

Revista
Ciência, Tecnologia & Ambiente

Óleo de mamona na alimentação animal, com foco na nutrição de bovinos de corte

Jessica Cristiane Bertoni^{1*}, Tiago A. Del Valle², Lenita Camargo Verdurico¹

¹Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos – UNIFEQB, Campus II. Medicina Veterinária. Av. Dr. Octávio Silva Bastos, s/n, Jd. Nova São João, São João da Boa Vista – SP. CEP: 13874-149. *e-mail (autor para correspondência): jessicacris_bertoni@yahoo.com.br

²Universidade Federal de São Carlos. Centro de Ciência Agrárias. Departamento de Biotecnologia e Produção Animal e Vegetal. Rod. Anhanguera, km 174, Araras/SP, CEP 13600-970.

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo discutir os efeitos da utilização do óleo de mamona na alimentação animal, sobre desempenho e metabolismo. A crescente preocupação com a segurança alimentar tem incentivado a busca por compostos naturais, como o óleo de mamona, que substituam aditivos moduladores da fermentação ruminal convencionais. O óleo de mamona é rico em ácido ricinoleico, um ácido graxo cis-12-hidroxi-9-octadecenoico, que lhe confere ação antimicrobiana, anti-inflamatória, antirradicais livres, antifúngico e anticoccidiano. Essas propriedades estão envolvidas com a melhoria do desempenho produtivo, por melhorar a digestão e absorção de nutrientes. Este óleo pode ainda modular a fermentação ruminal, alterando a proporção dos ácidos graxos de cadeia curta produzidos e o processo de bio-hidrogenação ruminal de ácidos graxos. Desta forma, o óleo de mamona tem tido efeitos, geralmente positivos quando associado ao ácido anacárdico, sobre o metabolismo e produção animal, apresentando-se como um potencial substituto à monensina.

Palavras-chave: ácido ricinoleico; desempenho; ganho de peso; óleos essenciais

ABSTRACT

This study aims to discuss the effects of the use of castor oil in feed on performance and metabolism. The growing concern over food safety has encouraged the search for natural compounds, such as castor oil, replacing the conventional modulators additives ruminal fermentation. Castor oil is rich in ricinoleic acid, a fatty acid cis-12-hydroxy-9-octadecenoic, giving it antimicrobial, anti-inflammatory, free radicals scavenger, antifungal and anticoccidial. These properties are involved with the improvement of production performance, to improve digestion and absorption of nutrients. This oil can still modulate rumen fermentation by changing the proportion of short chain fatty acids produced and the rumen bio-hydrogenation process of fatty acids. Thus, castor oil has had an effect, usually positive when combined with anacardic acid on metabolism and animal production, presenting itself as a potential substitute for monensin.

Keywords: ricinoleic acid; performance; weight gain, essential oils

INTRODUÇÃO

A busca por uma melhor eficiência produtiva, e consequentemente, maior lucratividade na produção animal, tem incentivado o

desenvolvimento de diversas tecnologias (TAUER; MISHRA, 2006). Dentre estas, pode-se destacar o uso de aditivos, que aumentam a eficiência animal, modificando a fermentação ruminal ou inibindo o

crescimento de microrganismos patogênicos (BENCHAAAR et al., 2006).

Apesar de ser o principal aditivo comercializado no mundo, o uso da monensina tem sido questionado. Considerando o princípio da precaução e os eventuais problemas da resistência microbiana aos antibióticos e a possibilidade da ocorrência de resíduos destes nos produtos de origem animal, a União Europeia proibiu o uso de antimicrobianos como promotores de crescimento na alimentação animal (Regulamentação 1831/2003/EC), podendo esta restrição reduzir a importância deste aditivo no mercado de nutrição animal, nos próximos anos (MORAIS; BERCHIELLI; REIS, 2011).

Compostos naturais alternativos vêm sendo desenvolvidos com o propósito de promover efeitos similares aos ionóforos, dentre os quais, podemos destacar o limoneno (CRANE; NELSON; BROWN, 1957), timol, guaiacol (NEWBOLD et al., 2004), eugenol, cinamaldeído (TEKIPPE et al., 2013), própolis (VALERO et al., 2014b) e ácido ricinoleico (CONEGLIAN, 2009; GANDRA et al., 2012).

Pouco é sabido sobre o mecanismo de ação e os efeitos do óleo de mamona sobre a digestão e desempenho animal, mas os resultados produtivos tem sido consistentes, assemelhando-se aos efeitos da monensina (JEDLICKA, 2009). Assim, o presente estudo tem por objetivo discutir a utilização do óleo de mamona como aditivo na alimentação animal, destacando seus efeitos sobre desempenho e metabolismo.

Importância dos aditivos na alimentação animal

A alimentação está entre os itens mais onerosos da produção animal (ARAÚJO et al., 2007). Para diluir estes custos tem-se buscado alimentos alternativos e, principalmente, a inclusão de aditivos (ARAÚJO et al., 2007; PUREVJAV et al., 2013) como os ionóforos, probióticos, leveduras, tamponantes (NRC, 2001), enzimas exógenas (ARAÚJO et al., 2007) e óleos essenciais (BEENCHAR et al., 2006).

Dentre os aditivos mais utilizados na nutrição animal está a monensina, um ionóforo obtido

de actomicetos do gênero *Streptomyces*, que atua seletivamente sobre bactérias Gram positivas ruminais (DUFFIELD; RABIEE; LEAN, 2008) e possui efeito coccidiostático (NRC, 2001). A monensina ao se ligar à membrana celular cria um complexo lipofílico cátion-ionóforo, que altera o fluxo de elétrons entre o meio intra e extracelular.

Assim, provoca uma redução na concentração de K^+ e no pH e aumenta a concentração de Na^+ intracelular, o que leva a uma ativação bomba iônica para remoção dos íons em excesso, aumentando o gasto energético e a pressão osmótica, reduzindo a taxa de síntese proteica e a capacidade de divisão celular (MORAIS; BERCHIELLI; REIS, 2011).

A ação seletiva sobre as bactérias ruminais ocasiona um aumento na relação entre as concentrações de propionato e acetato, queda na produção de metano e na degradação de proteínas da dieta, com conseqüente redução no incremento calórico, poupando aminoácidos destinados à gliconeogênese (DUFFIELD; RABIEE; LEAN, 2008). Com isso, há aumento na eficiência alimentar, mas há variações nas respostas quanto ao ganho de peso, produção de leite e consumo (MORAIS; BERCHIELLI; REIS, 2011).

Contudo, o desenvolvimento de patógenos resistentes e a possibilidade de transferência de resíduos aos produtos de origem animal, levou a União Europeia a proibir a utilização da monensina sódica desde 2006 (Regulamentação 1831/2003/EC). Isso tem despertado crescente interesse científico por alternativas que atuem similarmente sobre a fermentação ruminal. Entre as várias opções, os compostos vegetais secundários têm grande potencial de uso, com destaque para os óleos essenciais (GANDRA et al., 2014).

Óleos essenciais e o óleo de mamona

Os óleos essenciais são compostos orgânicos representados por uma mistura de aromáticos, terpenóides e fluidos lipofílicos obtidos a partir de diferentes partes da planta ou extraídos por processos de destilação a vapor ou solventes voláteis, tais como o metanol e hidróxi-

acetona (CONEGLIAN, 2009). Atividades antimicrobiana, antifúngica, antiviral, antiparasitária, inseticida, antiprotozoários e antioxidante já foram observados em muitos óleos essenciais (BURT, 2004), com ação dependente dos compostos testados (LIS-BALCHIN; DEANS, 1997).

A mamona (*Ricinus comunis*) é uma oleaginosa da família Euphorbiaceae, que produz sementes ricas em óleo glicídico solúvel em álcool. Estas são compostas, em média, por 65% de amêndoa com alto teor de óleo (IPCS INCHEM, 2005). O perfil de ácidos graxos do óleo de mamona está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Composição do óleo de mamona, com base na matéria seca (%).

Ácidos graxos							Fonte
Palmítico (C16:0)	Estearico (C18:0)	Oleico (C18:1)	Linoleico (C18:2)	Linolênico (C18:3 ω3)	Ricinoleico (C18:1 OH)	Outros	
1,3	1,2	5,5	7,3	0,5	84,2	2,5	Salimon et al. (2010)
1,3	1,1	3,6	5,6	0,5	81,1	6,8	Maia et al. (2012)
1,0	1,0	2-3	4-5	-	88-90	1,0	IPCS INCHEM (2005)

O ácido ricinoleico (AR) é um ácido cis-12-hidroxi-9-octadecenóico (SALIMON et al., 2010). O grupo hidroxila é o responsável pela alta estabilidade do óleo, mantendo sua viscosidade em elevadas temperaturas; e pela gama de aplicabilidade, como na indústria têxtil e farmacêutica (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2009).

O mecanismo de ação do ácido ricinoleico na alimentação animal é pouco conhecido, mas sabe-se que possui efeito antioxidante (OLOYEDE, 2012; MURAKAMI; EYNG; TORRENT, 2014), laxativo, anti-inflamatório, aumentando a motilidade e permeabilidade intestinais (VIEIRA et al., 2001). Apresenta ação antimicrobiana (NICOLIELO, 2008; VALERA et al., 2013), anticoccidiano (MURAKAMI; EYNG; TORRENT, 2014) e antifúngico (TAKANO et al., 2007; VALERA et al., 2013), devido a característica de ionóforo divalente (VIEIRA et al., 2001) e pela presença do grupo hidroxila (ATTRAPADUNG et al., 2010; MEDEIROS et al., 2014), favorecendo assim os processos fermentativos e, conseqüentemente, a eficiência energética dos animais (GANDRA et al., 2014), pois, segundo Burt (2004) compostos que contém grupo hidroxila interagem com as proteínas da membrana celular da bactéria, o que leva à ruptura e morte desta.

Experimentos in vitro com incubação em líquido ruminal, indicam maior produção de propionato e menor produção de metano com a inclusão do ácido ricinoleico (VAN NEVEL et al., 1971; MORALES et al., 2012). Embora o sinergismo entre diferentes óleos essenciais melhore a fermentação ruminal (BURT, 2004), Marino et al. (2013) não encontraram efeito da utilização de misto de óleo da casca de caju e óleo de mamona. Coneglian (2009) utilizando a mesma mistura de óleos essenciais verificou aumento no pH e na digestibilidade do NDT (nutrientes digestíveis totais) e da FDN (fibra em detergente neutro).

Morales et al. (2012) verificaram que no líquido ruminal incubado, in vitro, com ácido ricinoleico houve redução da bio-hidrogenação por inibição do crescimento das bactérias *Butyrivibrio proteoclasticus*.

Apesar do AR aumentar a proporção de propionato (VAN NEVEL et al., 1971), não há melhora na digestibilidade (VALERO et al., 2014b) e os efeitos sobre consumo de matéria seca (CMS) e desempenho animal são variáveis, assim como descrito por Morais, Berchielli e Reis (2011). Os principais dados disponíveis na literatura sobre consumo e desempenho estão representados nas tabelas 2 e 3, respectivamente.

Tabela 2. Comparação do consumo e digestibilidade aparente da matéria seca de animais suplementados com óleo de mamona/ácido ricinoleico e outros aditivos.

<i>Consumo de Matéria Seca (kg/dia)</i>						Modelo animal	Fonte
CO ¹	AR ²	MON ³	OE ⁴	PRO ⁵	MOEG ⁶		
9,820	-	-	-	-	10,250	Bovinos em terminação	Silva et al. (2014a)
8,340	-	-	-	-	8,370	Bovinos em terminação	Cruz et al. (2014)
6,890	-	-	7,470**	-	7,000	Bovinos em terminação	Zawadzki (2013)
18,380	16,230*	-	-	-	-	Vacas Simental	Gandra et al. (2014)
13,000	13,000	-	-	-	-	Novilhos Nelore	Gandra et al. (2012)
13,330	-	13,100	13,370	-	-	Bovinos em terminação	Purevjav et al. (2013)
9,450	-	8,680	9,350	-	-	Novilhos Nelore	Zotti (2014)
9,720	-	-	10,430	9,900	-	Bovinos em terminação	Valero et al. (2014b)
-	-	6,320	6,982	-	-	Novilhos Nelore	Coneglian (2009)
-	-	5,870	6,560*	-	-	Bovinos em terminação	Silva (2014)
-	-	1,166	1,182*	-	-	Frangos de corte	Bess et al. (2012)
<i>Digestibilidade da Matéria Seca (%)</i>							
61,70	-	-	-	-	63,20	Bovinos em terminação	Silva et al. (2014a)
66,59	-	-	-	-	73,20	Bovinos em terminação	Cruz et al. (2014)
69,80	69,90	-	-	70,90	-	Bovinos em terminação	Valero et al. (2014b)
-	-	69,59	71,42	-	-	Novilhos Nelore	Coneglian (2009)

¹CO: Controle; ²AR: Ácido ricinoleico (2 g/dia de inclusão); ³MON: Monensina; ⁴OE: misto de óleo essencial de mamona e caju; ⁵PRO: Própolis; ⁶ MOEG: misto de óleo essencial de mamona e caju+glicerina; *P<0,05, em relação à monensina; **P<0,05, em relação ao controle.

Estudos com diversos óleos essenciais tem demonstrado que estes não influenciam o CMS (GANDRA et al., 2012), assim como a monensina (MORAIS, BERCHIELLI; REIS, 2011). Todavia, Gandra et al. (2014) encontraram menor CMS, resultado da seleção de microrganismos ruminais, o que aumenta a

produção de propionato. Bess et al. (2012), Zawadzki (2013) e Silva (2014) observaram aumento de consumo com a utilização do AR, o qual os autores atribuíram às propriedades atrativas e sabores dos compostos orgânicos, que influenciam positivamente a ingestão pelos animais (WALLACE, 2004).

Tabela 3. Comparação do desempenho produtivo de animais suplementados com ácido ricinoleico, ionóforos, glicerina ou própolis.

Item	CO ¹	AR ²	MON ³	OE ⁴	PRO ⁵	MOEG ⁶	Modelo animal	Fonte
	1,230	-	-	-	-	1,390	Bovinos em terminação	Silva et al. (2014a)
	1,390	-	-	-	-	1,280	Bovinos em terminação	Cruz et al. (2014)
	1,020	-	-	1,020	-	1,050	Bovinos em terminação	Zawadzki (2013)
	0,234	-	-	0,329**	-	-	Frangos de corte	Murakami, Eyng e Torrent (2014)
Ganho de peso (kg/dia)	-	-	0,832	0,884*	-	-	Frangos de corte	Bess et al. (2012)
	-	-	0,879	0,729	-	-	Novilhas de corte	Mano (2008)
	1,830	1,840	-	-	-	-	Novilhos Nelore	Gandra et al. (2012)
	1,630	-	1,71*	1,620	-	-	Bovinos em terminação	Purevjav et al. (2013)
	1,380	-	-	1,630**	1,550	-	Bovinos em terminação	Valero et al. (2014b)

Tabela 3. Continuação.

	1,630	-	1,710*	1,620	-	-	Bovinos em terminação	Purevjav et al. (2013)
	8,000	7,500	-	-	-	-	Novilhos Nelore	Gandra et al. (2012)
	8,690	-	-	-	-	7,600	Bovinos em terminação	Silva et al. (2014a)
Conversão alimentar (kg)	6,100	-	-	-	-	6,580	Bovinos em terminação	Cruz et al. (2014)
	6,750	-	-	7,320	-	6,660 ⁷	Bovinos em terminação	Zawadzki (2013)
	0,140	-	-	0,160**	0,150	-	Bovinos em terminação	Valero et al. (2014b)
	1,389	-	-	1,235**	-	-	Frangos de corte	Murakami, Eyng e Torrent (2014)
	-	-	1,400	1,338	-	-	Frangos de corte	Bess et al. (2012)
Rendimento de carcaça (%)	52,500	-	-	-	-	53,900	Bovinos em terminação	Cruz et al. (2014)
	56,200	-	-	58,000*	-	58,400	Bovinos em terminação	Zawadzki (2013)
	61,030	-	60,010	60,640	-	-	Bovinos em terminação	Purevjav et al. (2013)
	54,500	-	-	53,900	53,800	-	Bovinos em terminação	Valero et al. (2014b)
	-	-	77,680	77,810	-	-	Frangos de corte	Bess et al. (2012)

¹CO: Controle; ²AR: Ácido ricinoleico (2 g/dia de inclusão); ³MON: Monensina; ⁴OE: misto de óleo essencial de mamona e caju; ⁵PRO: Própolis; ⁶MOEG: misto de óleo essencial de mamona e caju+glicerina; * $P < 0,05$, em relação à monensina; ** $P < 0,05$, em relação ao controle; ⁷ $P < 0,05$, em relação ao MOEG.

Quanto a utilização do AR em vacas de leite, foi encontrado um único estudo com vacas da raça simental, que segundo Gandra et al. (2014), houve aumento na produção de leite das vacas que receberam o AR em relação ao controle e redução de 2,15 kg no CMS, aumentando a eficiência produtiva dos animais. Esse efeito foi atribuído à modulação da fermentação ruminal, onde há maior proporção de propionato.

CONCLUSÕES

O óleo de mamona atua, devido a sua ação antimicrobiana, na modulação da fermentação ruminal, nos processos digestivos e na redução de lesões causadas por *Coccidia*, com isso, ganhos produtivos são observados, principalmente no ganho de peso e conversão alimentar em bovinos de corte e frangos.

Entretanto, estes efeitos estão associados a outro composto, o que se faz necessário o desenvolvimento de mais estudos para viabilizar o óleo de mamona quando utilizado como fonte única de aditivo na dieta animal. Outro ponto a ser desenvolvido é a compreensão do mecanismo de ação do ácido ricinoleico,

sendo necessários mais estudos de metabolismo para estabelecer quais os mecanismos relacionados com os efeitos destacados.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. A. de; SILVA, J. H. V. da; AMÂNCIO, A. L. de L.; LIMA, M. R. de; LIMA, C. B. Uso de aditivos na alimentação de aves. *Acta Veterinaria Brasílica*, v.1, n.3, p.69-77, 2007.
- ATTRAPADUNG, S.; YOSHIDA, J.; KIMURA, K.; MIZUNUMA, M.; MIYAKAWA, T.; THANOMSUB, B. W. Identification of ricinoleic acid as an inhibitor of Ca²⁺ signal mediated cell-cycle regulation in budding yeast. *Federation of European Microbiological Societies Yeast Research*, v.10, s/n., p. 38-43, 2010.
- BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. Detoxicação e aplicações da torta de mamona. Campina Grande: *Embrapa Algodão*, 2009. 35p.
- 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**, v. 89, n. 11, p. 4352–4364, 2006.
- BESS, F.; FAVERO, A.; VIEIRA, S.L.; TORRENT, J. The effects of functional oils on broiler diets of varying energy levels. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, n. 3, p. 567–578, 2012.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods a review. **International Journal of Food Microbiology**, v. 94, n. 3, p. 223-253, 2004.
- CRANE, A.; NELSON, W.O.; BROWN, R. E. Effects of d-limonene and α -d-pinene on in vitro carbohydrate dissimilation and methane formation by rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, v. 40, n. 10, p. 1317-1323, 1957.
- CRUZ, O. T. B.; VALERO, M. V.; ZAWADZKI, F.; RIVAROLI, D. C.; PRADO, R. M. do; LIMA, B. S.; PRADO, I. N. do. Effect of glycerine and essential oils (*Anacardium occidentale* and *Ricinus communis*) on animal performance, feed efficiency and carcass characteristics of crossbred bulls finished in a feedlot system. **Italian Journal of Animal Science**, v. 13, n. 3492, p. 790-797, 2014.
- DUFFIELD, T. F.; RABIEE, A. R.; LEAN, I. J. A meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. part 1. Metabolic effects. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 4, p. 1334-1346, 2008.
- GANDRA, J.R.; GIL, P.C.N.; CÔNSOLO, N.R.B.; GANDRA, E.R.S.; GOBESSO, A.A.O. Addition of increasing doses of ricinoleic acid from castor oil (*Ricinus communis* L.) in diets of Nellore steers in feedlots. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v. 21, s/n., p. 566–576, 2012.
- GANDRA, J. R.; NUNES GIL, P. C.; GANDRA, E. R. S.; VALE, T. A. DEL; BARLETTA, R. V.; ZANFERARI, F.; FERREIRA DE JESUS, E.; TAKIYA, C. S.; MINGOTI, R. D.; ALMEIDA, G. F.; PAIVA, P. G.; GOBESSO, A. A. O. Productive performance of simmental dairy cows supplemented with ricinoleic acid from castor oil. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, n. 244, p.1-10, 2014.
- IPCS INCHEM. **Castor oil**, 2005. Disponível em: www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v14jeo5.htm. Acesso em: 04 abr. 2015.
- JEDLICKA, M. E. **The effects of functional oils on sensory attributes of beef ribeye steaks**. 2009. 41 f. Dissertations (Major Animal Science). Iowa State University, Ames. 2009.
- LIS-BALCHIN, M.; DEANS, S. G. Bioactivity of selected plant essential oils against *Listeria monocytogenes*. **Journal of Applied Microbiology**, v. 82, n. 6, p. 759–762, 1997.
- MAIA, M. O.; SUSIN, I.; FERREIRA, E. M.; NOLLI, C. P.; GENTIL, R. S.; PIRES, A. V.; MOURÃO, G. B. Intake, nutrient apparent digestibility and ruminal constituents of sheep fed diets with canola, sunflower or castor oils. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.11, p.2350-2356, 2012.
- MANO, D. S. **Desempenho produtivo e econômico da adição de óleos essenciais na suplementação de novilhas em pastagem de *Cynodon spp.*** 2008. 77 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.
- MARINO, C. T.; RUIZ-MORENO, M. J.; SCHULMEISTER, T. M.; CIRIACO, F. M.; HENRY, D. D.; MERCADANTE, V. R. G.; LAMB, G. C.; DILORENZO, N. Effects of extracts of cashew nut shell and castor oil on in vitro ruminal fermentation, gas production kinetics, and methane production. **Journal of Animal Science**, v. 91, E-Suppl. 2; **Journal of Dairy Science**, v.96, s/n., E-Suppl. 1, p. 237, 2013.
- MEDEIROS, E.; QUEIROGA, R.; OLIVEIRA, M.; MEDEIROS, A.; SABEDOT, M.; BOMFIM, M.; MADRUGA, M. Fatty acid profile of cheese from dairy goats fed a diet enriched with castor, sesame and faveleira vegetable oils. **Molecules**, v. 19, n. 1, p. 992-1003, 2014.
- MORAIS, J. A. da S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de. **Nutrição de ruminantes**. 2. ed., Jaboticabal: Funep, 2011. p. 565-600.
- MORALES, E. R.; ESPINOSA, M. A. M.; MCKAIN, N.; WALLACE, R. J. Ricinoleic acid inhibits methanogenesis and fatty acid biohydrogenation in ruminal digesta from sheep and in bacterial cultures. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 13, p. 4943-4950, 2012.
- MURAKAMI, A. E.; EYNG, C.; TORRENT, J. Effects of functional oils on Coccidiosis and apparent metabolizable energy in broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n.7, p. 981-989, 2014.
- NEWBOLD, C. J.; MCINTOSH, F. M.; WILLIAMS, P.; LOSS R.; WALLACE, R. J. Effects of a specific blend of

- essential oil compounds on rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, v. 114, n. 4, p. 105–112, 2004.
- NICOLIELO, J. **Avaliação in vitro da atividade antimicrobiana de ésteres orgânicos derivados do óleo de mamona**. 2008. 95 f. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) - Universidade de São Paulo, São Carlos. 2008.
- NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. ed. Washinton: National Academic Press, 2001. 381 p.
- OLEYEDE, G. K. Antioxidant activities of methyl ricinoleate and ricinoleic acid dominated Ricinus communis seeds extract using lipid peroxidation and free radical scavenging methods. **Research Journal of Medicinal Plant**, v. 6, n. 7p. 511-520, 2012.
- PUREVJAV, T.; HOFFMAN, M. P.; ISHDORJ, A.; CONOVER, A. J.; JEDLICKA, M. E.; PRUSA, K.; TORRENT, J.; PUSILLO, G. M. Effects of functional oils and monensin on cattle finishing programs. **The Professional Animal Scientist**, v. 29, n. 4, p. 426–434, 2013.
- SALIMON, J.; NOOR, D. A. M.; NAZRIZAWATI, A. T.; FIRDAUS, M. Y. M.; NORAISHAH, A. Fatty acid composition and physicochemical properties of malaysian castor bean *Ricinus communis* L. seed oil. **Sains Malaysiana**, v. 39, n. 5, p. 761–764, 2010.
- SILVA, A. P. dos S. **Efeito da monensina, virginiamicina e dos óleos funcionais de mamona e caju em bovinos Nelores submetidos a mudança abrupta para dietas com elevado teor de concentrado**. Dissertação. 103 f. (Mestre em Qualidade e Produtividade Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.
- SILVA, L. G. da.; TORRECILHAS, J. A.; ORNAGHI, M. G.; EIRAS, C. E.; PRADO, R. M. do; PRADO, I. N. do. Glycerin and essential oils in the diet of Nelore bulls finished in feedlot: animal performance and apparent digestibility. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 36, n. 2, p. 177-184, 2014.
- TAKANO, E. H.; BUSSO, C.; GONÇALVES, E. A. L.; CHIERICE, G. O.; CATANZARO-GUIMARÃES, S. A.; CASTRO-PRADO, M. A. A. de. Inibição do desenvolvimento de fungos fitopatogênicos por detergente derivado de óleo da mamona (*Ricinus communis*). **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, p. 1235-1240, 2007.
- TAUER, L. W.; MISHRA, A. K. Dairy Farm Cost Efficiency. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 12, p. 4937–4943, 2006.
- TEKIPPE, J. A.; TACOMA, R.; HRISTOV, A. N.; LEE, C.; OH, J.; HEYLER, K. S.; CASSIDY, T. W.; VARGA, G. A.; BRAVO, D. Effect of essential oils on ruminal fermentation and lactation performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 96, n.12, p. 7892–7903, 2013.
- VALERA, M. C.; MAEKAWA, L. E.; OLIVEIRA, L. D. de; JORGE, A. O. C.; SHYGEI, E.; CARVALHO, C. A T. In vitro antimicrobial activity of auxiliary chemical substances and natural extracts on *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis* in root canals. **Journal of Applied Oral Science**, v. 21, n. 2, p. 118-123, 2013.
- VALERO, M. V.; PRADO, R. M. do; ZAWADZKI, F.; EIRAS, C. E.; MADRONA, G. S.; PRADO, I. M. do. Propolis and essential oils additives in the diets improved animal performance and feed efficiency of bulls finished in feedlot. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 36, n. 4, p. 419-426, 2014b.
- VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I.; HENDERICKX, H. K. Effect of fatty acid derivatives on rumen methane and propionate in vitro. **Applied microbiology**, v. 21, n. 2, p. 365-366, 1971.
- VIEIRA, C.; FETZER, S.; SAUER, S. K.; EVANGELISTA, S.; AVERBECK, B.; KRESS, M.; REEH, P. W.; CIRILLO, R.; LIPPI, A.; MAGGI, C. A.; MANZINI, S. Pro-and anti-inflammatory actions of ricinoleic acid: similarities and differences with capsaicin. **Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology**, v. 364, n. 2, p. 87–95, 2001.
- WALLACE, R. J. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 63, n. 4, p. 621–629, 2004.
- ZAWADZKI, F. **Glicerina, antioxidantes e carotenóides sobre a qualidade e traçabilidade da carne de bovinos e ovinos**. Tese. 202 f. (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2013.
- ZOTTI, C. A. **Uso de monensina e óleos funcionais de mamona e caju em dietas com elevada proporção de concentrado fornecidas de forma abrupta para bovinos Nelore confinados**. Tese. 86 f. (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014.