, 2009.

WANAPAT, M.; MAPATO, C.; PILAJUN, R. et al. Effects of vegetable oil supplementation on feed intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristic of growing swamp buffaloes. **Livestock Science**, v.135, p.32–37, 2011.

WATANABE, Y.; SUZUKI, R.; KOIKE, S. et al. In vitro evaluation of cashew nut shell liquid as a methane-inhibiting and propionate-enhancing agent for ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.5258–5267, 2010.

