



Revisão

Óleos essenciais em dietas para bovinos

Mariane Moreno Ferro ¹, Daiane Caroline de Moura ¹, Luiz Juliano Valerio Geron ^{2*}

¹ Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Pontes e Lacerda, MT

* Autor Correspondente: ljgeron@unemat.br

Recebido: 27/02/2016; Aceito: 19/11/2016

Resumo: A pecuária brasileira vem apresentando grande participação na economia do país. Esse progresso se deve a diversos fatores, sendo a nutrição um dos destaques pelo seu grande avanço científico. A manipulação da fermentação ruminal vem se tornando uma valiosa ferramenta utilizada por técnicos e nutricionistas na busca pelo aumento da produtividade e eficiência na utilização dos recursos usados na alimentação animal, buscando a diminuição das perdas de energia, melhoria das condições ruminais e redução da quantidade de poluentes como o metano (CH₄), sendo o uso de aditivos um dos meios de se conseguir esse controle. O uso de ionóforos é o mais sucedido exemplo de manipuladores de fermentação ruminal contribuindo para o aumento do desempenho animal, através da utilização de forma eficiente de energia e nitrogênio no ambiente ruminal. Desta forma o uso de outras alternativas que modulem a fermentação no rúmen vem sendo estudadas incluindo o uso de leveduras, ácidos orgânicos, extratos de plantas, probióticos, entre outros. Os óleos essenciais, compostos secundários de plantas, surgem com grande expectativa de uso, por possuírem diversos princípios ativos, que podem ser utilizados, isolados ou em sinergia, conferindo-lhes diferentes modos de ação, dificultando um possível aparecimento de resistência bacteriana. O avanço na utilização de óleos essenciais na nutrição de ruminantes vem aumentando. Testes *in vitro* apontam potencial de utilização dos mesmos, melhorando a utilização de nitrogênio, reduzindo emissão de metano, conseqüentemente, aumentando a disponibilidade energética. No entanto, quando extrapolado para utilização *in vivo*, os resultados apontam controversas, necessitando desta forma maiores estudos quanto a utilização desses compostos.

Palavras-chave: amônia; eficiência de ganho; nitrogênio; resistência bacteriana; ácidos graxos voláteis.

Essential oils in diets for cattle

Abstract: The Brazilian cattle industry has shown great interest in the country's economy. This progress is due to several factors, nutrition being one of the high lights for their great scientific advance. The manipulation of rumen fermentation is becoming a valuable tool used by technicians and nutritionists in the quest for increased productivity and efficient use of resources used in animal feed, seeking the reduction of energy losses, improving rumen conditions and reducing the amount of pollutants such as methane (CH₄), the use of a means of additives to achieve such control. The use of ionophores is the most successful example of rumen fermentation manipulators contributing to increased animal performance by efficiently use of energy and nitrogen in the rumen. Thus the use of other alternatives which modulate the fermentation in the rumen has been investigated including the use of yeast, organic acids, plant extracts, probiotics, and others. The essential oils, plant secondary compounds, appear with great expectation of use, because they have many active principles which can be used singly or in synergy, providing them with different modes of action, hindering a possible emergence of bacterial resistance. The breakthrough in the use of essential oils in ruminant nutrition has increased. *In vitro* tests indicate the potential use thereof, improving nitrogen utilization, reducing methane emissions, thereby increasing energy availability. However, when extrapolated for use *in vivo*, results show controversial, thus requiring further study as the use of these compounds.

Key-words: ammonia; efficiency gain; nitrogen; bacterial resistance; volatile fatty acids.

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda por alimentos de origem animal, cada vez mais a biossegurança alimentar vem se tornando foco no sistema de produção. Muitas técnicas e biotecnologias vêm sendo desenvolvidas e implantadas com o propósito de melhorar a eficiência dos sistemas de produção animal e produzir alimentos saudáveis a população (SOUZA, 2013).

A manipulação da fermentação ruminal vem se tornando uma valiosa ferramenta utilizada por técnicos e nutricionistas na busca pelo aumento da produtividade e eficiência na utilização dos recursos usados na alimentação animal, buscando a diminuição das perdas de energia, melhoria das condições ruminais e redução da quantidade de poluentes como o metano (CH₄), sendo o uso de aditivos um dos meios de se conseguir esse controle (CALSAMIGLIA et al., 2006).

O uso de ionóforos é o mais sucedido exemplo de manipuladores de fermentação ruminal contribuindo para o aumento do desempenho animal através da utilização de forma eficiente de energia e nitrogênio no ambiente ruminal. A monensina sódica, por exemplo, é utilizada comercialmente na produção de ruminantes há pelo menos quatro décadas. Seu uso, dentre outros efeitos, melhora a eficiência alimentar, diminui a produção de metano e minimiza os riscos de distúrbio metabólicos (MANTOVANI & BENTO, 2013). Contudo, alguns países, principalmente os da União Europeia, baniram seu uso desde 2006 (artigo nº 11 do regulamento 1831/2003) devido à possíveis potenciais de transferência de resistência antimicrobiana dos animais para os seres humanos, impactando diretamente na saúde pública.

Desta forma, o uso de outras alternativas que modulem a fermentação no rúmen vem sendo estudadas incluindo o uso de leveduras, ácidos orgânicos, extratos de plantas, probióticos, entre outros (CALSAMIGLIA et al., 2006).

Dentre as diversas alternativas, os óleos essenciais, compostos secundários de plantas, surgem com grande expectativa de uso, por possuírem diversos princípios ativos que podem ser utilizados, isolados ou em sinergia, conferindo-lhes diferentes modos de ação, dificultando um possível aparecimento de resistência bacteriana (ACAMOVIC & BROOKER, 2005). Simultaneamente, grande parte deles possuem status GRAS (generally recognized as safe) para consumo humano, o que favorece a aceitação dos consumidores.

Desta forma, objetivou-se revisar o conhecimento sobre a utilização de óleos essenciais em dietas para bovinos, de maneira a apresentar os potenciais benefícios e seus componentes ativos como modificadores da fermentação microbiana ruminal.

2. CONCEITO

As plantas produzem uma ampla variedade de compostos orgânicos derivados do metabolismo secundário que parece não apresentar nenhuma função direta em seu crescimento e desenvolvimento. Ao longo dos anos, estas substâncias têm sido consideradas produtos residuais do metabolismo primário, podendo ser classificados como metabólitos secundários os quais atuam como uma barreira química de defesa das plantas contra predadores (insetos e animais herbívoros) (TAIZ & ZEIGER, 2009). Atualmente estima-se que existam mais de 200.000 metabólitos secundários conhecidos (HARTMANN, 2007).

Apesar da grande diversidade, toda essa gama de substâncias é sintetizada a partir de quatro vias metabólicas principais: via do acetato-malonato, via do acetato-mevalonato, via do metileritritol fosfato e via do ácido chiquímico. Os principais metabólitos secundários são os terpenos, compostos fenólicos e compostos contendo nitrogênio (TAIZ & ZEIGER, 2009). Os alcaloides são provenientes de aminoácidos aromáticos (triptofano, tirosina), os quais são derivados do ácido chiquímico e de aminoácidos alifáticos (ornitina, lisina). Flavonoides, taninos e ligninas fazem parte dos compostos fenólicos; óleos essenciais, saponinas, carotenoides e a maioria dos fitoreguladores são terpenos; nicotina, cafeína e vincristina são alguns exemplos de alcaloides (PERES, 2004).

Os óleos essenciais, de modo geral, são uma mistura complexa de terpenos, compostos fenólicos e alcaloides, encontrados em todos tecidos vivos de plantas em geral concentrados na casca, nas flores, nas folhas, nos rizomas e nas sementes (PERES, 2004).

Estima-se que 3.000 tipos de óleos essenciais sejam conhecidos pela ciência, e 300 deles com aplicações comerciais muito utilizados para aromatização de alimentos, perfumes, cosméticos, repelentes, produção de antimicrobianos e anti-inflamatórios.

Componentes fenólicos como o eugenol (presente em broto de cravo), ou timol e carvacrol (presente em orégano), são responsáveis pelas propriedades antibacterianas de muitos óleos essenciais (DORMAN & DEANS, 2000) e parecem atuar como permeabilizadores de membrana (HELANDER et al., 1998). Apesar de alguns óleos essenciais e os seus compostos ativos terem um amplo espectro de atividade antimicrobiana (DORMAN &

DEANS, 2000), bactérias gram-positivas são geralmente mais sensíveis aos óleos essenciais do que bactérias gram-negativas (SMITH-PALMER et al., 1998). No entanto, alguns óleos essenciais vêm sendo testados quanto aos seus efeitos sobre a fermentação microbiana ruminal, ambiente no qual os efeitos prevalecem sobre as bactérias gram-negativas (CARDOZO et al., 2005; CASTILLEJOS et al., 2006; BUSQUET et al., 2006).

Os óleos essenciais são produtos obtidos de partes de plantas, mediante destilação por arraste com vapor d'água ou extração por solventes. Também podem ser chamados de óleos voláteis ou óleos etéreos, por serem de aparência oleosa à temperatura ambiente e não são, em si, “essenciais”, recebendo esse nome devido ao seu perfume. Uma característica marcante que os diferem das substâncias lipídicas é a volatilidade e variação de sua composição entre as diferentes partes da mesma planta (DORMAN & DEANS, 2000). Como exemplo, o óleo essencial obtido das sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) tem uma composição diferente do obtido a partir das folhas imaturas da mesma planta (DELAQUIS et al., 2002)..

3. MODO DE AÇÃO

A efetividade da atividade antibacteriana é relatada por não estar atribuída a um único mecanismo de ação. Burt (2004) demonstrou os possíveis mecanismos de atuação dos óleos essenciais sobre a célula bacteriana (Figura 1).

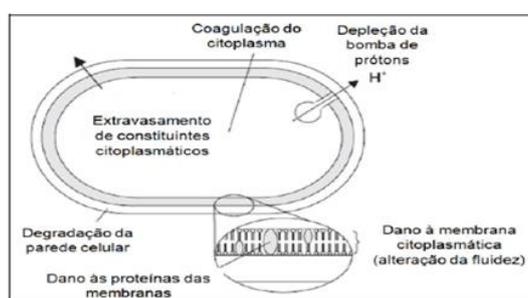


FIGURA 1. Mecanismo de ação antimicrobiana dos óleos essenciais na célula bacteriana. Fonte: Adaptado de Burt (2004).

Os óleos essenciais e seus componentes são conhecidos por serem bioativos contra uma grande variedade de microrganismos. Todas as bactérias gram-negativas possuem uma membrana externa que proporciona a bactéria uma superfície hidrofílica, devido à presença de moléculas de lipopolissacarídeos. Pequenos solutos hidrofílicos são capazes de passar através dessa membrana, abundante em proteínas porina que fornecem canais transmembranares hidrófilos, ao passo que a membrana serve como barreira para a penetração de macromoléculas e de compostos hidrofóbicos, e é por esta razão que bactérias gram-negativas são relativamente resistentes aos antibióticos hidrofóbicos e drogas tóxicas (NIKAIDO & VAARA, 1985).

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

Segundo Calsamiglia et al. (2007), esta interação faz com que desintegre a membrana bacteriana, tornando-a mais permeável, ocorrendo então grande translocação de íons através da membrana e, conseqüentemente, uma diminuição no gradiente iônico. Os mesmos autores ressaltaram que as bactérias podem contrabalançar esses efeitos usando bomba iônica e a morte celular pode não ocorrer, no entanto, uma grande quantidade de energia é desviada para essa função e o crescimento bacteriano é reduzido, com conseqüente mudança na velocidade de crescimento e mudanças na proporção das populações de bactérias no rúmen.

Compostos com estruturas fenólicas, tais como timol e carvacrol, são considerados como sendo mais eficazes como agentes antimicrobianos em comparação com outros metabólitos secundários de plantas devido à presença de um grupo hidroxila na estrutura fenólica. Desta forma, Helander et al. (1998) relataram que o timol e carvacrol também inibem o crescimento de bactérias gram-negativas por ruptura da membrana celular externa.

4. EFEITOS DOS OLEOS ESSENCIAIS UTILIZADOS IN VITRO E IN VIVO POR BOVINOS DE CORTE E LEITE

O fator mais importante que influencia o número e a proporção relativa de microrganismos ruminais é a dieta, e, conseqüentemente, influenciando, também, na proporção e quantidade de produtos da fermentação (BERGMAN et al., 1990). A mudança na dieta do animal resulta em um período de transição da população

microbiana ruminal, podendo esse processo demorar dias ou semanas, dependendo de quão drástica seja a mudança (OWENS & GOETSCH, 1993).

Os ácidos propiônico, acético e butírico são os ácidos graxos voláteis predominantes e são produzidos, principalmente, na fermentação de carboidratos, tais como celulose, hemicelulose, pectina, amido e açúcares (BERGMAN et al., 1990). Estes ácidos são absorvidos através da parede do rúmen e são usados como fonte de energia pelo animal. Porém, é na produção do ácido acético e butírico, que o ruminante mostra uma de suas maiores ineficiências, pois, aproximadamente, 12% da energia contida nos alimentos é perdida na forma de CO₂ e CH₄ (RUSSELL & STROBEL, 1989). Entretanto, ressalta-se que a produção destes gases (CO₂ e CH₄) advém em sua maior parte, da degradação dos carboidratos fibrosos de difícil degradação, mas que os ruminantes e os herbívoros, em geral, conseguem aproveitar como fonte de nutrientes.

Desta forma, a manipulação da fermentação ruminal vem se tornando uma valiosa ferramenta utilizada por técnicos e nutricionistas na busca pelo aumento da produtividade e eficiência na utilização dos recursos usados na alimentação animal, buscando a diminuição das perdas de energia, melhoria das condições ruminais e redução da quantidade de poluentes como o metano (CH₄), sendo o uso de aditivos um dos meios de se conseguir esse controle.

Existem alguns produtos patenteados no mercado, como o Biostar® (*Phytosynthèse*, França) à base de alcachofra (*Cynara cardunculus* subesp. *Scolymus*), ginseng siberiano (*Eleutherococcus senticosus*) e feno-grego (*Trigonella foenum-graceum*); o Crina® Ruminants (DSM Nutritional Products Ltda, Suíça), à base dos óleos essenciais timol, limoneno e guaiacol; e o Vertan® (IDENA, França), à base de timol, eugenol, vanilina e limoneno (ARAUJO, 2010).

4.1. Estudos *In Vitro* com a Utilização de Óleos Essenciais

Em estudos *in vitro*, diversas metodologias são utilizadas de forma a avaliar a cinética de fermentação ruminal. Dentre os métodos utilizados estão à produção de gás *in vitro*, sistema de fermentação contínuo, sistema Rusitec, entre outros.

Entretanto, estudos de cultura *in vitro* devem ser interpretados com cautela porque indicam efeitos sobre um determinado tempo de incubação (24 ou 48 h) e não levam em conta a possível adaptação da microbiota ruminal aos compostos estudados. A diversidade das técnicas *in vitro* também apresentam suas particularidades. Os sistemas de fermentação *in vitro* são vantajosos na medida em que permitem efeitos de longo prazo, mas não há nenhuma uniformidade entre os sistemas. As discrepâncias entre os estudos que utilizam diferentes sistemas de fermentação podem ser atribuídas ao tipo de sistema utilizado, a taxa de diluição, a atividade bacteriana no rúmen, entre vários outros fatores (VÁZQUEZ-ANON et al., 2001). Algumas pesquisas realizadas utilizando os óleos essenciais na nutrição de ruminantes estão apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. Resultados de pesquisas utilizando a inclusão de óleos essenciais em sistema *in vitro*.

Autores	Tratamentos	pH	AGV total (mM)	Relação A:P**	AGCR (mM)	NH ₃ (mg/100 mL)
Castillejos et al., (2006) ¹	Controle	6,46	140,4	3,55	3,02	21,9
	5 mg L ⁻¹ timol	6,50	147,6	3,55	3,10	21,8
	50 mg L ⁻¹ timol	6,47	138,3	3,47	2,98	21,5
	500 mg L ⁻¹ timol	6,87*	100,4	4,81*	1,76*	14,9*
	5000 mg L ⁻¹ timol	7,38*	64,9*	3,38	1,29*	9,34*
	Controle	6,46	140,4	3,55	3,00	21,9
	5 mg L ⁻¹ limoneno	6,49	136,9	3,40	3,05	20,8
	50 mg L ⁻¹ limoneno	6,50	134,1*	3,40	2,96	20,6
	500 mg L ⁻¹ limoneno	6,50	132,5*	3,40	2,80*	18,7*
	5000 mg L ⁻¹ limoneno	6,60	126,2*	3,36*	2,95	20,6
	Controle	6,14	152,8	3,31	3,77	31,2
	5 mg L ⁻¹ vanilina	6,15	156,9	3,28	4,00	32,3
	50 mg L ⁻¹ vanilina	6,13	153,6	3,27	4,12	32,8
	500 mg L ⁻¹ vanilina	6,11	148,3	3,20	3,99	32,6
	5000 mg L ⁻¹ vanilina	6,40*	115,4*	3,12*	2,93*	26,3*

continua...

Busquet et al., (2006)	Controle	-	87,4b	3,0a	2,8a	19,2a
	1,25 mg L ⁻¹ de monensina	-	89,7b	2,7ab	2,5ab	17,7ab
	12,5 mg L ⁻¹ de monensina	-	104,4a	1,0d	1,2c	13,0b
	31,2 mg L ⁻¹ de cinamaldeído	-	85,7b	2,3b	2,3b	16,0ab
	312 mg L ⁻¹ de cinamaldeído	-	88 b	2,6ab	2,5ab	17,0a
	31,2 mg L ⁻¹ de óleo de alho	-	93,8ab	2,6ab	2,7ab	17,1ab
Fraser et al., (2007) ²	312 mg L ⁻¹ de óleo de alho	-	94,3ab	1,7c	1,6c	17,0ab
	Controle (Rusitec)	6,88	43,3	2,04	-	21,3
	38 mg L ⁻¹ eugenol (Rusitec)	6,94	25,5*	7,95*	-	15,1*
	Controle (Fermentação contínua)	7,00	75,6	4,69	-	18,6
	38 mg L ⁻¹ eugenol (Fermentação contínua)	6,96	69,4	7,65*	-	19,9

**relação Acetato:Propionato; ¹diferença entre o tratamento e o controle considerando valor de P<0,05; ²diferença entre tratamento e o controle considerando valor de P<0,01

Castillejos et al. (2006) compararam diversos óleos essenciais (limoneno, valina, timol) em doses de 0, 5, 50, 500 e 5.000 mg L⁻¹ e observaram que a dose de 5.000 mg L⁻¹ resultou em menores concentrações de ácidos graxos voláteis totais, e consequentemente elevaram o pH em comparação aos outros tratamentos, evidenciando um efeito negativo sobre a fermentação microbiana quando se usou altas doses de óleos essenciais.

Corroborando, Busquet et al. (2006) ao avaliarem diversas fontes de óleos essenciais observaram que a utilização de 312 mg L⁻¹ de óleo de alho reduziu consideravelmente a relação acetato:propionato, assim como a utilização de 12,5 mg L⁻¹ de monensina, demonstrando assim o potencial efeito em beneficiar a produção de propionato. Fraser et al. (2007) ao utilizarem dois sistemas de fermentação in vitro (contínuo e Rusitec) observaram que no sistema de fermentação Rusitec o óleo essencial eugenol apresentou menor produção de ácidos graxos voláteis e também uma menor produção NH₃ quando comparado ao tratamento controle e também ao sistema contínuo de fermentação.

5. ESTUDOS DA UTILIZAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS COM BOVINO DE CORTE

Os resultados dos estudos apresentados abaixo foram adaptados e tiveram seus dados apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Resultados de estudos utilizando a inclusão de óleos essenciais na nutrição de bovinos de corte.

Autor	Relação vol:con	Tratamentos	CMS (kg/dia)	Digestibilidade (%)	GMD (kg)	pH ruminal	AGV total (mM)	Relação A:P
Yang et al. (2008)	10:90	Controle	7,78	-	1,68	-	-	-
		0,400 g dia ⁻¹	8,42	-	1,75	-	-	-
		cinamaldeído	8,17	-	1,65	-	-	-
		0,800 g dia ⁻¹	7,69	-	1,64	-	-	-
		cinamaldeído						
		1,600 g dia ⁻¹						
		cinamaldeído						
Rodriguez-Pardo et al. (2010) ¹	-	Controle	8,56	-	-	6,03	134,3	3,18
		0,125 g dia ⁻¹	9,84	-	-	5,84	144,8	2,76
		capsicum	8,68	-	-	5,96	140,1	3,25
		0,250 g dia ⁻¹	9,40*	-	-	5,86	142,8	2,39
		capsicum						
		0,500 g dia ⁻¹						
		capsicum						
Beauchemin e McGinn (2006) ²	75:25	Controle	6,83	63,2a	0,73	7,07	85,4	3,49
		1 g dia ⁻¹ óleo essencial comercial	6,71	58,6b	0,68	7,11	82,4	3,32
Meyer et al. (2009) ³	50:50	Controle	12,1		1,76	5,72	109,2b	2,24
		1 g dia ⁻¹ óleo essencial comercial	12		1,81	5,64	125,2a	1,60

¹efeito linear (P<0,05); ²médias seguidas de mesma letra não diferem entre si à 5% de probabilidade; ³médias seguidas de mesma letra não diferem entre si à 10% de probabilidade.

5.1. Consumo de Matéria Seca

De acordo com Yang et al. (2008), as doses de 0; 0,400; 0,800 e 1,600 g dia⁻¹ de cinamaldeído em dieta para bovinos confinados não apresentaram efeito significativo sob o consumo de MS com o uso do óleo essencial. Corroborando com os resultados anteriores, Beauchemin & McGinn (2006), ao avaliarem os efeitos do uso de óleo essencial comercial (1 g dia⁻¹) em dietas para bovinos alimentados com uma dieta com relação volumoso concentrado de 75:25, não observaram efeito significativo ($P>0,05$) do uso de óleo essencial sob o consumo de MS, com valor médio de 6,71 kg dia⁻¹, quando comparado aos animais controle, com média de 6,83 kg dia⁻¹.

Este mesmo comportamento foi encontrado por Meyer et al. (2009), ao utilizarem óleo essencial comercial (1 g dia⁻¹) como fonte de aditivo em dietas para bovinos, não observaram variação ($P>0,05$) no consumo de MS em comparação ao tratamento controle.

Contrariamente, Rodriguez-Pardo et al. (2012) ao avaliarem o efeito do uso de óleo essencial de capsicum em níveis de 125, 250 e 500 mg dia⁻¹ na alimentação novilhas, encontraram aumento ($P<0,05$) no consumo de MS quando comparado ao tratamento controle.

5.2. Digestibilidade da Matéria Seca

Diante dos trabalhos compilados, poucos avaliaram o efeito do uso de óleos essenciais sobre as variáveis de digestibilidade. Considerando o trabalho de Beauchemin & McGinn (2006) demonstraram que houve redução ($P<0,01$) na digestibilidade da MS com a inclusão de óleo essencial comercial (1 g dia⁻¹) em dietas para bovinos Angus alimentados com relação volumoso concentrado de 75:25, efeito este que pode ser explicado pela leve redução na produção de ácidos graxos voláteis ocasionada pelo uso do óleo essencial.

5.3. Ganho Médio Diário

O estudo conduzido por Yang et al. (2008), para avaliar a utilização de 0; 0,400; 0,800 e 1,6 g dia⁻¹ de cinamaldeído em dieta de bovinos confinados não obtiveram efeito ($P>0,05$) sob o ganho médio diário entre os tratamentos com o uso do óleo essencial e controle.

Da mesma maneira, Beauchemin & McGinn (2006) ao utilizarem óleo essencial comercial (1 g dia⁻¹) em dietas para bovinos Angus não observaram efeito ($P>0,05$) no GMD quando comparado aos animais dieta controle.

5.4. Parâmetros Ruminiais

O uso do extrato de capsicum em níveis de 125, 250 e 500 mg dia⁻¹ foi avaliado por Rodrigues-Pardo et al. (2010), os quais não observaram efeito significativo sobre as concentrações de ácidos graxos voláteis e relação acetato:propionato.

Da mesma forma, Beauchemin & McGinn (2006) ao utilizarem 1 g dia⁻¹ de óleo essencial comercial em dietas para bovinos Angus com relação volumoso concentrado de 75:25, não observaram efeito significativo ($P>0,05$) sobre o valor de pH, produção de ácidos graxos totais e a relação acetato:propionato.

O estudo conduzido por Meyer et al. (2009), corrobora com os dados acima apresentados, uma vez que estes autores não encontraram diferença ($P>0,05$) para o pH ruminal e relação acetato:propionato, ao testarem uma fonte de óleo essencial comercial na dosagem de 1 g dia⁻¹. No entanto, os autores observaram que houve aumento ($P<0,10$) na concentração de ácidos graxos voláteis com a utilização do óleo essencial.

De forma geral, o uso de óleos essenciais não apresentou efeitos sob as variáveis avaliadas em trabalhos para bovinos de corte. Esse efeito pode estar relacionado com a composição das dietas estudadas, relação volumoso:concentrado, os níveis que vem sendo testados, a pureza dos mesmos, a fonte de extração e a forma de fornecimento desses óleos essenciais.

6. ESTUDO DO USO DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM BOVINOS DE LEITE

A revisão dos trabalhos abaixo apresentados teve seus dados adaptados e estão demonstrados na Tabela 3 e 4.

TABELA 3. Resultados de trabalhos envolvendo uso de óleos essenciais na nutrição de bovinos de leite.

Autor	Relação vol:con	Tratamentos	*CMS	**D MS	Produção de leite 4% gordura (kg/dia)	gordura (%)	Proteína (%)	Lactose (%)
Benchaar et al. (2006)	42:58	Controle	22,9	65,9	35,0	4,07	3,58	4,68
		2 g/dia óleo essencial comercial	22,5	66,7	31,7	4,00	3,62	4,59
Benchaar et al. (2007) ¹	50:50	Controle (silagem de alfafa)	17,3	67,0	24,5	2,95	3,18	4,58
		Silagem de alfafa + 0,750 g/dia OE	17,2	66,2	24,2	3,13	3,24	4,77*
		Controle (silagem de milho)	17,7	66,1	22,9	2,69	3,52	4,58
		Silagem de milho + 0,750 g/dia	17,5	66,1	21,8	2,45	3,48	4,79*
Benchaar et al. (2008) ²	40:60	Controle	23,2ab	63,9	34,5	4,33	3,59	4,52
		1 g/dia de cinamaldeído (98% pureza)	23,1ab	64,0	35,2	4,28	3,51	4,49
		150 g/dia quebracho (70% taninos condensados)	23,5b	62,5	33,6	4,21	3,49	4,45
		60 g/dia extrato de yuca (10% saponinas)	21,8a	64,3	33,2	4,42	3,50	4,38
Tassoul e Shaver, (2009)	50:50	Controle	24,5a	-	43,9	3,48	3,10	-
		1 g/dia óleo essencial comercial	22,7b	-	44,0	3,46	2,95	-
Tager e Krause (2011)	34:66	Controle	23,9	51,4	33,0	3,5	2,8	4,8
		0,5 g/dia óleo essencial comercial (85 mg de cinamaldeído e 140 mg eugenol)	23,3	51,9	32,8	3,5	2,8	4,8
		10 g/dia óleo essencial comercial (1700 mg de cinamaldeído e 2800 mg de eugenol)	23,2	53,8	31,6	3,4	3,5	4,8
		Controle	27,6	65,9	43,4	3,26	3,03	4,73
Hristov et al. (2013)	58:42	0,250 g/dia <i>Origanum vulgare</i> L.	28,6	65,2	45,2	3,25	3,02	4,74
		0,500 g/dia <i>Origanum vulgare</i> L.	26,5	65,3	44,1	3,11	3,02	4,71
		0,750 g/dia <i>Origanum vulgare</i> L.	26,6	65,8	43,4	3,57	3,01	4,67

*CMS: Consumo de matéria seca (kg/dia); **DMS: digestibilidade da matéria seca (%); ¹uso do óleo essencial aumentou o teor de lactose (P<0,01); ²médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (P<0,05).

TABELA 4. Resultados de trabalhos envolvendo uso de óleos essenciais sob parâmetros ruminiais em bovinos de leite.

Autor	Relação vol:con	Tratamentos	pH ruminal	AGV total (mM)	Relação A:P	N-NH ₃ , mg/100 mL	Protozoa, x10 ⁵ /mL
Benchaar et al. (2006) ¹	42:58	Controle	6,33	114,0	2,94	14,3	5,13
		2 g/dia óleo essencial comercial	6,46*	112,9	3,02	14,4	4,45
Benchaar et al. (2007)	50:50	Controle (silagem de alfafa)	6,36	88,3	3,26	7,18	4,04
		Silagem de alfafa + 0,750 g/dia OE	6,39	92,8	3,72	6,03	5,38
		Controle (silagem de milho)	6,26	89,2	2,22	8,72	4,76
		Silagem de milho + 0,750 g/dia	6,41	80,0	2,20	8,94	5,37
Tager e Krause (2011)	34:66	Controle	5,64	129,1	2,8	11,9	-
		0,5 g/dia óleo essencial comercial (85 mg de cinamaldeído e 140 mg eugenol)	5,71	127,9	2,6	13	-
		10 g/dia óleo essencial comercial (1700 mg de cinamaldeído e 2800 mg de eugenol)	5,80	129,1	2,7	13,1	-
		Controle	6,0	132,2	2,72	4,5	2,9
Tekkipe et al. (2011)	60:40	0,500 kg de <i>Origanum vulgare</i> L.	6,1	128,9	2,86	5,5	3,0

continua...

Benchaar et al. (2008)	40:60	Controle	6,68	133,4	3,35	15,9	5,84
		1 g/dia de cinamaldeído (98% pureza)	6,73	133,7	3,41	14,8	5,94
		150 g/dia quebracho (70% taninos condensados)	6,66	136,5	3,28	13,2	5,81
		60 g/dia extrato de yuca (10% saponinas)	6,61	134,9	3,29	14,6	5,79
Hristov et al. (2013) ²	58:42	Controle	6,21	135,9	2,86	6,3	-
		0,250 g/dia <i>Origanum vulgare</i> L.	6,21	134,1	2,89	5,3*	-
		0,500 g/dia <i>Origanum vulgare</i> L.	6,22	136,1	2,74	4,9*	-
		0,750 g/dia <i>Origanum vulgare</i> L.	6,20	136,4	2,84	4,7*	-

¹Uso óleo essencial proporcionou aumento de pH ruminal ($P=0,04$); ²Uso do óleo essencial reduziu a concentração de $N-NH_3$ ($P=0,02$).

6.1. Estudo do Uso de Óleos Essenciais sobre o Consumo de Bovinos de Leite

Estudo realizado para avaliar a suplementação com óleo essencial comercial (mistura de timol, limonena, eugenol e vanilina) para vacas holandesas (2 g dia^{-1}) em dietas com relação volumoso concentrado de 42:58 foi conduzido por Benchaar et al. (2006), os quais não observaram efeito significativo ($P>0,05$) sob o consumo de MS apresentando uma média de 22,7 kg dia^{-1} .

Ao avaliarem o efeito de óleos essenciais (750 mg dia^{-1}) juntamente com o fornecimento de diferentes volumosos (silagem de alfafa e silagem de milho), Benchaar et al. (2007), não observaram efeito ($P>0,05$) sob o consumo de vacas holandesas recebendo relação volumoso concentrado de 50:50. De forma semelhante, Tager & Krause (2011), ao avaliarem o uso de diversos óleos essenciais comerciais associado a diferentes doses, não observaram efeito ($P>0,05$) sob o consumo quando comparado aos animais controle.

Concomitantemente, Hristov et al. (2013) não observaram efeito significativo ($P>0,05$) no consumo de MS de vacas alimentadas com níveis de extrato de orégano.

Contrariamente, Benchaar et al. (2008) encontraram redução ($P<0,05$) de 6% no consumo de MS em vacas holandesas alimentadas com 60 g dia^{-1} de extrato de Yuca, quando comparado ao tratamento controle e as dietas que utilizaram cinamaldeído (1 g dia^{-1}) e extrato de quebracho (150 g dia^{-1}). De forma semelhante, Tassoul e Shaver (2009), ao ofertarem 1 g dia^{-1} de óleo essencial comercial para vacas em lactação observaram redução ($P<0,05$) de 7% no consumo de MS quando comparado ao controle, comportamento atribuído pelos autores devido à baixa palatabilidade ocasionada pelo uso do óleo essencial.

6.2. Estudo do Uso de Óleos Essenciais sobre o Digestibilidade em Bovinos Leiteiros

Observando os resultados dos diversos trabalhos de Benchaar et al. (2006), Benchaar et al. (2007), Benchaar et al. (2008), Tassoul & Shaver (2009), Tager & Krause (2011) e Hristov et al. (2013), não houve efeitos significativos ($P>0,05$) quanto ao uso de óleos essenciais em dietas para vacas leiteiras. Esse comportamento pode ser justificado devido ao baixo ou nenhum efeito do uso das fontes de óleos essenciais sobre as variáveis também discutidas como de consumo de MS e produção de ácidos graxos voláteis.

6.3. Estudo do Uso de Óleos Essenciais sobre a Produção e Composição do Leite

Estudos realizados por Benchaar et al. (2006), Benchaar et al. (2007), Benchaar et al. (2008), Tassoul & Shaver (2009) e Tager & Krause (2011), não apresentaram efeitos significativos sobre as variáveis de produção de leite, teor de gordura, teor de proteína e teor de lactose. Trabalho de Hristov et al. (2013), apontou um aumento de 4% no teor de lactose quando utilizou-se o óleo essencial com duas fontes de volumoso como silagem de alfafa e silagem de milho.

6.4. Estudo do Uso de Óleos Essenciais sobre os Parâmetros Ruminais

Estudos realizados por Benchaar et al. (2006), Benchaar et al. (2007), Benchaar et al. (2008), Tassoul e Shaver (2009) e Tager & Krause (2011) não apresentaram efeitos significativos sobre as variáveis produção de ácidos graxos voláteis total, relação acetato:propionato e protozoários (105 mL^{-1}).

Para a variável pH ruminal, o estudo de Benchaar et al. (2006) foi o único que apresentou aumento no pH ruminal quando se utilizou óleo essencial comercial em dietas com relação volumoso:concentrado de 42:58.

Contrariamente aos resultados encontrados por Benchaar et al. (2007), Benchaar et al. (2008), Tassoul e Shaver (2009), Tager & Krause (2011) e Hristov et al. (2013), que não observaram efeitos significativos ($P < 0,05$) sob o pH ruminal.

Para a concentração de N-amoniaco somente o trabalho de Hristov et al. (2013) apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) com a utilização de óleo essencial de orégano que possibilitou a redução de 22% quando comparado ao tratamento controle. Contrário aos trabalhos de Benchaar et al. (2006), Benchaar et al. (2007), Benchaar et al. (2008), Tassoul & Shaver (2009) e Tager & Krause (2011) que não encontraram efeito significativo ($P > 0,05$) ao utilizarem diferentes fontes de óleos essenciais.

De forma geral, o uso de óleos essenciais em dietas para vacas leiteiras não apresentaram respostas positivas, apresentando necessidade de desenvolvimento de mais estudos relacionados ao tema.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos *in vitro* têm demonstrado que altas doses de óleos essenciais (como uma mistura ou compostos individuais) podem alterar favoravelmente a fermentação ruminal e, por conseguinte, melhorar potencialmente a eficiência da alimentação de bovinos;

No entanto, os resultados apresentados *in vivo* demonstraram que quando utilizado com as doses estudadas não se observou nenhum efeito sobre a fermentação ruminal microbiana, a digestão e o desempenho de bovinos de corte e leite;

Desta forma, há necessidade de desenvolver mais estudos e pesquisas com a utilização dos diferentes óleos essenciais na alimentação de bovinos para validar os seus efeitos sobre a fermentação e o desempenho animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACAMOVIĆ, T.; BROOKER, J. D. Biochemistry of plant secondary metabolites and their effects in animals. **The proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 64, n. 3, p. 403-412, 2005.
- ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos - Teoria e Prática**. 2ª ed. Ed. UFV: Viçosa, 1995. 416p.
- BEAUCHEMIN, K. A.; MCGINN, S. M. Methane emissions from beef cattle: Effects of fumaric acid, essential oil, and canola oil. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 1489-1496, 2006.
- BENCHAAR, C.; PETTIT, H. V.; BERTHIAUME, R.; WHYTE, T. D.; CHOUINARD, P.Y. Effects of Addition of Essential Oils and Monensin Premix on Digestion, Ruminal Fermentation, Milk Production, and Milk Composition in Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, p. 4352-4364, 2006.
- BENCHAAR, C., PETTIT, H.V.; BERTHIAUME, R.; OUELLET, D. R.; CHIQUETTE, J.; CHOUINARD, P.Y. Effects of Essential Oils on Digestion, Ruminal Fermentation, Rumen Microbial Populations, Milk Production, and Milk Composition in Dairy Cows Fed Alfalfa Silage or Corn Silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 886-897, 2007.
- BENCHAAR, C.; MCALLISTER, T. A.; CHOUINARD, P. Y. Digestion, Ruminal Fermentation, Ciliate Protozoal Populations, and Milk Production from Dairy Cows Fed Cinnamaldehyde, Quebracho Condensed Tannin, or *Yucca schidigera* Saponin Extracts. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 4765-4777, 2008.
- BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, Boston, v. 70, p. 567-580, 1990.
- BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. **International Journal of Food Microbiology**, Grugliasco, v.94, n.3, p. 223-253, 2004.
- BUSQUET, M. CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; KAMEL, C. Plant extracts affect *in vitro* rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.89, p. 761-771, 2006.
- CALSAMIGLIA, S., CASTILLEJOS, L., BUSQUET, M. **Alternatives to antimicrobial growth promoters in cattle**. in: P.C. Garnsworthy, J. Wiseman (Eds.) **Recent Advances in Animal Nutrition**. Nottingham University Press, Nottingham, UK; 2006:129-167.

- CARDOZO, P. W., CALSAMIGLIA, S., FERRET, A. 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.
- CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P.W.; CASTILLEJOS, L.; FERRET, A. Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 2580-2595, 2007.
- CASTILLEJOS, L.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A. Effect of essential oil active compounds on rumen microbial fermentation and nutrient flow in in vitro systems. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 89, n. 7, p. 2649-2658, 2006.
- CHAO, S. C.; YOUNG, G. D.; OBERG, C. J. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. **Journal of essential oil research**, v.12. p. 639-649, 2000.
- DELAQUIS P. J.; STANICH, K.; GIRARD, B.; MAZZA, G. Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. **International Journal of Food Microbiology**, Grugliasco, v. 74, p. 101-109, 2002.
- DORMAN, H. J. D.; DEANS, S.G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal Applied Microbiology**, Münster, v. 88, p. 308-316, 2000.
- FRASER, G. R.; CHAVES, A. V. WANG, Y. MCALLISTER, T. A.; BEAUCHEMIN, K. A.; BENCHAAAR, C. Assessment of the Effects of Cinnamon Leaf Oil on Rumen Microbial Fermentation Using Two Continuous Culture Systems. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 90, p. 2315-2328, 2007.
- HARTMANN, T. 2007. From waste products to ecochemicals: Fifty years research of plant secondary metabolism. **Phytochemistry**, v. 68, p.2831-2846.
- HELANDER, I. M.; ALAKOMI, H. L.; LATVA-KALA, K.; MATTILA-SANDHOLM, T.; POL, I.; SMID, E. J.; GORRIS, L. G. M.; WRIGHT, A. T. Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria. **Journal Agriculture Food Chemical**, Washington, v. 46, p. 3590-3595, 1998.
- HRISTOV, A. N.; LEE, C.; CASSIDY, T.; HEYLER, K.; TEKIPPE, J. A.; VARGA, G. A.; BRANDT, R. C. Effect of *Origanum vulgare* L. leaves on rumen fermentation, production, and milk fatty acid composition in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 96, p. 1189-1202, 2013.
- MANTOVANI, H. C.; BENTO, C.B.P. Manipulação da Fermentação microbiana ruminal para máxima eficiência animal. **Anais II Simpósio Matrossense de Bovinocultura de Corte**, Cuiabá-MT, 2013.
- MEYER, N. F.; ERICKSON, G. E.; KLOPFENSTEIN, T. J.; GREENQUIST, M. A.; LUEBBE, M. K.; WILLIAMS, P.; ENGSTROM, M. A. Effect of essential oils, tylosin, and monensin on finishing steer performance, carcass characteristics, liver abscesses, ruminal fermentation, and digestibility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 2346-2354, 2009.
- NIKAIDO, H.; VAARA, M. Molecular basis of bacterial outer membrane permeability. **Microbiological Reviews**, Washington, v. 49, p. 1-32, 1985.
- OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN UNION** - OJEU. Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and the Council of 22 of September of 2003 on Additives for Use in Animal Nutrition. Pages L268/29-L268/43 in OJEU of 10/18/2003.
- OWENS, F.N.; Goetsch, A.L. Ruminant Fermentation. In: CHURCH, D. C. (Ed.). **The Ruminant Animal: digestive physiology and nutrition**. 5.ed. New Jersey: Englewood, Cliffs, 1993. p.145-171.
- PERES, E. P. **Metabolismo secundário**. Disponível em: <http://www2.ufpel.edu.br/biotecnologia/gbiotec/site/content/paginadoprofessor/uploadsprofessor/ce5449dfcf0e02f741a5af86c3c5ae9a.pdf?PHPSESSID=e32d8df36f08f86ef80010a253f33762> Acesso em: 12-05-2016.

- RODRIGUEZ-PARDO, M.; FERRET, A.; ZWIETEN, J.; GONZALES, L.; BRAVO, D.; CALSAMIGLIA, S. Effects of dietary addition of capsicum extract on intake, water consumption, and rumen fermentation of fattening heifers fed a high-concentrate diet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 90, p. 1879-1884, 2012.
- RUSSELL, J.B., STROBEL, H.J. Mini-review: The effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.55, p.1-6, 1989.
- SMITH-PALMER, A.; STEWART, J.; FYFE, L. Antimicrobial properties of plant essential oils and essences against five important food-borne pathogens. **Letters in Applied Microbiology**, Washington, v.26, p.118- 122, 1998.
- SOUZA, F.M. 2013. Extratos de plantas do cerrado na fermentação ruminal *in vitro* com dietas de alta inclusão de concentrado. **Dissertação (Mestrado)**. Escola de Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Goiás. p. 77, 2013.
- TAIZ, L.; ZIEGER, E. Metabólitos secundários e defesa vegetal. **Fisiologia vegetal**. 4. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 820 p.
- TAGER, L. R.; KRAUSE, K. M. Effects of essential oils on rumen fermentation, milk production, and feeding behavior in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 94, p. 2455-2464, 2011.
- TASSOUL, M. D.; SHAVER, R. D. Effect of a mixture of supplemental dietary plant essential oils on performance of periparturient and early lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, p. 1734-1740, 2009.
- VAZQUEZ-ANON, M.; CASSIDY, T.; MCCULLOUGH, P.; VARGA, G. A. Effects of Alimet on nutrient digestibility, bacterial protein synthesis, and ruminal disappearance during continuous culture. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p.59-166, 2001.
- YANG, W. Z.; AMETAJ, B. N.; BENCHAAAR, C.; HE, M. L.; BEAUCHEMIN, K. A. Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: Intake, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, p. 1082-1092, 2008.



Universidade do Estado de Mato Grosso
Campus I - Rod. MT 208, KM 147 - Jardim Tropical - Fone: +55(66) 3521-2041
Revista de Ciências Agroambientais (ISSN 1677-6062)