



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CAMILA MOTTIN

**ÓLEOS ESSENCIAIS DE CRAVO E CANELA NA DIETA DE
BOVINOS MESTIÇOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO:
QUALIDADE DA CARNE**

Londrina
2016

CAMILA MOTTIN

**ÓLEOS ESSENCIAIS DE CRAVO E CANELA NA DIETA DE
BOVINOS MESTIÇOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO:
QUALIDADE DA CARNE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Ana Maria Bridi

Co-Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado

Londrina
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Mottin, Camila.

Óleos essenciais de cravo e canela na dieta de bovinos mestiços terminados em confinamento : qualidade da carne / Camila Mottin. - Londrina, 2016.
119 f.

Orientador: Ana Maria Bridi.

Coorientador: Ivanor Nunes do Prado.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2016.

Inclui bibliografia.

1. Aditivo fitogênicos - Teses. 2. Cinamaldeído - Teses. 3. Nutrição animal - Teses. 4. Eugenol - Teses. I. Bridi, Ana Maria . II. Prado, Ivanor Nunes do . III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. IV. Título.

CAMILA MOTTIN

**ÓLEOS ESSENCIAIS DE CRAVO E CANELA NA DIETA DE BOVINOS
MISTIÇOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO:
QUALIDADE DA CARNE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA



Orientadora: Prof^a. Dr. Ana Maria Bridi
Universidade Estadual de Londrina - UEL



Prof^a. Dr. Dantele Maggioni Chefer
Faculdade Integrado de Campo Mourão - CEI



Prof^a Dr. Adriana Lourenço Soares
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 28 de março de 2016.

**Aos meus pais, Nilton e Regina.
Exemplo de força, trabalho e fé.**

AGRADECIMENTOS

Grata a Deus por ter me dado saúde e força para superar todas as inúmeras dificuldades. Obrigada Papai!

A Nossa Senhora Aparecida pela proteção, obrigada minha Mãezinha.

A Universidade Estadual de Maringá e Universidade Estadual de Londrina pela oportunidade em realizar o trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

A minha querida orientadora Prof. Ana Maria Bridi, não basta um simples agradecimento, mas sim, minha eterna gratidão pela oportunidade, compreensão e abdicção, e principalmente por me fazer sentir em casa sempre.

Ao meu co-orientador Prof. Ivanor Nunes do Prado que dedicou do seu valioso tempo para orientar cada passo desse trabalho. Obrigada por me acolher em seu grupo de pesquisa e pelos ensinamentos.

Ao funcionário e amigo José Carlos pelas piadas e conversas, tornando o trabalho duro uma carga mais leve, e também pela paciência, atenção e disponibilidade em contribuir. Obrigada Zé!

Ao Ricardo Grassano e Antônio Chaves pela confiança em nosso trabalho cedendo os animais ao experimento.

Aos meus pais Nilton e Regina, meus maiores exemplos. Mãe, obrigada pelo incentivo, paciência e orações. Pai, obrigada por me ensinar a trabalhar nos mesmos passos que os seus e provar a cada dia que limitações servem para ser superadas. Amo vocês!

Aos meus irmãos Jefferson e Victória, meus parceiros, amigos com o mesmo sobrenome, sei que torceram por mim.

Aos meus avós João e Josefina que mesmo sem notar, sempre servem de acalento para o coração, seja com uma palavra ou com um refrigerante.

A família Duarte da Silva e Mottin, base de tudo. Graças a Deus tenho vocês.

Ao grupo de pesquisa Bovino de Corte pelas inúmeras contribuições profissionais e pessoais, em especial aos amigos e companheiros de trabalho Juliana

Torrecilhas, Mariana Ornaghi e Rodrigo Passetti, bolsistas Marisa Alves Pereira, Tatiane Ramos, Daniele Algeri e Gustavo Gonçalves e por fim doutorandos Carlos Eiras, Kennyson A. de Souza e Ana Barrado Guerrero, sem vocês não teria chegado aqui!

Aos amigos Ivy Bertol, Italo Mocelin de Godoy, Laiane Zanone, Déborah e Gláucio Brunieri, Camila Giacometti, Rhubia Scharlau e Camila Festi. Obrigada por cada conversa, mensagem ou ligação em momentos felizes e principalmente nos tristes.

A Luciano Hideo Nakao pelos momentos juntos, incentivo e paciência.

A Prof. Daniele Maggioni e Carlos Eiras por plantar a semente da carreira acadêmica.

A todos, meu muito obrigada.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes.”

Martin Luther King

MOTTIN, Camila. **Óleos essenciais de cravo e canela na dieta de bovinos mestiços terminados em confinamento: Qualidade da carne.** 2016. 119f. Dissertação de Mestrado em Ciência Animal – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

RESUMO

Para realização desse trabalho foram utilizados 40 bovinos, mestiços (½ Pardo Suíço - ½ Nelore), meio irmãos, não castrados com 10 ± 2 meses de idade e peso médio de $219 \pm 11,7$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em cinco tratamentos com adição de óleo essencial do cravo e de canela nas dietas: Controle (CON) 0 mg/animal/dia, 3500 mg/animal/dia de óleo essencial de cravo (CRA35), 3500 mg/animal/dia de óleo essencial de canela (CAN35), 7000 mg/animal/dia de óleo essencial de cravo (CRA70) e de 7000 mg/animal/dia de óleo essencial de canela (CAN70). O experimento teve duração de 187 dias e os animais foram abatidos com peso vivo médio de $486 \pm 51,3$ kg. Inicialmente foi avaliado a atividade antioxidante dos óleos essenciais e seu poder residual na carne, e posteriormente a sua eficiência na estabilidade lipídica, armazenamento e da cor da carne bovina durante armazenamento em dois tipos de embalagem, a vácuo e com bandeja com filme plástico por 14 dias. Foi avaliado a composição centesimal, o perfil lipídico da ração e carne *in natura* e após a cocção. E ainda, outros parâmetros tecnológicos como capacidade de retenção de água, pH e textura da carne maturada por 1, 7 e 14 dias de armazenamento a vácuo. A avaliação da atividade antioxidante *in vitro* dos óleos essenciais de cravo e de canela revelou que ambos apresentaram alto potencial antioxidante, que pode ser atribuído aos constituintes químicos presentes na sua composição, eugenol e cinamaldeído, esses compostos podem ser incorporados na carne de bovinos e não alteraram os parâmetros de cor, foram eficientes na proteção da oxidação lipídica e protéica. No que se refere à embalagem, a conservação a vácuo é uma forma eficaz na manutenção dos parâmetros de cor e redução da oxidação lipídica e protéica aumentando o tempo de vida útil. A incorporação dos óleos essenciais e a cocção não alteraram o perfil de ácidos graxos da carne. Os óleos ainda não tiveram efeito sobre o pH, capacidade de retenção de água, textura e percentagens umidade, cinzas, proteína bruta, lipídeos totais e níveis de colágeno.

Palavras-chave: Aditivos fitogênicos. Antioxidantes naturais. Cinamaldeído. Embalagens. Eugenol.

MOTTIN, Camila. **Essential oils of clove and cinnamon in the diet young bulls finished in feedlot: Meat quality.** 2016. 119p. Dissertation (Master's in Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

ABSTRACT

For this work we used 40 young bulls, crossbred (½ Brown Swiss - Nelore ½), half brothers, intact, at 10 months of age and average weight of $219 \pm 11,7$ kg. The animals were distributed in a completely randomized design for five treatments with the addition of essential oil of cloves and cinnamon in diets: control (CON) 0 mg/animal/day, 3500 mg/animal/day of essential oil of clove (CRA35), 3500 mg/animal/day of cinnamon essential oil (CAN35) 7000 mg/animal/day of essential oil of clove (CRA70) and 7000 mg/animal/day of cinnamon essential oil (CAN70). The experiment lasted 187 days and the animals were slaughtered at an average live weight of $486 \pm 51,3$ kg. It was initially evaluated the antioxidant activity of essential oils and their residual power in the meat, and then its efficiency in lipid stability and color of beef during the storage process in two types of packaging, vacuum and plastic tray and tightly wrapped plastic film. as well as the preserved during 14 days of storage. It was also performed the proximate composition and lipid profile of feed and meat fresh and after cooking. Still other technological parameters such as water holding capacity, pH, and texture of meat aged for 1, 7 and 14 days vacuum at storage. The evaluation of the *in vitro* antioxidant activity of essential clove oil and cinnamon revealed that both have high antioxidant potential that can be attributed to the chemical constituents present in the composition, eugenol and cinnamaldehyde, these compounds can be incorporated into the meat of young bulls and did not change color parameters and were effective in protecting lipid and protein oxidation. With regard to packaging, vacuum retention is effective in maintaining color parameters and reduced lipid and protein oxidation increasing shelf-life. The incorporation of essential oils and processing did not alter the fatty acid profile of the meat. The oils have not yet had an effect on pH, water holding capacity, tenderness and moisture percentages, ash, crude protein, total lipids and collagen levels.

Keywords: Phytogetic additives. Natural antioxidants. Cinnamaldehyde. Packaging. Eugenol.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

ARTIGO A

- Figura 1.** Coloração do músculo *longissimus thoracis* nos pontos L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde), b* (componente amarelo-azul) por 1, 7 e 14 dias de armazenamento a vácuo de bovinos recebendo óleos essenciais na dieta 48
- Figura 2.** Coloração do músculo *longissimus thoracis* nos pontos L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde), b* (componente amarelo-azul) por 1, 7 e 14 dias de armazenamento com filme plástico de bovinos recebendo óleos essenciais na dieta 49
- Figura 3.** Coloração do músculo *longissimus thoracis* nos pontos L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde), b* (componente amarelo-azul) em diferentes embalagens de bovinos recebendo óleos essenciais na dieta 49
- Figura 4.** Comportamento da oxidação lipídica de acordo com as embalagens ao longo da vida útil da carne de bovinos recebendo óleos essenciais na dieta 52

LISTA DE TABELAS

ARTIGO A

Tabela 1.	Ingredientes e composição química dos alimentos (% MS) utilizados nas dietas	37
Tabela 2.	Atividade antioxidante do óleo de cravo e de canela utilizados nas dietas.....	42
Tabela 3.	Atividade antioxidante na carne de bovinos alimentados com dietas suplementadas com óleos de cravo e de canela.....	44
Tabela 4.	Valores observados para a concentração de malonaldeído (mg/kg de carne fresca) no músculo longissimus thoracis de bovinos recebendo níveis de óleo essencial de cravo e de canela na dieta durante o armazenamento a vácuo	52
Tabela 5.	Valores observados para a concentração de malonaldeído (mg/kg de carne) no músculo longissimus thoracis de bovinos recebendo níveis de óleo essencial de cravo e de canela na dieta durante o armazenamento em bandeja e filme plástico	53
Tabela 6.	Valores observados para a concentração de cisteína (nmol de cisteína/mg de proteína) no músculo longissimus thoracis de bovinos recebendo níveis de óleo essencial de cravo e de canela na dieta durante o armazenamento com bandeja e filme plástico.....	54

ARTIGO B

Tabela 1.	Ingredientes e composição química dos alimentos (% MS) utilizados nas dietas.....	66
Tabela 2.	Lipídeos totais e somatório de ácidos graxos presente nas rações suplementados com óleos essenciais de cravo e de canela	69
Tabela 3.	Composição de ácidos graxos presentes no músculo longissimus dorsi et thoracis dos animais suplementados com óleo essencial de cravo e de canela.....	70
Tabela 4.	Composição de ácidos graxos do músculo longissimus dorsi et thoracis in natura e após cocção a 72°C	73

ARTIGO C

Tabela 1.	Ingredientes e composição química dos alimentos (% MS) utilizados nas dietas	83
Tabela 2.	Potencial hidrogênico (pH) do músculo longissimus thoracis de bovinos terminados em confinamento recebendo níveis de óleo essencial de cravo e de canela na dieta em três tempos de armazenamento a vácuo	86
Tabela 3.	Perdas por gotejamento, armazenamento e descongelamento do músculo longissimus thoracis de bovinos terminados em confinamento recebendo níveis de óleo essencial de cravo e de canela na dieta em três tempos de armazenamento a vácuo	88
Tabela 4.	Perdas por cocção do músculo longissimus thoracis de bovinos terminados em confinamento recebendo níveis de óleo essencial de cravo e de canela na dieta em três tempos de armazenamento a vácuo	89
Tabela 5.	Valores médios de textura do músculo longissimus thoracis de bovinos terminados em confinamento recebendo níveis de óleo essencial de cravo e de canela na dieta em três tempos de armazenamento a vácuo	90
Tabela 6.	Composição centesimal do músculo longissimus thoracis de bovinos terminados em confinamento recebendo níveis de óleo essencial de cravo e de canela na dieta.....	91

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	ÓLEOS ESSENCIAIS	17
2.2	ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO.....	18
2.3	ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA	19
2.4	ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE A QUALIDADE DA CARNE BOVINA	20
2.4.1	<i>Oxidação lipídica</i>	21
2.4.2	<i>Oxidação protéica</i>	21
2.4.3	<i>Cor</i>	22
2.4.4	<i>Maciez</i>	23
2.4.5	<i>Composição de ácidos graxos</i>	23
	REFERÊNCIAS	25
3	OBJETIVOS	31
3.1	OBJETIVO GERAL.....	31
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
4	ARTIGO A – REVISTA MEAT SCIENCE	32
	Óleos essenciais de cravo (<i>Eugenia caryophyllus</i>) e de canela (<i>Cinnamomum zeylacium</i>) na dieta de bovinos e seus efeitos sobre a estabilidade lipídica e protéica, nível oxidativo e de coloração da carne durante armazenagem em diferentes embalagens	32
	Resumo	32
	Abstract	33
1.	Introdução	34
2.	Materiais e métodos	35
2.1.	<i>Comitê de ética e local</i>	35
2.2.	<i>Animais, instalações e dietas</i>	35
2.3.	<i>Amostragem do músculo <i>Longissimus thoracis</i></i>	37

2.4.	<i>Armazenamento da carne</i>	38
2.5.	<i>Análises dos antioxidantes</i>	38
2.5.1.	<i>Preparação dos extratos para atividade antioxidante</i>	38
2.5.1.1	<i>Óleos essenciais</i>	38
2.5.1.2	<i>Carne</i>	38
2.5.2	<i>Ensaio de DPPH</i>	39
2.5.2.1	<i>Óleos essenciais</i>	39
2.5.2.2	<i>Carne</i>	39
2.5.3.	<i>Ensaio do ABTS (Ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolína-6-sulfônico)</i>	39
2.5.3.1	<i>Óleos essenciais e carne</i>	39
2.5.4.	<i>Análise de FRAP (Método de redução do ferro)</i>	40
2.5.4.1	<i>Óleos essenciais</i>	40
2.5.4.2	<i>Carne</i>	40
2.6.	<i>Avaliação de cor</i>	41
2.7.	<i>Oxidação lipídica</i>	41
2.8.	<i>Oxidação protéica</i>	41
2.9.	<i>Análises estatísticas</i>	42
3.	Resultados e discussão	42
3.1.	<i>Atividade antioxidante</i>	42
3.3.	<i>Avaliação de cor</i>	45
3.3.1.	<i>Efeito da dieta</i>	46
3.3.2.	<i>Efeito da embalagem</i>	46
3.3.3.	<i>Efeito do tempo de armazenamento</i>	48
3.4.	<i>Oxidação lipídica</i>	49
3.4.1.	<i>Efeito da dieta</i>	49
3.4.2.	<i>Efeito da embalagem</i>	50
3.4.3.	<i>Efeito da armazenamento</i>	51
3.5.	<i>Oxidação protéica</i>	53
4.	Conclusão	55
	Referências	56

5 ARTIGO B:	REVISTA BRASILEIRA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA	61
	Uso de óleos essenciais de cravo (<i>Eugenia caryophyllus</i>) e de canela (<i>Cinnamomum zeylacium</i>) na dieta de bovinos e da cocção sobre a composição de ácidos graxos da carne	61
	Resumo	61
	Abstract	62
1.	Introdução	63
2.	Material e métodos	64
4.	Resultados e discussão	68
5.	Conclusão	73
	Referências	74
6 ARTIGO C –	REVISTA MEAT SCIENCE	78
	Propriedades tecnológicas da carne de bovinos alimentados com óleo essencial de cravo (<i>Eugenia caryophyllus</i>) e da canela (<i>Cinnamomum zeylacium</i>)	78
	Resumo	78
	Abstract	79
1.	Introdução	80
2.	Material e métodos	81
2.1.	<i>Comitê de ética e local</i>	81
2.2.	<i>Animais, instalações e dietas</i>	81
2.3.	<i>Amostragem do músculo longissimus thoracis</i>	83
2.4.	<i>Condições de armazenamento</i>	83
2.5.	<i>pH</i>	84
2.6.	<i>Capacidade de retenção de água</i>	84
2.7.	<i>Warner-Blatzler Shear Force</i>	85
2.7.	<i>Composição química da carne</i>	85
2.8.	<i>Análises estatísticas</i>	85

3.	Resultados e discussão	85
3.1.	<i>pH.....</i>	86
3.2.	<i>Capacidade de retenção de água.....</i>	87
3.2.1.	<i>Perdas de líquidos por gotejamento</i>	87
3.2.2.	<i>Perdas de líquidos por descongelamento e armazenamento</i>	87
3.2.3.	<i>Perdas de líquidos por cocção.....</i>	88
3.3.	<i>Força de cisalhamento – Warner-Bratzler Shear Force – WBSF.....</i>	89
3.4.	<i>Composição química.....</i>	90
4.	Conclusão	92
 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		96
 ANEXOS		97
ANEXO A -	PROTOCOLO DE EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL APROVADO PELO COMITÊ DE ÉTICA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ (CEUA/UEM)	98
ANEXO B -	NORMAS PARA PREPARAÇÃO DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS PARA SUBMISSÃO NA REVISTA MEAT SCIENCE	100
ANEXO C -	NORMAS PARA PREPARAÇÃO DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS PARA SUBMISSÃO NA REVISTA BRASILEIRA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA	113

1 INTRODUÇÃO

A preocupação dos consumidores com alimentação saudável e balanceada, para o funcionamento e bem estar do organismo, tem levado ao desenvolvimento de pesquisas em busca desses produtos (HOCQUETTE et al., 2007; JAYASENA; JO, 2013). Nesse sentido, é necessário salientar as benesses no consumo de carne bovina e a importância de seus nutrientes na composição da dieta, desmistificando os conceitos passados pela mídia de que, o consumo de carne aumenta o colesterol sanguíneo e o risco de desenvolver doenças cardiovasculares (HMSO, 1994; WOOD et al., 2008).

A carne é fonte de proteínas, vitaminas, ácidos graxos essenciais, minerais e outros compostos (PEREIRA; VICENTE, 2013). Todos esses componentes são susceptíveis aos danos causados pelas reações de oxidação durante o armazenamento, que no decorrer da vida útil vão diminuindo o valor nutricional do alimento, e com passar do tempo tornam a carne imprópria para o consumo (RAMALHO; JORGE, 2006; WOOD et al., 2008).

Com intuito de evitar os danos celulares pela oxidação prévia, a indústria alimentícia utiliza produtos antioxidantes, geralmente sintéticos, que atuam na remoção ou sequestro dos produtos gerados, que são os derivados de espécies reativas ao oxigênio (BIESALSKI, 2002; HOCQUETTE et al., 2005; JIMÉNEZ-COLMENERO, 2007). No entanto, devido ao apelo nutricional tem-se buscado antioxidantes naturais, como os óleos essenciais biossintetizados por plantas (VITTI; BRITO, 2003; KIM et al., 2013).

Os óleos essenciais, inicialmente foram utilizados na indústria farmacêutica e alimentícia, contudo, devido às características odoríferas marcantes do óleo, quando aplicado diretamente no produto pode haver alteração na aparência, aroma e sabor, sendo menos notado pelo consumidor em produtos processados (CARVALHO et al., 2015) do que na carne *in natura* (KIM et al., 2013).

Os óleos essenciais, recentemente, começaram a ser utilizados como aditivos na alimentação animal (CRUZEN et al., 2014; VALERO et al., 2014; VALERO et al., 2015). Quando suplementados na ração, alguns autores relatam melhora na digestibilidade e desempenho produtivo dos animais, como também efeitos antimicrobianos e antioxidantes na carne (BENCHAAR et al., 2008; YANG et al., 2010). Os extratos vegetais podem ser uma alternativa aos antioxidantes químicos, uma vez que substâncias sintéticas têm limites restritos de inserção nos produtos alimentares (LAGUERRE; LECOMTE; VILLENUEVE, 2007).

Dessa forma, objetivou-se com esse trabalho experimental avaliar os efeitos sobre a qualidade da carne do uso dos óleos essenciais de cravo (*Eugenia caryophyllus*) e de canela (*Cinnamomum zeylaciium*) na dieta de bovinos mestiços terminados em confinamento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ÓLEOS ESSENCIAIS

As plantas em seu metabolismo normal produzem compostos primários e secundários para manutenção das suas funções vitais (IASON, 2005). Os óleos essenciais são uma dessas substâncias, atuam de forma secundária na proteção contra situações adversas e predadores. Podem ser extraídos de várias partes da planta na forma líquida oleosa, de coloração amarelada e aroma intenso (BURT, 2004). Os óleos essenciais são instáveis na presença da luz, oxigênio, altas temperaturas e umidade e são solúveis em solventes apolares e pouco solúveis em água, formados por compostos de baixa massa molecular e por isso, voláteis (VITTI; BRITO, 2003).

Os óleos essenciais constituem, de forma geral, uma mistura de compostos terpenóides e aromáticos extraídos, geralmente por destilação a vapor (CALSAMIGLIA et al., 2007). A composição química pode ser bastante variável em qualidade e em quantidade de acordo com a região anatômica da planta, diversidade genética, o ambiente, o tipo de cultivo, a cultura, entre outros (AMORATI et al., 2001). Esse é um dos principais questionamentos no uso dessas substâncias, a falta de uniformidade do produto, padronização da atividade antioxidante e o desafio de produção em larga escala, levando alguns pesquisadores a preferirem compostos sintéticos (BAKKALI et al., 2008).

Geralmente são caracterizados por dois ou três componentes principais em concentrações elevadas (20-70%) em comparação com os outros presentes em quantidades vestigiais. Estes compostos principais determinam as propriedades biológicas dos óleos essenciais (BAKKALI et al., 2008), acredita-se também que exista um efeito sinérgico, onde os elementos secundários atuariam como potencializadores dos princípios ativos primários (KAMEL, 2000).

O óleo essencial da folha de cravo (*Eugenia caryophyllus*) contém como principal composto o eugenol, sendo encontrado em média de 83% a 90% em sua composição (SILVESTRI et al., 2010; BIONDO et al., 2016). Este óleo é amplamente utilizado como antisséptico por possuir um alto potencial bactericida, fungicida e nematicida (BENCHAAR

et al., 2007). O óleo essencial de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) contém em sua composição o cinamaldeído, em média 66 % (TOMAINO et al., 2005; WANG; WANG; YANG, 2009; BIONDO et al., 2016). O cinamaldeído vem sendo amplamente utilizado na aromatização de alimentos, bebidas, produtos farmacêuticos e cosméticos, ou também como matéria prima abundante de produtos antioxidantes, anestésicos, antissépticos, inseticida, entre outros (FRANZ; BASER; WINDISCH, 2010; UNLU et al., 2010). Os compostos polifenólicos podem exercer um efeito protetor na oxidação lipídica e protéica (ROUSSEL et al., 2009) e inibir um conjunto de enzimas oxidantes, responsáveis pelo processo de estresse oxidativo (GALLO; FERRACANE; NAVIGLIO, 2012; YANG et al., 2012).

2.2 ÓLEO ESSENCIAL DE CRAVO

O cravo (*Eugenia caryophyllus*) pertence à família das mirtáceas (Myrtaceae) e é uma planta de porte arbóreo que pode atingir em média 10 metros de altura. Suas folhas possuem características aromáticas. Embora ainda desconhecidas muitas de suas propriedades terapêuticas têm sido usadas popularmente no tratamento de muitas doenças na medicina humana (BAKKALI et al., 2008).

Os principais produtos derivados do cravo comercializado no mercado são o óleo essencial puro ou produtos derivados dele, cuja principal aplicação é como anestésico local em odontologia e indústria cosmética (LALKO; API, 2006; SRITABUTRA; SOONWERA, 2013) e mais recentemente na produção animal (BURT, 2004; CALSAMIGLIA et al., 2007).

O óleo essencial de cravo pode ser extraído do caule, das flores e folhas das espécies *Eugenia* spp, e tem como princípio ativo o eugenol (4-alil-2- metoxifenol), que representa de 83 a 90% do óleo (BIONDO et al., 2016). O eugenol é um produto natural, considerado seguro para consumo e tem sido utilizado como flavorizante na indústria alimentícia, recomendado concentrações até 1500 $\mu\text{g}/\text{mL}^{-1}$ pela *Food and Drug Administration* (FDA). As propriedades conhecidas de interesse na produção animal são as funções antioxidante, antimicrobiana, antisséptica e anestésica (MOLEYAR; NARASIMHAM, 1992; KARRE; LOPEZ; GETTY, 2013).

A atividade antioxidante é atribuída aos compostos fenilpropanóides que podem atuar como antioxidantes primários pelo sequestro de radicais livres formados durante a iniciação ou propagação da reação de oxidação (BIESALSKI, 2000a; 2000b). Também é relatado ação bactericida por vários autores em alimentos, inibindo e/ou retardando o

desenvolvimento de *Staphylococcus* sp, *Micrococcus* sp, *Bacillus* sp e *Enterobacter* sp na carne (GERACI et al., 2012) e no rúmen (CALSAMIGLIA et al., 2007).

Além do cravo, o eugenol é constituinte de vários outros óleos essenciais, como canela, sassafrás e a mirra (KIM et al., 1997). O cariofileno (C₁₅H₂₄) presente nesse óleo em menor quantidade pode ser empregado na produção animal como antiinflamatório, antineoplásico, antialérgico, bactericida e repelente. Ainda, possui segundo alguns estudos, ação terapêutica nas infecções produzidas por estafilococos, especialmente quando aplicado em feridas infectadas (SHIMIZU, 1990; LEGAULT; PICHETTE, 2007).

A produção do cravo no Brasil é em torno de 6.000 toneladas, sendo o 3º produtor mundial. A Bahia é a maior produtor dessa especiaria com área plantada estimada de 8.000 hectares e produção em 4.000 toneladas. A produção é quase em sua totalidade exportada (CEPLAC, 2013).

2.3 ÓLEO ESSENCIAL DE CANELA

A espécie *Cinnamomum zeylanicum* é uma planta aromática, com propriedades medicinais pertencente à família Lauraceae, nativa da Índia. É conhecida no Brasil como Canela da Índia ou Canela do Ceilão, sendo uma das especiarias conhecidas e importantes da antiguidade, chegando a valer mais que o ouro (AMORATI et al., 2001). É uma árvore perene que pode chegar a 17 metros de altura, suas folhas são perfumadas de cor verde-escuro, sendo a parte inferior mais clara. As flores são amarelas e pequenas, transformando-se posteriormente em bagas de cor púrpuras escuras (KOKETSU et al., 1997).

O cinamaldeído (C₃H₈O) é uma molécula orgânica presente no óleo essencial da canela e responsável pelo seu *flavor*. Esse composto parece também reduzir os níveis de estresse oxidativo da carne (ANDERSON et al., 2004; TANAKA et al., 2008; ROUSSEL et al., 2009). O alfa pineno (C₁₀H₁₆) é um terpeno também encontrado no óleo essencial de canela (BIONDO et al., 2016), que tem uma ampla atividade antimicrobiana, sua ação é baseada em incorporação e destruição as proteínas e lipídeos de membrana (SIENIAWSKA et al., 2013). Além das perturbações descritas para monoterpénóides, acredita-se que o grupo carbonila é capaz de se ligar às proteínas, impedindo a ação das descarboxilases. Apresenta atividade inibitória contra *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Staphylococcus epidermis*, *Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhimurium*, *Campylobacter* spp. e *Clostridium perfringes* (CHANG; CHEN; CHANG, 2001).

O Brasil importa regularmente de diversos países quantidades significativas tanto de cascas quanto do óleo essencial, dada ao baixo cultivo comercial dessa especiaria no País. No entanto, é relatada uma produção de 8.000 toneladas anuais, principalmente na Serra da Mantiqueira em Minas Gerais e São Paulo (CEPLAC, 2013).

2.4 ÓLEOS ESSENCIAIS SOBRE A QUALIDADE DA CARNE BOVINA

O conhecimento atual do poder antioxidante dos óleos essenciais vem despertando interesse no uso desses compostos no mundo inteiro, na tentativa de reduzirem os efeitos oxidativos da carne ao longo da vida útil (JAYASENA; JO, 2013). A oxidação causa efeitos indesejáveis no produto, alterando as principais características sensoriais, maciez, suculência, sabor e cor. A polêmica na utilização dos óleos essenciais seriam substituir o uso de antioxidantes sintéticos, pois esses últimos podem apresentar efeitos nocivos à saúde, sendo que são proibidos em diversos países (RAMALHO; JORGE, 2006).

Após o abate do animal e conseqüentemente, perda da circulação sanguínea, ocorrem diversas alterações bioquímicas a nível celular, como a queda de pH e aumento da solubilidade de íons no meio celular. Com isso, o funcionamento de todo mecanismo de ação dos componentes antioxidantes de defesa fica debilitado e a suscetibilidade a oxidação da carne é aumentada (HARRIS et al., 2001).

Nesse sentido, com o aumento do tempo de armazenamento da carne vão se formar compostos reativos ao oxigênio e reações de redox catalisadas por metais de transição, principalmente o ferro, presente em grande quantidade na carne. Esses fatores vão contribuir para ocorrer o processo de oxidação protéica e lipídica (BIESALSKI, 2000a; 2000b). O grau de instauração dos ácidos graxos presentes, os pigmentos heme e metais de transição são os principais precursores das reações de degradação lipídica e protéica nas carnes (XIONG, 2000).

Algumas alternativas têm sido utilizadas buscando a redução da oxidação e seus efeitos negativos e aumento do tempo de conservação da carne nas prateleiras dos supermercados, como incorporação de agentes antioxidantes na dieta dos animais (JUÁREZ et al., 2012; FALOWO; FAYEMI; MUCHENJE, 2014) e uso de embalagens inteligentes (KIM et al., 2010; REALINI; MARCOS, 2014), bem como, estabilidade da temperatura na conservação sob refrigeração e diminuição do tempo de congelamento (MUELA et al., 2010; 2012; SOYER et al., 2010).

2.4.1 Oxidação lipídica

A oxidação lipídica é responsável pela perda da qualidade dos produtos cárneos, afetando diretamente na coloração, valor nutricional e textura do produto (PRADO et al., 2015) e também pelo aparecimento de sabores e odores característicos do ranço na carne, sendo importantes causas da rejeição do produto pelo consumidor. A estabilidade lipídica depende de diversos mecanismos celulares, como a presença de ácidos graxos insaturados e catalisadores metálicos, hemoproteínas, pigmentos da carne (FAUSTMAN et al., 2010) e ambientais como a exposição a luz e ao calor, tipo de embalagem, tempo de armazenamento e irradiação ionizante (SANTÉ-LHOUELIER; ENGEL; GATELLIER, 2008).

A oxidação lipídica é uma reação natural e inevitável de todo e qualquer alimento que contenha ácidos graxos em sua composição centesimal. Durante os períodos de armazenamento, esses compostos sofrem alterações do tipo oxidativa, as quais são responsáveis por transformações químicas importantes na qualidade final do produto (WARAHO; MCCLEMENTS; DECKER, 2011). Para quantificar o grau de oxidação dos produtos cárneos são utilizadas metodologias espectrofotométricas, como o teste das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), o qual quantifica um produto secundário da oxidação lipídica, o malonaldeído (PIKUL; LESZCZYNSKI; KUMMEROW, 1989; PFALZGRAF; FRIGG; STEINHART, 1995).

2.4.2 Oxidação protéica

A oxidação protéica é indicador de deterioração da carne (MERCIER; GATELLIER; RENERRE, 2004; LUND et al., 2011). Ao longo do tempo de vida útil ocorrem várias alterações biológicas como a fragmentação, agregação e diminuição da solubilidade de proteínas musculares. As alterações sensoriais notadas dependem da natureza do aminoácido oxidado, capacidade de retenção de água, estrutura da miosina e atividade enzimática (ROWE et al., 2004; TEREVINTO et al., 2010; LUND et al., 2011). Alguns autores relatam a susceptibilidade da enzima calpaína aos processos de oxidação. Essa enzima é em grande parte responsável pelo processo de proteólises das carnes que conduz ao aumento de maciez final no *post mortem* (ROWE et al., 2004).

A oxidação protéica em carnes pode ser mensurada por espectrofotometria pela quantificação de grupos tióis, denominados de sulfidrilas (ELLMAN, 1959) que são diminuídos devido a essas reações.

2.4.3 Cor

A cor da carne e da gordura são os primeiros critérios avaliados pelo consumidor, podendo valorizar ou depreciar o produto no momento da compra (MUCHENJE et al., 2009). Produtos de coloração escura, normalmente são rejeitados, pois são associados com deterioração microbiológica ou originado de animais velhos (FAUSTMAN; CASSENS, 1990; MANCINI; HUNT, 2005).

A coloração da carne indica a quantidade e o estado químico da mioglobina na superfície do músculo, que apresenta três formas diferentes de apresentação, nomeadas de mioglobina reduzida, oximioglobina e metamioglobina (MANCINI; HUNT, 2005). O primeiro estado ocorre na proteína fisiologicamente funcional no organismo, o ferro do grupo heme está no estado ferroso (Fe^{2+}) e apresenta cor vermelho escuro. Esta cor está associada muitas vezes a animais recém abatidos e produtos embalados a vácuo, pela ausência de oxigênio proporcionada pela embalagem (MANCINI; HUNT, 2005).

À medida que a carne entra em contato com o oxigênio, a proteína sofre oxigenação adquirindo a forma de oximioglobina e desenvolve a cor vermelha cereja, altamente apreciada pelo consumidor. A metamioglobina é obtida quando ocorre a oxidação do átomo de ferro convertido para o estado férrico (Fe^{3+}), tornando a coloração marrom. O ciclo da cor da carne fresca é dinâmico, permitindo constante interconversão das três formas do pigmento, até que a carne seja aquecida à temperatura de cozimento, estabelecendo a cor da metamioglobina irreversível (HONIKEL, KARL, 1991; HONIKEL, 1998; KAMRUZZAMAN; MAKINO; OSHITA, 2016).

As características da cor e conseqüentemente a quantidade de mioglobina presente no músculo são influenciadas por diversas variáveis. A saturação é influenciada pela quantidade do pigmento presente no músculo e fatores *ante mortem* como espécie animal, raça, sexo, idade, localização anatômica do músculo, atividade física e alimentação. Matiz está relacionado ao estado químico que o ferro se encontra e a fatores *post mortem*, como frescor do corte, transformações tecnológicas, embalagem e outros. A claridade indica o estado físico da carne, especialmente de sua superfície ligada ao pH, temperatura, capacidade

de retenção de água e o estado das proteínas musculares (MANCINI; HUNT, 2005; ESTÉVEZ, 2011; REALINI; MARCOS, 2014).

2.4.4 Maciez

Embora não seja avaliada no momento da compra, a maciez é um atributo importante dentro do conceito qualidade da carne, sendo avaliada de forma indireta pelo comprador através, principalmente da presença de gordura e tecido conectivo, e portanto, é considerada uma característica sensorial de ênfase na aceitação da carne (JELENÍKOVÁ; PIPEK; STARUCH, 2008; D’ALESSANDRO; ZOLLA, 2013).

Dentre os fatores que influenciam a maciez da carne podem ser destacados a idade, genética, temperamento animal, sexo, manejo, presença de gordura, quantidade de tecido conjuntivo, comprimento de feixes musculares e os tipos de fibras musculares, e ainda os tratamentos *post mortem*, como estado de rigor mortis e capacidade de retenção de água (DENOYELLE; LEBIHAN, 2004; BIANCHINI et al., 2007; BEHRENDTS et al., 2009).

O colágeno apresenta efeito direto sobre a textura da carne, atuando diretamente na maciez da carne (TORRESCANO et al., 2003). Animais jovens, apesar de conterem uma proporção maior de colágeno, esse é termo solúvel e gelatinizam-se quando em contato com o calor. Em contrapartida, conforme a idade do animal avança a quantidade de colágeno diminui, porém ocorrem mudanças em sua estrutura química, formando ligações cruzadas entre as cadeias moleculares, que com o tempo tornam mais complexos, o que ocasiona um aumento na rigidez da musculatura e perda da maciez (CHRISTENSEN et al., 2011).

2.4.5 Composição de ácidos graxos

Os ácidos graxos são os componentes principais dos lipídeos nas membranas e triglicerídeos e podem ser classificados em saturados e insaturados, sendo estes últimos divididos em monoinsaturados e em poliinsaturados. Os ácidos graxos insaturados são mais sensíveis à oxidação (JIMÉNEZ-COLMENERO, 2010).

Para além das suas funções nutricionais essenciais, a fração lipídica dos alimentos apresenta ainda importantes propriedades sensoriais, como aroma, coloração, textura, suculência, estabilidade das proteínas e conteúdo calórico (DONNELLY;

ROBINSON, 1995). Contudo, muitas destas funcionalidades podem ser prejudicadas ou alteradas durante o armazenamento.

A dieta tem sido o principal mecanismo utilizado na tentativa de manipular a composição dos ácidos graxos da carne. Em ruminantes esta não tem sido uma tarefa simples como para os não-ruminantes. Entretanto, observa-se que resultados positivos têm sido demonstrados por pesquisadores (DE LA TORRE, 2006; KAZAMA et al., 2008; PRADO et al., 2008; MAGGIONI et al., 2010; EIRAS et al., 2014). De acordo com pesquisas, os óleos essenciais também podem alterar o perfil de ácidos graxos presentes na carne bovina (CALSAMIGLIA et al., 2007; BENCHAAAR et al., 2008).

E finalmente, a oxidação de gorduras também altera a maciez de carnes. Os ácidos graxos oxidados e produtos da oxidação lipídica levam à desnaturação proteica, inibição da atividade enzimática e diminuição da solubilidade (DONNELLY; ROBINSON, 1995; FASSEAS, et al., 2006).

A carne de ruminantes apresenta elevado teor de gordura saturada e monoinsaturados, cerca de 50 e 40% respectivamente, dos compostos totais, e pequenas quantidades de ácidos graxos poliinsaturados (<10%) (SCOLLAN et al., 2006; PADRE et al., 2007; DUCATTI et al., 2009). A elevada concentração de gordura saturada é devido ao processo de biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos insaturados oriundos da alimentação. É durante o processo de biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos insaturados (linoléico – 18:2 n-6 e linolênico - 18:3 n-3), juntamente com a enzima delta9 desaturase, que há a formação do ácido linoleico conjugado (18:2 n-6 c9 t11 - CLA), conhecido pelos efeitos anticarcinogênicos, imunimedição, redução da gordura corporal e prevenção de diabetes (FRENCH et al., 2000).

Dentre os ácidos graxos insaturados encontrados na carne de bovinos, podemos destacar o ômega 6 e ômega 3, que são ácidos graxos essenciais, aqueles que não são sintetizados no organismo. Recomenda-se uma razão de consumo de n-6/n-3 igual ou menor que 4:1. Os ácidos graxos pertencentes a família ômega 3, evitam o aparecimento de diversas doenças (CALDER, 2004).

REFERÊNCIAS

- AMORATI, R. et al. Absolute rate constants for the reaction of peroxy radicals with cardanol derivatives. **Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions 2**, n. 11, p. 2142-2146, 2001.
- ANDERSON, R. A. et al. Isolation and characterization of polyphenol type-A polymers from cinnamon with insulin-like biological activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, n. 1, p. 65-70, 2004.
- BAKKALI, F. et al. Biological effects of essential oils—a review. **Food and Chemical toxicology**, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.
- BEHRENDTS, S. M. et al. Relationship of temperament, growth, carcass characteristics and tenderness in beef steers. **Meat Science**, v. 81, n. 3, p. 433-438, 2009.
- BENCHAAAR, C. et al. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 145, n. 1-4, p. 209-228, 2008.
- _____. Effects of essential oils and their components on *in vitro* rumen microbial fermentation. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 87, n. 3, p. 413-419, 2007.
- BIANCHINI, W. et al. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2109-2117, 2007.
- BIESALSKI, H. K. Free radicals and antioxidants. **Freie radikale und antioxidanzien**, v. 41, n. 2, p. 400-401, 2000a.
- _____. The role of antioxidants in nutritional support. **Nutrition**, v. 16, n. 7-8, p. 593-596, 2000b.
- _____. Meat and cancer: Meat as a component of a healthy diet. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 56, n. SUPPL. 1, p. S2-S11, 2002.
- BIONDO, P. B. F. et al. Antioxidant capacity and identification of bioactive compounds by GC-MS of essential oils commercialized in Brazil. **Journal of Essential Oil Research**, v. in press, 2016.
- 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.
- CALDER, P. C. n-3 Fatty acids and cardiovascular disease: evidence explained and mechanisms explored. **Clinical Science**, v. 107, n. 1, p. 1-11, 2004.
- CALSAMIGLIA, S. et al. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, v. 90, n. 6, p. 2580-2595, 2007.
- CARVALHO, V. et al. Carcass characteristics and meat quality of lambs fed high concentrations of crude glycerin in low-starch diets. **Meat Science**, v. 110, p. 285-292, 2015.
- CEPLAB. Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira. **Cravo-da-índia e canela-do-celião**. 2013. Disponível em: <http://www.ceplac.gov.br> Acesso em: 23 jan. 2016.

- CHANG, S.-T.; CHEN, P.-F.; CHANG, S.-C. Antibacterial activity of leaf essential oils and their constituents from *Cinnamomum osmophloeum*. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 77, n. 1, p. 123-127, 2001.
- CHRISTENSEN, M. et al. Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. **Meat Science**, v. 87, n. 1, p. 61-65, 2011.
- CRUZEN, S. M. et al. Postmortem proteolysis in three muscles from growing and mature beef cattle. **Meat Science**, v. 96, n. 2, Part A, p. 854-861, 2014.
- D'ALESSANDRO, A.; ZOLLA, L. Foodomics to investigate meat tenderness. **TrAC Trends in Analytical Chemistry**, v. 52, n. 0, p. 47-53, 2013.
- DENOYELLE, C.; LEBIHAN, E. Intramuscular variation in beef tenderness. **Meat Science**, v. 66, n. 1, p. 241-247, 2004.
- DE LA TORRE, A. et al. Factors influencing proportion and composition of CLA in beef. **Meat Science**, v. 73, n. 2, p. 258-268, 6// 2006.
- DONNELLY, J. K.; ROBINSON, D. S. Invited review: free radicals in foods. **Free Radical Research**, 22, 147-176, 1995.
- DUCATTI, T. et al. Chemical composition and fatty acid profile in crossbred (*Bos taurus* vs. *Bos indicus*) young bulls finished in a feedlot. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 22, n. 3, p. 433-439, 2009.
- EIRAS, C. E. et al. Glycerin levels in the diets of crossbred bulls finished in feedlot: Carcass characteristics and meat quality. **Meat Science**, v. 96, p. 930-936, 2014.
- ELLMAN, G. L. Tissue sulfhydryl groups. **Archives of biochemistry and biophysics**, v. 82, n. 1, p. 70-77, 1959.
- ESTÉVEZ, M. Protein carbonyls in meat systems: A review. **Meat Science**, v. 89, n. 3, p. 259-279, 2011.
- FALOWO, A. B.; FAYEMI, P. O.; MUCHENJE, V. Natural antioxidants against lipid-protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. **Food Research International**, v. 64, p. 171-181, 2014.
- FASSEAS, M. K.; MOUNTZOURIS, K. C.; TARANTILIS, P. A. et al. Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. **Food Chemistry**, 106, 1188-1194, 2008.
- FAUSTMAN, C.; CASSENS, R. G. The biochemical basis for discoloration in fresh meat: a review. **Journal of Muscle Foods**, v. 1, n. 3, p. 217-243, 1990.
- _____. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 86-94, 2010.
- FRANZ, C.; BASER, K. H. C.; WINDISCH, W. Essential oils and aromatic plants in animal feeding - a European perspective. A review. **Flavour and Fragrance Journal**, v. 25, n. 5, p. 327-340, 2010.
- FRENCH, P. et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, 2000.

- GALLO, M.; FERRACANE, R.; NAVIGLIO, D. Antioxidant addition to prevent lipid and protein oxidation in chicken meat mixed with supercritical extracts of *Echinacea angustifolia*. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 72, p. 198-204, 2012.
- GERACI, J. I. et al. Plant extracts containing cinnamaldehyde, eugenol and capsicum oleoresin added to feedlot cattle diets: Ruminal environment, short term intake pattern and animal performance. **Animal Feed Science and Technology**, v. 176, n. 1-4, p. 123-130, 2012.
- HARRIS, S. E. et al. Antioxidant status affects color stability and tenderness of calcium chloride-injected beef. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 3, p. 666-677, 2001.
- HMSO. England Department of Health Nutritional. Aspects of cardiovascular disease. **Report on Health and Social Subjects**, v. 46, p. 37-46, 1994.
- HOCQUETTE, J. F. et al. Recent advances in cattle functional genomics and their application to beef quality. **Animal**, v. 1, n. 1, p. 159-173, 2007.
- _____. The future trends for research on quality and safety of animal products. **Italian Journal of Animal Science**, v. 4, n. SUPPL. 3, p. 49-72, 2005.
- HONIKEL, K. O. Assessment of Meat Quality. In: FIEMS, L. O.; COTTYN, B. G., et al (Ed.). **Animal Biotechnology and the Quality of Meat Production**: Elsevier, 1991. p.107-125. ISBN 978-0-444-88930-0, 1991.
- _____. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v. 49, n. 4, p. 447-457, 1998.
- IASON, G. The role of plant secondary metabolites in mammalian herbivory: ecological perspectives. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 64, n. 1, p. 123-131, 2005.
- JAYASENA, D. D.; JO, C. Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 34, n. 2, p. 96-108, 2013.
- JELENÍKOVÁ, J.; PIPEK, P.; STARUCH, L. The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. **Meat Science**, v. 80, n. 3, p. 870-874, 2008.
- JIMÉNEZ-COLMENERO, F. Meat based functional foods. In: HUI, Y. H. (Ed.). **Handbook of food production manufacturing**. New Jersey: John Wiley & Son Inc., v.1, 2007. p. 989-1015. ISBN 03088146 (ISSN), 2010.
- JUÁREZ, M. et al. Beef quality attributes as affected by increasing the intramuscular levels of vitamin E and omega-3 fatty acids. **Meat Science**, v. 90, n. 3, p. 764-769, 2012.
- KAMEL, C. A novel look at a classic approach of plant extracts The focus on herbs and spices in modern animal feeding is too often forgotten. Since the prohibition of most of the anti-microbial growth promoters, plant extracts have gained interest in alternative feed strategies. **Feed Mix**, v. 8, n. 4; SPI/1, p. 19-23, 2000.
- KAMRUZZAMAN, M.; MAKINO, Y.; OSHITA, S. Online monitoring of red meat color using hyperspectral imaging. **Meat Science**, v. 116, p. 110-117, 2016.
- KARRE, L.; LOPEZ, K.; GETTY, K. J. K. Natural antioxidants in meat and poultry products. **Meat Science**, v. 94, n. 2, p. 220-227, 2013.

- KAZAMA, R. et al. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 350-357, 2008.
- KIM, H. M. et al. Antianaphylactic properties of eugenol. **Pharmacological Research**, v. 36, n. 6, p. 475-480, 1997.
- _____. Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible plant extracts and their application to fresh ground beef. **Meat Science**, v. 93, n. 3, p. 715-722, 2013.
- _____. High-oxygen modified atmosphere packaging system induces lipid and myoglobin oxidation and protein polymerization. **Meat Science**, v. 85, n. 4, p. 759-767, 2010.
- KOKETSU, M. et al. Óleos essenciais de cascas e folhas de canela (*Cinnamomum verum* Presl) cultivada no Paraná. **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 17, 1997.
- LAGUERRE, M.; LECOMTE, J.; VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: Existing methods, new trends and challenges. **Progress in Lipid Research**, v. 46, n. 5, p. 244-282, 2007.
- LALKO, J.; API, A. M. Investigation of the dermal sensitization potential of various essential oils in the local lymph node assay. **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, n. 5, p. 739-746, 2006.
- LEGAULT, J.; PICHETTE, A. Potentiating effect of β -caryophyllene on anticancer activity of α -humulene, isocaryophyllene and paclitaxel. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 59, n. 12, p. 1643-1647, 2007.
- LUND, M. N. et al. Protein oxidation in muscle foods: A review. **Molecular Nutrition & Food Research**, v. 55, n. 1, p. 83-95, 2011.
- MAGGIONI, D. et al. Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. **Livestock Science**, v. 127, n. 2-3, p. 176-182, 2010.
- MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, v. 71, n. 1, p. 100-121, 2005.
- MERCIER, Y.; GATELLIER, P.; RENERRE, M. Lipid and protein oxidation in vitro, and antioxidant potential in meat from Charolais cows finished on pasture or mixed diet. **Meat Science**, v. 66, n. 2, p. 467-473, 2004.
- MOLEYAR, V.; NARASIMHAM, P. Antibacterial activity of essential oil components. **International Journal of Food Microbiology**, v. 16, n. 4, p. 337-342, 1992.
- MUCHENJE, V. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. **Food Chemistry**, v. 112, n. 2, p. 279-289, 2009.
- MUELA, E. et al. Effect of freezing method and frozen storage duration on instrumental quality of lamb throughout display. **Meat Science**, v. 84, n. 4, p. 662-669, 2010.
- _____. Effect of freezing method and frozen storage duration on lamb sensory quality. **Meat Science**, v. 90, n. 1, p. 209-215, 2012.
- PADRE, R. G. et al. Analysis of fatty acids in *Longissimus* muscle of steers of different genetic breeds finished in pasture systems. **Livestock Science**, v. 110, n. 1, p. 57-63, 2007.

- PEREIRA, P. M. C. C.; VICENTE, A. F. R. B. Meat nutritional composition and nutritive role in the human diet. **Meat Science**, v. 93, n. 3, p. 586-592, 2013.
- PFALZGRAF, A.; FRIGG, M.; STEINHART, H. Alpha tocopherol contents and lipid oxidation in pork muscle and adipose tissue during storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 43, n. 5, p. 1339-1342, 1995.
- PIKUL, J.; LESZCZYNSKI, D. E.; KUMMEROW, F. A. Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 37, n. 5, p. 1309-1313, 1989.
- PRADO, I. N. et al. Effects of castration age, protein level and lysine/methionine ratio in the diet on colour, lipid oxidation, and meat acceptability of intensively reared Friesian steers. **Animal**, v. 9, n. 8, p. 1423-1430, 2015.
- RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, n. 4, p. 755, 2006.
- REALINI, C. E.; MARCOS, B. Active and intelligent packaging systems for a modern society. **Meat Science**, v. 98, n. 3, p. 404-419, 2014.
- ROUSSEL, A.-M. et al. Antioxidant effects of a cinnamon extract in people with impaired fasting glucose that are overweight or obese. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 28, n. 1, p. 16-21, 2009.
- ROWE, L. J. et al. Oxidative environments decrease tenderization of beef steaks through inactivation of μ -calpain. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 11, p. 3254-3266, 2004.
- SANTÉ-LHOUTELLIER, V.; ENGEL, E.; GATELLIER, P. Assessment of the influence of diet on lamb meat oxidation. **Food Chemistry**, v. 109, n. 3, p. 573-579, 2008.
- SCOLLAN, N. et al. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006.
- SHIMIZU, M. Quantity estimation of some contaminants in commonly used medicinal plants. **Chemical Pharmaceutical Bulletin**, v. 38, p. 2283-2287, 1990.
- SIENIAWSKA, E. et al. Antimicrobial efficacy of *Mutellina purpurea* essential oil and α -pinene against *Staphylococcus epidermidis* grown in planktonic and biofilm cultures. **Industrial Crops and Products**, v. 51, n. 0, p. 152-157, 2013.
- SILVESTRI, J. D. F. et al. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). **Revista Ceres**, v. 57, n. 5, p. 589-594, 2010.
- SOYER, A. et al. Effects of freezing temperature and duration of frozen storage on lipid and protein oxidation in chicken meat. **Food Chemistry**, v. 120, n. 4, p. 1025-1030, 2010.
- SRITABUTRA, D.; SOONWERA, M. Repellent activity of herbal essential oils against *Aedes aegypti* (Linn.) and *Culex quinquefasciatus* (Say.). **Asian Pacific Journal of Tropical Disease**, v. 3, n. 4, p. 271-276, 2013.
- TANAKA, T. et al. Structure of polymeric polyphenols of cinnamon bark deduced from condensation products of cinnamaldehyde with catechin and procyanidins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 14, p. 5864-5870, 2008.

- TEREVINTO, A. et al. Oxidative status, in vitro iron-induced lipid oxidation and superoxide dismutase, catalase and glutathione peroxidase activities in rhea meat. **Meat Science**, v. 84, n. 4, p. 706-710, 2010.
- TOMAINO, A. et al. Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. **Food Chemistry**, v. 89, n. 4, p. 549-554, 2005.
- TORRESCANO, G. et al. Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics. **Meat Science**, v. 64, n. 1, p. 85-91, 2003.
- UNLU, M. et al. Composition, antimicrobial activity and in vitro cytotoxicity of essential oil from *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). **Food and Chemical Toxicology**, v. 48, n. 11, p. 3274-3280, 2010.
- VALERO, M. V. et al. Propolis or functional oils (cashew and castor oils) on carcass characteristics, meat quality and chemical composition in the Longissimus muscle of crossbred bulls finished in a feedlot. **Meat Science**, v. in press, 2014.
- _____. Propolis and functional oils (cashew and castor oils) on animal performance, apparent digestibility and blood cells of growing crossbred bulls reared in an intensive system. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. in press, 2015.
- VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. Óleo essencial de eucalipto. **Documentos florestais**, v. 23, n. 146, p. 1-11, 2003.
- WANG, R.; WANG, R.; YANG, B. Extraction of essential oils from five cinnamon leaves and identification of their volatile compound compositions. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 10, n. 2, p. 289-292, 2009.
- WARAHO, T.; MCCLEMENTS, D. J.; DECKER, E. A. Mechanisms of lipid oxidation in food dispersions. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 1, p. 3-13, 2011.
- WOOD, J. D. et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 78, n. 4, p. 343-358, 2008.
- XIONG, Y. L. Protein oxidation and implications for muscle food quality. In: DECKER, E.; FAUSTMAN, C., *et al* (Ed.). **Antioxidants in muscle foods: Nutritional strategies to improve quality**. Toronto, p.85-111, 2000.
- YANG, H. S. et al. Addition of garlic or onion before irradiation on lipid oxidation, volatiles and sensory characteristics of cooked ground beef. **Animal Industry Report**, v. 658, n. 1, p. 11, 2012.
- YANG, W. Z. et al. Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: Intake, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 3, p. 1082-1092, 2010.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a adição de óleos essenciais de cravo (*Eugenia caryophyllus*) e de canela (*Cinnamomum zeylacium*) na dieta de bovinos mestiços terminados em confinamento sobre a qualidade da carne.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar diferenças na qualidade da carne de animais suplementados com óleo essencial de cravo e canela com dois níveis 3500 e 7000 mg/dia;
- Averiguar a ação antioxidante dos óleos essenciais sobre a carne bovina;
- Mensurar se os óleos essenciais interferem na oxidação lipídica e protéica da carne;
- Desafiar os óleos quando a cor e oxidação lipídica em dois tipos de embalagem, a vácuo e com bandeja com filme plástico.
- Verificar se a adição dos óleos essenciais na dieta altera o perfil de ácidos graxos no músculo *longissimus dorsi in natura* e após a cocção;
- Avaliar se a adição dos óleos na dieta modificam as propriedades tecnológicas da carne, tais como composição centesimal, pH, capacidade de retenção de água e textura;
- Analisar o efeito dos óleos essenciais e da armazenamento a vácuo nas características instrumentais da carne;
- Obter técnicas de conservação que resulte em maior tempo de conservação sem alteração da qualidade da carne.

4 ARTIGO A – REVISTA MEAT SCIENCE

Óleos essenciais de cravo (*Eugenia caryophyllus*) e de canela (*Cinnamomum zeylacium*) na dieta de bovinos e seus efeitos sobre a estabilidade lipídica e protéica, nível oxidativo e de coloração da carne durante armazenagem em diferentes embalagens

Camila Mottin^{a*}; Ana Maria Bridi^a; Ivanor Nunes do Prado^b

^aDepartamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brasil

^bDepartamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná, Brasil

*Autor correspondente: Camila Mottin. Tel: +55-44-30164044, E-mail: camilamottin@hotmail.com

Resumo

Foram utilizados 40 bovinos (½ Pardo Suíço - ½ Nelore), machos, não castrados, abatidos com 17 meses e 475 kg, com ou sem suplementação de óleo de cravo e de canela na dieta, em dois níveis (3500 e 7000 mg/animal/dia) e terminados em confinamento com dieta de alto grão. As carnes dos animais foram maturadas por 1, 7 e 14 dias em dois tipos de embalagens: vácuo ou filme plástico. Primeiramente, o poder antioxidante do óleo foi testado *in vitro*, sendo que o óleo de cravo teve a maior atividade antioxidante em relação a canela. Porém, quando adicionados na dieta foram semelhantes os resultados. A adição de óleos de cravo ou de canela na dieta, independente da concentração, produziu carnes com melhor *status* oxidativo, aumentando assim, sua proteção a oxidação lipídica e protéica, sobretudo, no sétimo dia de armazenamento. A embalagem a vácuo protegeu melhor a carne tanto na oxidação lipídica como na preservação da cor.

Palavras-chave: Antioxidantes naturais, cinamaldeído, cor, eugenol, oxidação

Essential oils of clove (*Eugenia caryophyllus*) and cinnamon (*Cinnamomum zeylacium*) in young bulls diet and its effects on lipid stability, oxidative status and for storing meat color in different packages

Abstract

A total 40 crossbred young bulls (½ Brown Swiss - ½ Nellore), intact, slaughtered at 17 months and 475 Kg, with or without clove oil supplementation and cinnamon in the diet, on two levels (3500 and 7000 mg/animal/day) and finished in feedlot with high grain diet. The meat of animals were aged for 1, 7 and 14 days in two types of packing: vacuum or plastic tray and tightly wrapped plastic film. First, the antioxidant power of the oil was tested, and clove oil had the highest antioxidant activity compared with cinnamon. However, when added to the diet were similar results. The addition of oil of cloves or cinnamon in the diet, regardless of concentration, had the highest antioxidant values in the meat, thus increasing their protection lipid and protein oxidation, especially on the seventh day of maturity. The vacuum packaging protected best meat in both lipid oxidation as the preservation of color.

Keywords: Natural antioxidants, cinnamaldehyde, color, eugenol, oxidation

Highlights

- Os óleos essenciais de cravo e de canela possuem alto poder antioxidante na carne
- Os óleos essenciais de cravo e de canela não alteram a cor da carne
- Os óleos essenciais de cravo e de canela são eficientes na proteção da oxidação lipídica e protéica
- A embalagem a vácuo é mais eficaz na conservação da carne do que bandeja com filme plástico

1. Introdução

O aumento no consumo e na exportação de carnes resfriadas demanda tecnologias ao longo da cadeia produtiva, principalmente no que se refere à qualidade e durabilidade do produto, uma vez que é necessário conservar as características sensoriais da carne até comercialização. Situações como escurecimento, exsudação excessiva e, principalmente, a oxidação lipídica limitam a venda da carne pela rejeição do consumidor (Gray, Gomaa, & Buckley, 1996). Estimativas de vida útil da carne bovina em situações rotineiras de varejo são curtas, não ultrapassando seis dias (Prado et al., 2015). Algumas formas de embalagens permitem prolongar a vida útil da carne refrigerada, como por exemplo, tratamento a vácuo e embalada em atmosfera modificada (Gómez & Lorenzo, 2012; Realini & Marcos, 2014; Vitale, Pérez-Juan, Lloret, Arnau, & Realini, 2014).

A deterioração da qualidade e do valor nutricional da carne ocorre, entre outros fatores, devido à oxidação lipídica e dos pigmentos musculares. Antioxidantes são utilizados com intuito de retardarem ou inibirem alterações de lipídeos e outras biomoléculas aumentando assim a vida útil da carne (Falowo, Fayemi, & Muchenje, 2014; Jayasena & Jo, 2013). Nesse sentido, a utilização de óleos essenciais na suplementação da dieta animal, corresponde a uma das ferramentas para atingir esses objetivos, sendo um potencial substituto a antibióticos promotores de crescimento sem afetar nas propriedades qualitativas da carne, além de serem antioxidantes naturais (Jayasena & Jo, 2013).

Os extratos de óleos essenciais (OE) são líquidos aromáticos devido à natureza volátil de seus componentes, extraídos a partir de material vegetal como flores, brotos, sementes, folhas, galhos, cascas, madeira, frutas e raízes. São obtidos por meio da fermentação, extração ou mais comumente, pela destilação a vapor (Burt, 2004). Esses produtos são compostos por diversas concentrações e variações químicas agindo como antimicrobianos e com potencial ação antioxidante (Biondo et al., 2016), beneficiando o sistema imunológico e digestivo dos animais com reflexos nos índices de desempenho (Benchaar et al., 2008).

O óleo de cravo (*Eugenia caryophyllus*) contém como principal composto o eugenol, sendo encontrado em média de 83 a 90% em sua composição (Biondo et al., 2016; Ferreira, Proença, Serralheiro, & Araújo, 2006; Scherer, Wagner, Duarte, & Godoy, 2009). Este óleo é amplamente utilizado como antisséptico por possuir alto potencial bactericida, fungicida e nematicida (Anassori et al., 2011; Hart, Yáñez-Ruiz, Duval, McEwan, & Newbold, 2008). O óleo essencial de canela (*Cinnamomum zeylacium*) contém em sua composição o cinamaldeído, em média 66% (Biondo et al., 2016; Li et al., 2013; Tomaino et al., 2005;

Wang, Wang, & Yang, 2009). O cinamaldeído vem sendo amplamente utilizado na aromatização de alimentos, bebidas, produtos farmacêuticos e cosméticos, ou também como matéria prima abundante de produtos antioxidantes, anestésicos, antissépticos, inseticida, entre outros (Unlu, Ergene, Unlu, Zeytinoglu, & Vural, 2010).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a adição de óleo de cravo e óleo de canela sobre a atividade antioxidante, evolução da cor e oxidação lipídica em dois tipos de embalagens durante o armazenamento da carne de bovinos terminados em confinamento e alimentados com dietas de alto grão.

2. Materiais e métodos

2.1. Comitê de ética e local

Este experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (CEUA-UEM) em respeito aos princípios da pesquisa biomédica com animais (CIOMS/OMS, 1985) de acordo com o Artigo 10 da Resolução UEM 032/2006 – CEP (Anexo A) e foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi, pertencente à Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

2.2. Animais, instalações e dietas

Para realização desse trabalho, foram utilizados 40 bovinos, mestiços (½ Pardo Suíço - ½ Nelore), meio irmãos, não castrados, recém desmamados, mantidos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu oriundos de uma única propriedade situada no município de Pedro Gomes – MS. Os animais tinham cerca de dez meses de idade e peso médio de $219 \pm 11,7$ kg e foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. No início do experimento os animais passaram por um período de adaptação de duas semanas.

Os bovinos foram pesados, identificados e everminados no início do experimento e alojados aleatoriamente em baias individuais com chão de concreto, com dimensões de 10 m². As baias eram parcialmente cobertas com bebedouros automáticos e comedouros em alvenaria (2 x 0,4 x 0,5 m).

A formulação das dietas e a quantidade fornecida aos animais foram calculadas para ganho de 1,5 kg/dia (NRC, 2000) sendo estas constituídas de 10% de volumoso (bagaço de cana peletizado) e 90% concentrado (milho moído, farelo de soja, suplemento mineral e

vitamínico e levedura – *Saccharomyces cerevisiae*) (Tabela 1). As dietas foram isoenergéticas e isoprotéicas.

A escolha do óleo essencial a ser incorporado na ração foi de acordo com as propriedades antioxidantes avaliadas em ensaios *in vitro*, com o método da inibição do radical 2,2-difenil-1-picrilidrazila (DPPH), ensaio com radical 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid (ABTS), e análise de *Ferric Reducing Ability Power* (FRAP). Em seguida foram selecionados os óleos essenciais de cravo e canela, ambos extraídos da folha, dentre as amostras avaliados (Biondo et al., 2016). Os óleos de cravo (*Eugenia caryophyllus*) e de canela (*Cinnamomum zeylacium*) foram os que apresentaram melhores características antioxidantes. Eles foram extraídos por destilação a vapor e adquiridos na empresa Ferquima®, São Paulo, Brasil. O óleo de cravo continha 84,5%, 13,3% e 1,3% de eugenol, cariofileno e acetato de eugenol, respectivamente. O óleo de canela continha 78,8%, 4,7% e 3,2% de cinamaldeído, cariofileno e α -pineno, respectivamente, conforme determinado por Biondo et al. (2016) no laboratório de química da Universidade Estadual de Maringá, com uso de cromatografia gasosa acoplado a espectrometria de massa.

Os animais foram distribuídos em cinco tratamentos com adição de óleo de cravo e de canela nas seguintes dietas: Controle (CON): 0 mg de óleo/animal/dia; Cravo 35 (CRA35): adição de 3500 mg de óleo essencial/animal/dia; Cravo 70 (CRA70): adição de 7000 mg de óleo essencial/animal/dia; Canela 35 (CAN35): adição de 3500 mg de óleo essencial/animal/dia e Canela 70 (CAN70): 7000 g de óleo essencial/animal/dia.

As rações experimentais foram preparadas na fábrica da fazenda experimental, onde os ingredientes foram homogeneizados em misturador vertical com capacidade para 1000 kg. Todavia, era preparada uma pré-mistura para ser incorporado o óleo essencial, que era diluído em álcool etílico absoluto CAS 64-17-5 Sinth® na proporção (1:1; v/v) e adicionados na pré-mistura, logo após homogeneizados em misturador do tipo “Y” e posteriormente incorporado na batida total.

Semanalmente o consumo médio diário dos animais foi calculado de acordo com dados anotados em uma planilha. Baseado nesse valor cada tratamento tinha a incorporação do óleo na quantidade de ração que estava sendo consumida naquele momento. Após preparadas, as rações foram acondicionadas em sacos de ráfia em polipropileno trançado e alocados sobre paletes em galpão de alvenaria, coberto e arejado.

Baseado em pesquisas da literatura e trabalhos realizados pelo grupo de pesquisa GENAC (Grupo de estudos em nutrição e análises de carne) a campo com óleos essenciais com 3 g/animal/dia de óleo de mamona e caju realizado por Zawadzki *et al.* (2013) e Valero

et al. (2014); 4 g/animal/dia do mesmo óleo realizado por Fugita (2013); e com um mix de óleos essenciais de orégano, alho, limão, alecrim, timo, eucalipto e laranja doce utilizados em 3,5 e 7 g por Rivaroli *et al.* (2016) e sabendo que o óleo essencial é dose dependente foram suplementados na ração a quantidade de 3500 mg/animal/dia, que já é uma dose amplamente relatada como eficaz e como desafio a dose de 7000 mg/animal/dia.

O experimento teve duração de 187 dias e os animais foram abatidos com aproximadamente 17 meses de idade e peso vivo médio de $475 \pm 51,3$ kg em frigorífico comercial seguindo as normas de abate do Serviço de Inspeção Estadual (SIE) da Legislação Brasileira (Brasil, 2000). O estabelecimento ficava a 70 km (Arapongas, Paraná) da unidade experimental e os animais foram transportados em estrada pavimentada em caminhão duplo articulado (*truck*) com densidade de 0,5 m linear por animal.

Tabela 1. Ingredientes e composição química dos alimentos (% MS) utilizados nas dietas

Ingredientes	Composição química							Dieta (%)
	MS ¹	PB ²	MO ³	EE ⁴	FDN ⁵	FDA ⁶	NDT ⁷	
Bagaçõ ⁸	94,7	1,8	98,0	0,5	78,7	49,2	45,0	10,3
Milho moído	88,9	10,0	99,1	3,5	17,7	4,4	90,0	79,5
Farelo de soja	88,6	49,7	93,1	1,3	13,7	5,9	72,0	5,2
Premix ⁹	88,0	56,0	94,7	17,0	12,0	6,0	90,0	4,2
Calcário	98,0							0,4
Sal branco	98,0							0,4
Levedura	98,0	30,0	98,0					0,004
Dieta (%)	89,9	13,3	97,5	3,9	29,3	12,4	82,4	100,0

¹Matéria seca; ²Proteína bruta; ³Matéria orgânica; ⁴Extrato etéreo; ⁵Fibra em detergente neutro; ⁶Fibra em detergente ácido; ⁷Nutrientes digestíveis totais; ⁸Bagaçõ de cana de açúcar peletizado; ⁹Premix: Cálcio (50 g/kg), magnésio (57 g/kg), sódio (81 g/kg), enxofre (3,75 g/kg), cobalto (20 mg/kg), cobre (500 mg/kg), iodo (25 mg/kg), manganês (1.500 mg/kg), selênio (10 mg/kg), zinco (2.000 mg/kg), vitamina A (400.000 UI/kg), vitamina D3 (50.000 UI/kg), vitamina E (750 UI/kg), extrato etéreo (168 g/kg) e uréia (200 g/kg).

2.3. Amostragem do músculo *Longissimus thoracis*

Após o abate, a carcaça foi resfriada (24h) em câmara fria em temperatura de $4 \pm 1^\circ$ C. Após as mensurações dos parâmetros de carcaça, o contrafilé (*longissimus thoracis*) foi

coletado entre a 6^a e 13^a costelas da meia carcaça esquerda para as análises de qualidade da carne.

2.4. Armazenamento da carne

As amostras do dia 1 foram analisadas assim que filetadas do contrafilé. Os bifés maturados durante 7 e 14 dias foram embalados de duas maneiras: um grupo embalado a vácuo em sacos plásticos de nylon-poli 25 x 15 x 0,18 cm transparente e soldados em seladora a vácuo de câmara da marca Sulpack SVC 620 e o outro grupo foi embalado em bandejas de poliestireno B2 branca rasa 21 x 14 x 1,2 cm envolto com filme plástico de policloreto de vinila transparente de 17 micras e sobre almofada absorvente *All-dry-meat*. As amostras armazenadas durante 7 e 14 dias foram expostas em câmara fria simulando condições de varejo em supermercados com iluminação artificial de fitas de LED (*Light Emitting Diode*) 5050 siliconada, branco frio, 4,8 W por 12 horas e devidamente acondicionados em temperatura de $4 \pm 1^\circ \text{C}$.

2.5. Análises dos antioxidantes

Determinou-se atividade antioxidante nos óleos essenciais e nas amostras de carne fresca dos animais pertencentes ao grupo controle e aos tratamentos com a suplementação dietética de óleo de cravo e de óleo de canela. As análises de atividade antioxidantes *in vitro* foram realizadas pelos métodos DPPH, ABTS e FRAP.

2.5.1. Preparação dos extratos para atividade antioxidante

2.5.1.1 Óleos essenciais

Foram preparados extratos dos óleos essenciais de acordo com Nakbi et al. (2010), onde 2,5 g de cada óleo essencial (cravo e de canela) foi pesado em um tubo e adicionado 5 mL de hexano e 5 mL de metanol:água (60:40, v/v). A mistura foi agitada por 2 min e, em seguida centrifugada a 5000 g por 5 min. A fase polar, denominada extrato de óleo essencial foi coletada para análises posteriores.

2.5.1.2 Carne

Os filetes utilizados para essas análises foram coletados na altura da 6^a costela com espessura de 3 centímetros e divididos em três partes semelhantes, correspondentes as três análises. Pesou-se aproximadamente $5,0 \pm 0,2$ g de carne e homogeneizou-se com 5 mL de

metanol em equipamento Ultra-Turrax (modelo T10, marca IKA). A mistura obtida foi centrifugada a 5000 g por 5 min, filtrado em papel filtro qualitativo marca Qualy® com 12,5 cm de diâmetro e poros de 3 µm e homogeneizado. O filtrado denominado extrato da carne foi reservado para as análises posteriores.

2.5.2 Ensaio de DPPH

2.5.2.1 Óleos essenciais

A capacidade sequestradora de radicais livres foi determinada segundo a metodologia de Brand-Williams, Cuvelier, and Berset (1995), com modificações realizadas por Ma et al. (2011). Em resumo, soluções de extrato de óleo essencial (25 µl) e o metanol/água (60:40, v/v) foram misturados com 2 mL de uma solução de metanol de DPPH radical $6,25 \times 10^{-5}$ mol. As soluções foram mantidas durante 30 minutos à temperatura ambiente (protegida da luz) e posteriormente, foi mensurada as absorvâncias resultantes a um comprimento de onda de 517 nm utilizando um espectrofotômetro de UV-visível (Thermo Scientific, a Genesys Digitalização 10 mV, EUA). Soluções de Trolox em metanol (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico) na gama de 0 - 2000 µmol L⁻¹ foram usadas para curva de calibração ($y = 0,686 - 2,90 \times 10^{-4}x$, $r^2 = 0,997$).

2.5.2.2 Carne

A atividade sequestradora de DPPH foi medida de acordo com Li et al. (2005) e modificações do próprio autor. O extrato da carne (150 µL) foi misturado com 2.850 mL de uma solução metanólica contendo radicais 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH) 60 µM. As soluções foram mantidas durante 30 minutos à temperatura ambiente (protegida da luz) e posteriormente, foi mensurada as absorvâncias resultantes a um comprimento de onda de 515 nm utilizando um espectrofotômetro de UV-visível (Thermo Scientific, a Genesys Digitalização 10 mV, EUA). O branco da curva foi composto de metanol puro e leituras foram realizadas a cada 5 minutos até completarem 30 minutos.

2.5.3. Ensaio do ABTS (Ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenztiazolina-6-sulfônico)

2.5.3.1 Óleos essenciais e carne

O ensaio de ABTS foi realizado com base no método descrito por Re et al. (1999), com as modificações de Rufino et al. (2010). A solução de trabalho de ABTS foi preparada por reação da solução de estoque de ABTS (7,0 µmol L⁻¹) com persulfato de potássio (145,0 µmol L⁻¹), e em seguida permitindo que a solução em repouso protegida da luz à temperatura

ambiente durante 12 - 16 h antes de uso. A solução de trabalho de ABTS foi diluída com etanol para se obter o valor de absorvância de $0,70 \pm 0,02$ a um comprimento de onda de 734 nm utilizando um espectrofotômetro de UV-visível (Thermo Scientific, a Genesys Digitalização 10 mV, EUA). A absorvância das amostras foi registrada 6 min após a adição de 30 μl de cada solução de extrato de óleo essencial ou da carne. As soluções de etanol de Trolox na gama de 0 - 2000 $\mu\text{mol L}^{-1}$ foram usadas para curva de calibração ($y = 0,682 - 2,91 \times 10^{-4}x$, $r^2 = 0,999$), e os resultados foram expressos em μmol de Equivalentes de Trolox em g^{-1} de óleo essencial ($\text{TE } \mu\text{mol g}^{-1}$).

2.5.4. *Análise de FRAP (Método de redução do ferro)*

2.5.4.1 *Óleos essenciais*

A solução FRAP foi preparado por diluição de uma solução aquosa de 10 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de 2,4,6-tris (2-piridil) - S-triazina (TPTZ) e 20 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de cloreto férrico em 300 $\mu\text{mol L}^{-1}$ de sódio tampão de acetato (pH 3,6) numa proporção de 1:1:10 (v/v/v), como descrito por Benzie and Strain (1996). Neste procedimento, com 100 mL de cada solução de extrato de óleo essencial e 300 mL de água destilada foram adicionados a 3 mL de reagente de FRAP, que foram mantidas no escuro durante 30 min a 37° C. A absorvância das amostras foi medida em comparação com um branco em comprimento de onda de 593 nm utilizando um espectrofotômetro de UV-visível (Thermo Scientific, a Genesys Digitalização 10 mV, EUA). As soluções aquosas de concentrações conhecidas de Fe (II), na gama de 0-1500 $\mu\text{mol L}^{-1}$ ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) foram usadas para a curva de calibração ($y = 0,006 + 6,55 \times 10^{-4}x$, $r^2 = 0,999$), e os resultados foram expressas como μmol de Fe^{2+} g^{-1} de óleo essencial ($\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{g}^{-1}$).

2.5.4.2 *Carne*

O método de redução do ferro (FRAP) foi avaliado por meio da metodologia descrito por Zhu et al. (2002). Nesse procedimento, as amostras extraídas de carne (250 μL) foram misturados com tamponante de fosfato de sódio 50 μmol pH 7,0 e ferricianeto de potássio a 1%, 1,25 mL de cada solução e posteriormente incubadas a 50° C durante 20 min. Subsequentemente, foram adicionados 1,25 mL de ácido tricloroacético a 10%, e a solução centrifugada a 3000 g durante 10 min. A camada superior da solução (2,5 mL) foi misturada com 0,1% de cloreto férrico (500 mL) e as amostras foi medida em comparação com um branco em comprimento de onda de 700 nm utilizando um espectrofotômetro de UV-visível (Thermo Scientific, a Genesys Digitalização 10 mV, EUA).

2.6. Avaliação de cor

Em cada tempo de armazenamento foram aferidas seis medidas de cor usando um espectrofotômetro portátil da marca Minolta CM-700, com esfera de integração e ângulo de 10° e iluminante D65. A avaliação de cor foi baseada no sistema CIElab, que avalia a cor pela refletância da luz em três dimensões: L* que representa luminosidade, a* e b* que representam vermelho e amarelo, respectivamente. A cor foi analisada nas amostras de carne após 30 minutos de exposição ao oxigênio, para reação da mioglobina com o oxigênio atmosférico. Para mensuração da coloração da carne foram coletados filetes na altura da 8ª costela do músculo *LT* com espessura de 3 centímetros.

2.7. Oxidação lipídica

Os filetes utilizados para a análise oxidação lipídica foram coletados na altura da 8ª costela do músculo *LT* com espessura de 3 centímetros e divididos em três partes de iguais tamanhos, correspondentes as três maturações (1 dia, 7 dias e 14 dias). O método utilizado para mensurar a oxidação lipídica foi o TBARS – Substâncias reativas ácido tiobarbitúrico (TBA) descrito por Pikul, Leszczynski, and Kummerow (1989). Pesou-se aproximadamente $5,0 \pm 0,2$ g de carne e homogeneizou-se com 25 mL de solução de ácido tricloroacético (TCA) 7,5% em equipamento Ultra-Turrax (modelo T10, marca IKA). O sobrenadante foi filtrado em papel de filtro qualitativo da marca Qualy® com 12,5 cm de diâmetro e poros de 3 µm. Alíquotas de 4 mL foram misturadas com 5 mL de solução de ácido tiobarbitúrico (TBA à 0,02 M) e colocadas em banho fervente (100° C) por 45 minutos, em seguida foram resfriadas e lidas em espectrofotômetro (modelo Thermo Scientific Evolution 20) a um comprimento de onda de 538 nm. Os resultados foram expressos em mg de malonaldeído por kg de carne.

2.8. Oxidação protéica

Para a determinação de tióis livres em proteínas dos músculos foram utilizadas amostras da 11ª costela do músculo *LT* com média de 2,5 cm de espessura. A concentração de tióis livres nas amostras de carne bovina foi de acordo com a metodologia do 5,5 - ditiobis (2 - ácido nitrobenzóico) (DTNB), segundo Ellman (1959). As amostras de carne foram descongeladas, pesadas ($1 \pm 0,1$ g) e homogeneizadas em equipamento Ultra-Turrax (modelo T10, marca IKA) com 25 mL de tampão 5% de SDS a 25.000 g por 15 segundos. As amostras foram incubadas em banho a 80 °C por 30 minutos e filtrados em papel de filtro qualitativo da marca Qualy® com 12,5 cm de diâmetro e poros de 3 µm. O filtrado foi diluído 10 vezes com

tampão. A concentração de proteína foi determinada por leitura de absorvância em espectrofotômetro (modelo Thermo Scientific Evolution 20) a um comprimento de onda de 280 nm. Uma curva padrão foi elaborada usando uma escala linear de concentrações conhecidas de BSA (albumina de soro bovina). Os valores de tióis livres foram obtidos após leitura de absorvância a um comprimento de onda de 412 nm e expressados em nmoles de tióis livres/mg de proteína.

2.9. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o modelo linear geral (GLM) em esquema fatorial 5 x 2 x 3 (5 dietas, 2 embalagens e 3 tempos de armazenamento) e interações entre esses tratamentos. As médias foram comparadas utilizando o teste Tukey ao nível de 5% de significância, exceto em alguns casos quando só haviam duas médias que foi utilizado teste-t a 5%. O programa estatístico utilizado foi IBM SPSS Statistic® versão 21.0.

3. Resultados e discussão

3.1. Atividade antioxidante

As atividades antioxidantes *in vitro* pelos métodos DPPH, ABTS e FRAP dos extratos dos óleos essenciais de folha de cravo ou de folha de canela estão apresentados na Tabela 2. Na realidade, não foi de interesse deste estudo comparar as três diferentes metodologias usadas para determinar a atividade antioxidante dos óleos de cravo ou de canela, mas somente, fazer uso delas para comparar a atividade antioxidante nas dietas e na carne.

Tabela 2. Atividade antioxidante do óleo de cravo e de canela usados nas dietas

Óleo	DPPH ¹ ($\mu\text{mol ET. g}^{-1}$ óleo) ⁴	ABTS ² ($\mu\text{mol ET. g}^{-1}$ óleo) ⁴	FRAP ³ ($\mu\text{mol Fe}^{2+}$. g^{-1} óleo) ⁵
Cravo	1753,35	1546,31	2688,26
Canela	1514,55	1205,39	2399,71
EPM	50,21	65,66	62,13
P Valor	0,00	0,00	0,00

¹Ensaio do DPPH (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico); ²Ensaio do ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolona-6-sulfônico); ³Análise de FRAP (Método de redução do ferro); ⁴ $\mu\text{mol ET}$ = micromol de equivalente trolox; ⁵ $\mu\text{mol Fe}^{2+}$ = micromol de cátions ferro.

O óleo de cravo testado *in vitro*, nas três metodologias usadas, apresentou maior ($P < 0,05$) atividade antioxidante do que o óleo de canela. Desta forma, pode-se afirmar que nas condições deste estudo o óleo de cravo teve maior atividade antioxidante do que o óleo de canela. Em estudo, Jirovetz et al. (2006) observaram elevado efeito inibidor do óleo essencial de cravo (91,2% a 0,5 $\mu\text{g/mL}$) contra a eliminação de 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) em concentrações mais baixas quando comparado com eugenol e antioxidantes sintéticos (20 $\mu\text{g/mL}$).

Os autores também avaliaram a capacidade inibitória do extrato de óleo essencial capaz de eliminar 50% dos radicais DPPH (IC_{50}) foi 0,08 $\mu\text{g/mL}$ frente a 1,26 $\mu\text{g/mL}$ do eugenol, 4,41 $\mu\text{g/mL}$ de hidroxitolueno butilado (BHT) e 1,12 $\mu\text{g/mL}$ de butilhidroxianisol (BHA). Observação semelhante foi relatada também por Tomaino et al. (2005) para os óleos essenciais de cravo e canela em ensaio com a metodologia de DPPH, onde o autor encontrou o IC_{50} de 0,026 $\mu\text{l/mL}$ para o óleo essencial de cravo, 0,065 $\mu\text{l/mL}$ para o óleo essencial de canela, ambos mais eficientes frente a outros quatro óleos de noz moscada, manjeriço, orégano e timol.

Os valores encontrados no óleo de cravo com a metodologia de FRAP foram superiores aos encontrados por Ivanovic, Dimitrijevic-Brankovic, Mistic, Ristic, and Zizovic (2013) que estudaram óleo essencial extraído do botão de cravo (1041 $\mu\text{mol Fe}^{2+} \cdot \text{g}^{-1}$ extrato). A alta atividade antioxidante encontrada nos óleos de cravo e de canela pode estar relacionada à semelhança na classe de compostos presentes em ambos os óleos (Fenilpropanóides) (Gershenzon & Croteau, 1991).

O termo fenilpropanóide refere-se aos compostos com uma cadeia de três átomos de carbono ligado a um anel aromático de seis carbonos. Fenilpropanóides são originários, principalmente, da fenilalanina (um amino ácido aromático) e são funcionais apenas em microrganismos e plantas (Sangwan, Farooqi, Shabih, & Sangwan, 2001). Desta forma, ambos os óleos essenciais de cravo e de canela se mostraram promissores quanto à sua incorporação em dieta animal em função da sua alta atividade antioxidante.

Ainda, esses óleos mostram-se promissores quanto a conservação do produto final, a carne, pois as dietas que receberam óleos essenciais conseguiram incorporar de alguma forma substâncias antioxidantes quando comparadas ao grupo controle. Os valores da atividade antioxidante na carne dos animais estão apresentados na Tabela 3.

Com a metodologia DPPH, os maiores níveis de inclusão de óleo de cravo e de canela (7000 mg/animal/dia) nas dietas tiveram tendência a determinarem a maior atividade antioxidante ($P=0,10$) na carne em comparação às doses de 3500 mg/animal/dia.

Conjuntamente, a atividade antioxidante da carne dos animais da dieta CON foi a menor de todas as dietas.

Tabela 3. Atividade antioxidante na carne de bovinos alimentados com dietas suplementadas com óleos de cravo e de canela

Dietas ¹	DPPH ² ($\mu\text{mol ET. g}^{-1}$) ³	ABTS ⁴ ($\mu\text{mol ET. g}^{-1}$) ³	FRAP ⁵ ($\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{ g}^{-1}$) ⁶
CON	23,67B	41,60B	48,15C
CRA35	25,13A	49,30A	55,24B
CRA70	26,05A	47,84A	61,30A
CAN35	24,54AB	48,68A	54,49B
CAN70	27,41A	50,21A	56,71B
EPM	0,44	0,93	1,02
P Valor	0,09	0,01	0,00

¹Dietas: CON = controle (sem adição de óleo essencial na dieta); CRA35 = 3500 mg/dia óleo essencial de cravo; CRA70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de cravo; CAN35 = 3500 mg/dia de óleo essencial de canela; CAN70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de canela. ²Ensaio do DPPH (ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico); ³Ensaio do ABTS (ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolína-6-sulfônico); ⁴ $\mu\text{mol ET}$ = micromol de equivalente trolox; ⁵Análise de FRAP (Método de redução do ferro); ⁶ $\mu\text{mol Fe}^{2+}$ = micromol de cátions ferro. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna mostram efeito significativo pelo teste Tukey 5%.

Com a metodologia ABTS a atividade antioxidante na carne dos bovinos suplementados com os dois diferentes óleos essenciais, nas duas diferentes dosagens usadas, foi semelhante (Tabela 3). Todavia, a atividade antioxidante na carne dos animais do grupo CON foi menor ($P < 0,05$) em relação à carne de todos os animais suplementados com os óleos essenciais. Com essa metodologia, também, pode-se concluir que a adição dos óleos essenciais de cravo e de canela aumenta a atividade antioxidante na carne.

Com a metodologia FRAP a atividade antioxidante foi maior ($P < 0,05$) na carne dos animais suplementados com 7000 mg de óleo de cravo, e para os demais tratamentos com óleo a atividade antioxidante foi intermediária ($P < 0,05$), e por fim, a menor atividade foi encontrada na carne dos animais alimentados com a dieta CON. Com essa metodologia pode-se concluir, da mesma forma, que as carnes dos animais suplementados com óleos essenciais tanto com óleo de cravo como de canela tiveram uma maior atividade antioxidante.

Em resumo, independentemente da metodologia usada para discriminar a atividade antioxidante na carne de bovinos terminados em confinamento durante 187 dias, a suplementação da dieta com óleos essenciais de cravo e de canela melhorou a atividade antioxidante. Estes dados mostram que a adição de óleos essenciais na dieta de bovinos tem efeito direto na proteção da atividade antioxidante na carne. Na realidade, desconhece-se trabalhos que mediram atividade antioxidante diretamente na carne de animais alimentados com dietas suplementadas com óleos essenciais. De modo geral, os trabalhos são desenvolvidos com produtos e derivados vegetais (Moure et al., 2001).

A carne bovina é uma matriz complexa, diferentes modelos têm sido desenvolvidos para estudar o balanço e interação entre as substâncias anti e pró-oxidantes. A ação dos antioxidantes consiste em compostos não enzimáticos hidrofílicos e lipofílicos como vitamina E, Vitamina C, α -tocoferol, β -caroteno, polifenóis, carnosina e enzimáticos como superóxido dismutase, catalase e glutathione peroxidase (Decker & Park, 2010). Descalzo et al. (2007) observaram que carne produzida no pasto na Argentina tinha maior atividade antioxidante (maiores níveis de FRAP) do que a carne de bovinos terminados com alto grão. Entretanto, no mesmo estudo, a carne de bovinos terminados no pasto apresentou níveis similares de glutathione peroxidase e catalase quando comparada à carne de animais terminados em confinamento.

Estes resultados sugerem que apenas um método simples não permite detectar com eficiência a atividade antioxidante da carne, como proposto também por outros pesquisadores (Prior & Cao, 1999) para sistemas biológicos. Por esse motivo, no presente estudo utilizou-se três diferentes metodologias para determinar a atividade antioxidante da carne. Em resumo, com as três diferentes metodologias foi possível provar que a carne de animais suplementados com óleos essenciais de cravo e de canela teve uma maior atividade antioxidante. No futuro, além das metodologias clássicas empregadas como DPPH, ABTS e FRAP a identificação de compostos como carnosina e glutathione peroxidase na carne também poderão ser usadas (Wu, Duckett, Neel, Fontenot, & Clapham, 2008).

3.3. Avaliação de cor

Como não houve interação entre as dietas x embalagens x tempos de armazenamento ($P > 0,05$) para a cor do músculo, os dados foram discutidos individualmente.

As coordenadas da cor da carne aumentam na primeira semana de armazenamento, independentemente, das embalagens usadas (VAC ou PVC), como observado por Insausti et al. (1999) e Ripoll et al. (2013). Durante a armazenamento ocorre a desnaturação da fração

protéica da carne aumentando a dispersão da luz, e conseqüentemente o valor de L^* e contribui para tornar a carne mais pálida (Beriain, Goñi, Indurain, Sarriés, & Insausti, 2009). A evolução das coordenadas a^* e b^* da carne embalada a VAC ou em PVC adquirem características diferentes após a primeira semana de armazenamento em relação à coordenada L^* observado também por O'Sullivan et al. (2003). O elevado contato da carne com o oxigênio, após sete dias de armazenamento, como ocorre com carne embalada em PVC, torna a carne mais escura e, portanto, reduz os valores de todas as coordenadas (Jakobsen & Bertelsen, 2000).

3.3.1. Efeito da dieta

A inclusão de óleo de cravo e de canela nas dietas dos bovinos confinados não teve efeito sobre a luminosidade (valor de L^*), tonalidade de vermelho (valor de a^*) e tonalidade de amarelo (valor de b^*) na carne embalada a vácuo (VAC) (Figura 1) ou em papel filme (PVC) (Figura 2), nos três tempos de armazenamento (1, 7 e 14 dias).

Desta forma, a suplementação da dieta de bovinos com óleos de cravo e de canela não teve maiores conseqüências sobre a coloração da carne. Na realidade, trabalhos com adição desses óleos essenciais na dieta de bovinos terminados em confinamento não foram encontrados na literatura. No entanto, na carne de búfalos terminados em sistema extensivo e abatidos aos cinco anos de idade, Naveena, Muthukumar, Sen, Babji, and Murthy (2006) observaram que a adição de óleo de cravo à carne aumentou os valores de L^* , a^* e b^* , tornando a carne mais clara.

Ou ainda, em pesquisas feitas por Rivaroli et al. (2016) com a adição de um mix de óleos essenciais de orégano, alho, limão, alecrim, timo, eucalipto e laranja doce com 3,5 ou 7 g/animal/dia na dieta de novilhos mestiços terminados em confinamento não teve efeito na coloração da carne dos animais. Semelhante ao encontrado por Fugita et al. (2013) e Zawadzki et al. (2013) que trabalharam com óleos essenciais de mamona e caju (4 g/animal/dia e 3 g/animal/dia, respectivamente) que também não encontraram diferenças na cor da carne com a adição desses óleos na suplementação de bovinos mestiços terminados em confinamento semelhante as animais utilizados nesse estudo.

3.3.2. Efeito da embalagem

A dieta não apresentou efeito na coloração da carne dos animais, portanto os dados foram apresentados de acordo com a embalagem utilizada (Figura 3). Os valores de L^* , a^* e b^* foram semelhantes ($P > 0,05$) nas carnes embaladas a VAC e em PVC no primeiro e sétimo

dia de avaliação. Todavia, no décimo quarto dia esses valores na carne embalada em PVC reduziram-se de forma significativa ($P < 0,05$), enquanto que na carne embalada a VAC se mantiveram sem alterações. Este comportamento mostra que a embalagem em PVC tem menor proteção à carne, uma que vez que a mesma tornou-se mais escura.

A intensidade de vermelho mostrou comportamento diferente conforme a embalagem adotada. No tratamento PVC houve redução ao longo do período de armazenamento e passou de valores em torno de 11 no dia 1 para valores inferiores a 8 pontos no dia 14 estabelecendo o fim da vida útil pela descoloração por oxidação (vermelho menos intenso). Com o aumento do tempo de armazenamento, o ferro tende a oxidar formando metamioglobina. No entanto, no tratamento VAC os valores aumentaram para cerca de 14 pontos tendo uma carne de coloração vermelho brilhante, mesmo após os 14 dias de conservação. Esse aumento de a^* pode estar relacionado à baixa atividade respiratória mitocondrial da carne, que resulta no aumento do oxigênio na superfície do corte (Renerre et al., 1996).

Em relação à intensidade de amarelo, a carne pode ser classificada como baixa quando é menor que 3,4 e alta quando é maior que 8,3 pontos (Abularach, Rocha, & Felício, 1998). Assim, os valores observados nesse experimento, em torno de 11 pontos classificam esta carne como amarelada no primeiro dia de armazenagem, o que pode ser atribuído aos animais serem oriundos de pastagens e continuarem recebendo milho na dieta no decorrer da terminação, que é um alimento rico em carotenóides. Os pigmentos de b^* ainda aumentaram entre 0 e 7 dias em ambas as embalagens, o que pode ser atribuído ao fato dos pigmentos heme serem sensíveis a oxidação (Luciano et al., 2009). No entanto, aos 14 dias em PVC houve uma significativa diminuição dos valores de L^* , a^* e b^* devido à oxidação dos pigmentos da cor.

A cor é um fator crítico para a aceitabilidade da carne vermelha (Souki, Salazar, Antonialli, & Pereira, 2011). Carne embalada em PVC permeável ao oxigênio muitas vezes é preferida em relação à carne embalada em atmosfera modificada ou a vácuo (Carpenter, Cornforth, & Whittier, 2001). Embalagens com alto teor de oxigênio (80% de O_2) promovem a oxigenação da carne e acelera o período para o aparecimento da metamioglobina (Mancini & Hunt, 2005), enquanto a embalagem a vácuo é a melhor maneira para aumentar a vida útil. Todavia, os consumidores podem mostrar uma aversão à compra da carne embalada a vácuo que apresenta uma cor púrpura em função da ação da desoximioglobina (Jeremiah & Smith, 1971; Mancini & Hunt, 2005).

3.3.3. Efeito do tempo de armazenamento

O tempo de armazenamento afetou significativamente as coordenadas L^* , a^* e b^* da cor da carne bovina. O comportamento foi diferente de acordo com a embalagem utilizada. Para a carne embalada a VAC as coordenadas L^* , a^* e b^* aumentaram ao longo do período de armazenamento (1 a 14 dias). No entanto, para as carnes embaladas em PVC as mesmas coordenadas aumentaram entre os dias 1 e 7, exceto para a coordenada L^* que manteve-se inalterada, e depois reduziram-se de forma significativa, como observado por Insausti et al. (1999) e Ripoll, Albertí, Casasús & Blanco (2013).

Segundo Abularach et al. (1998), em bovinos jovens, como no presente estudo, as carnes são classificadas como claras quando L^* é superior a 38,5. Desta forma, a carne estava clara e atraente ao consumidor independentemente do tipo de embalagem nos primeiros sete dias de armazenamento. Com o avançar do sétimo dia de vida útil em PVC houve diminuição da luminosidade para em torno de 32 pontos, pois a carne entra em processo de deterioração ficando mais escura diferente do que ocorre no tratamento VAC. Na embalagem a vácuo, as alterações a nível molecular ocorrem rapidamente, já nas primeiras 24 horas de armazenamento, por isso observou-se um aumento entre os 1 e 7 dias de armazenamento. As células perdem a integridade das paredes celulares, proporcionando menor capacidade de retenção de água. Em uma célula lesada, a água extravasa para o meio extracelular, a luz incidida é quase toda refletida, o que faz com que sua coloração fique mais clara (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005).

Figura 1. Coloração do músculo *longissimus thoracis* nos pontos L^* (luminosidade), a^* (componente vermelho-verde), b^* (componente amarelo-azul) por 1, 7 e 14 dias de armazenamento a vácuo de bovinos recebendo óleos essenciais na dieta

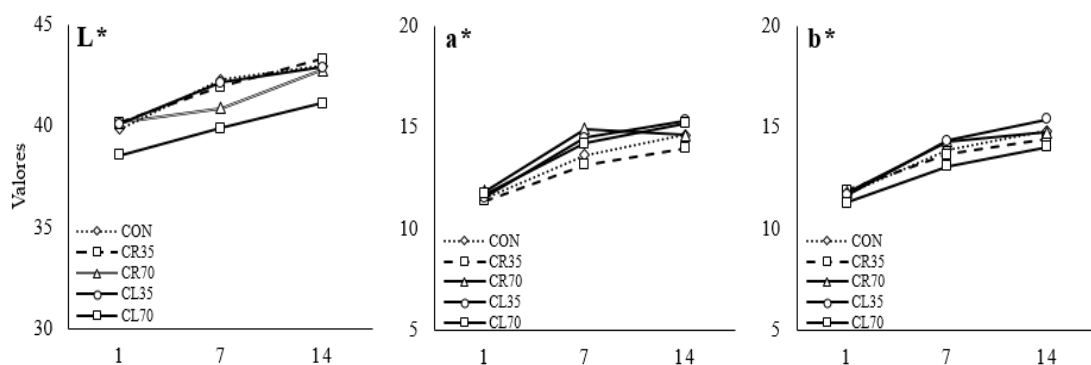


Figura 2. Coloração do músculo *longissimus thoracis* nos pontos L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde), b* (componente amarelo-azul) por 1, 7 e 14 dias de armazenamento com filme plástico de bovinos recebendo óleos essenciais na dieta

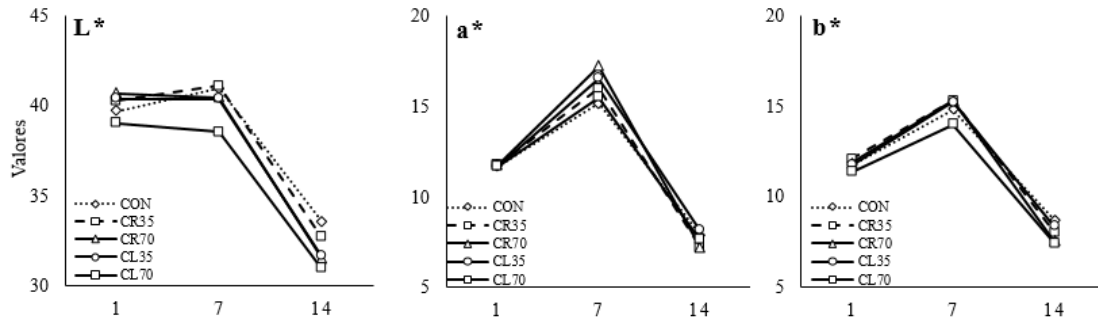
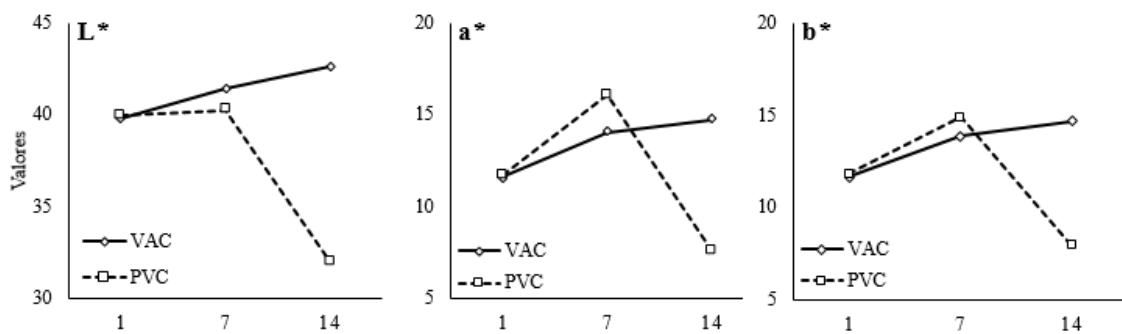


Figura 3. Coloração do músculo *longissimus thoracis* nos pontos L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde), b* (componente amarelo-azul) em diferentes embalagens de bovinos recebendo óleos essenciais na dieta



3.4. Oxidação lipídica

Houve interação entre as dietas x embalagens x tempos de armazenamento ($P=0,01$) para a oxidação lipídica do músculo *LT*, pois a estabilidade lipídica foi aumentada pela adição dos óleos na dieta, pela embalagem com menor penetração de O_2 (grande potencializador da oxidação) e com armazenamento, pois a carne vai oxidando com o passar do tempo.

3.4.1. Efeito da dieta

No primeiro dia de avaliação, as concentrações de malonaldeído (MDA) na carne foram semelhantes ($P>0,05$) para as carnes com ou sem suplementação de óleos de cravo e de canela na dieta dos bovinos, independentemente da embalagem usada: VAC ou PVC (Tabelas 4, 5). O valor médio observado foi de 0,1063 mg de MDA/kg de carne fresca, como poderia ser esperado uma vez que todas as carnes foram mantidas na mesma condição de refrigeração nas primeiras 24 horas como observado por Prado et al. (2015).

No entanto, no sétimo dia de armazenamento da carne, os níveis de MDA foram menores ($P < 0,05$) nas carnes dos animais alimentados com dietas suplementadas com óleos de cravo e de canela em relação à carne dos animais do grupo controle nas duas embalagens, embora a evolução tenha sido maior para a carne embalada em PVC (Tabela 5). Ainda, aos 7 dias de armazenamento não foi observado diferença ($P > 0,05$) nos níveis de MDA nas carnes dos animais suplementados com óleos de cravo ou canela na dieta embaladas a VAC ou em PVC. Desta forma, a inclusão de óleos de cravo ou de canela reduziu a oxidação lipídica, efeito esse desejável para a comercialização da carne. No último período de avaliação (14 dias) os níveis de MDA foram novamente semelhantes nas carnes dos bovinos terminados com ou sem suplementação de óleos essenciais como observado no primeiro dia nas duas embalagens: VAC e PVC.

3.4.2. Efeito da embalagem

Como esperado, os valores de MDA (mg/kg de carne fresca) no primeiro dia, sem e com adição de óleos de cravo e de canela, foram semelhantes, uma vez que o período de envase ainda não era suficiente para determinar diferenças entre os dois tipos de armazenamento (Figura 4). Todavia, no sétimo e, sobretudo, aos 14 dias de armazenamento, a carne embalada em PVC apresentou maior valor de MDA ($P < 0,01$) em comparação com a carne embalada a VAC.

Carne *in natura* é frequentemente comercializada em bandeja envolta com papel filme permeável ao oxigênio. Esta embalagem permite a oxigenação rápida do pigmento e evolução para a cor vermelha desejável da carne; mas a descoloração ocorre dentro dos primeiros sete dias (Madhavi & Carpenter, 1993) ou após seis a nove dias de armazenamento em PVC (Albertí et al., 2005). Elevada concentração atmosférica de O_2 promove a formação de oximioglobina, e a forma vermelha cereja de mioglobina. No entanto, embalagens sem a presença de oxigênio pode manter a mioglobina na sua reduzida forma e aumentar o prazo de validade da carne (O'keeffe & Hood, 1980; Mancini & Hunt, 2005).

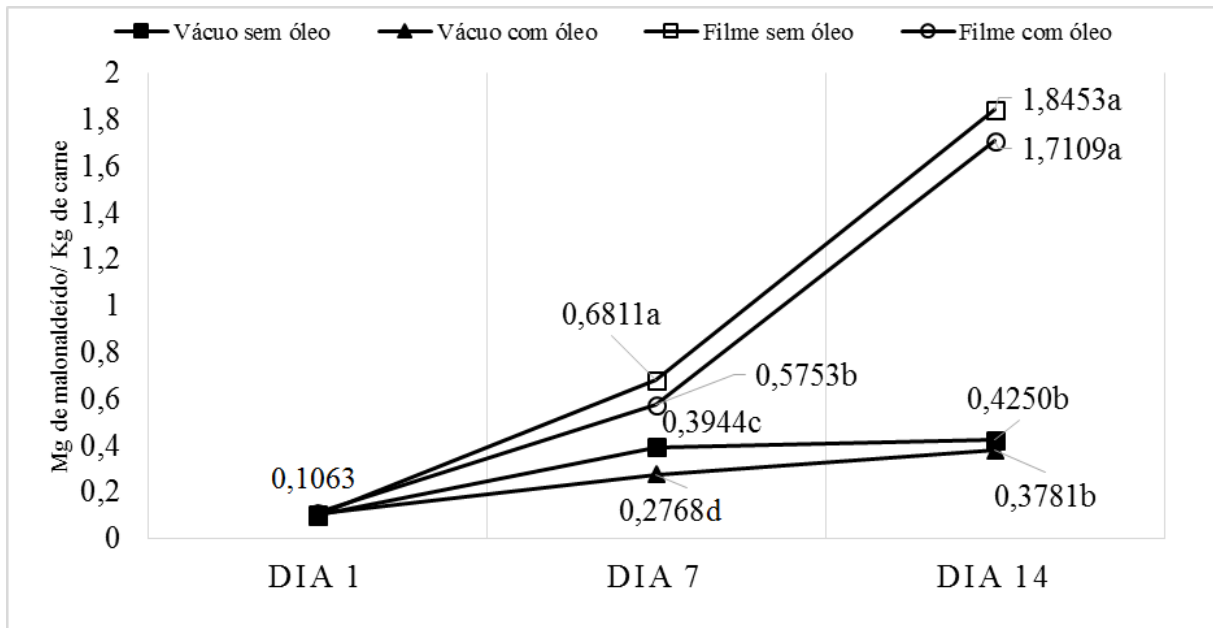
A cor púrpura é menos desejável para os consumidores do que a cor vermelha da oximioglobina porque os consumidores brasileiros estão menos familiarizados com esta cor. A carne é normalmente exposta ao oxigênio antes de serem exibidas nas gôndolas de compra. A embalagem em PVC não é tão eficiente quando o VAC para proteção do alimento, porém é um hábito de consumo em diversas regiões brasileiras, mesmo com a diminuição rápida da qualidade e durabilidade do produto. Nesse tipo de embalagem, a estabilidade lipídica da carne é menor, tendo um período comercialmente curto, em torno de sete dias.

A oxidação lipídica é influenciada via intramuscular pela composição de ácidos graxos. Os ácidos graxos poliinsaturados são a principal causa para a deterioração da carne (Wood et al., 2008) e pode aumentar a perda por gotejamento, desenvolver odores e sabores desagradáveis, com a produção de compostos potencialmente tóxicos e oxidação das mioglobinas (Faustman, Sun, Mancini, & Suman, 2010). Os valores médios finais de MDA/kg de carne (0,40 na carne embalada a VAC e 1,75 mg de MDA/kg de carne fresca embalada em PVC) estão abaixo dos níveis considerados como limite máximo de 2 mg de MDA/kg de carne que poderia alterar a percepção pelo consumidor (Campo et al., 2006). Porém, Dunshea et al. (2005) citam que valores superiores a 0,5 mg de MDA/kg de carne podem ser notados pelo consumidor e, portanto, somente as carnes do tratamento VAC estariam apropriadas para consumo. De qualquer forma, o que pode-se notar é que VAC tem uma melhor estabilidade lipídica quando comparado ao PVC.

3.4.3. Efeito da armazenagem

O tempo de armazenagem teve efeito significativo ($P < 0,01$) sobre a oxidação lipídica da carne, tanto na carne embalada maturada a VAC (Tabela 4), como para a carne embalada e maturada em PVC (Tabela 5), independentemente da dieta dos animais. Todavia, a evolução foi maior na carne embalada em PVC. No sétimo dia, os valores de MDA das carnes maturadas a VAC e PVC foram superiores ($P < 0,01$) em relação ao primeiro dia. E também, em ambas as embalagens a oxidação da carne aos 14 dias foram mais elevadas do que os observados aos sete dias. Isso mostra que a oxidação evolui com o tempo de armazenagem da carne, conforme observado por Prado et al. (2015). Uma maior oxidação lipídica era esperada na carne embalada em PVC devido a maior oxigenação do corte.

Figura 4. Comportamento da oxidação lipídica de acordo com as embalagens ao longo da vida útil da carne de bovinos recebendo óleos essenciais na dieta



Letras minúsculas diferentes mostram efeito significativo entre os tratamentos pelo teste Tukey 5%.

Tabela 4. Valores observados para a concentração de malonaldeído (mg/kg de carne fresca) no músculo *longissimus thoracis* de bovinos recebendo níveis de óleo essencial de cravo e de canela na dieta durante o armazenamento a vácuo

Armazenamento	Dietas ¹					EPM	P valor
	CON	CRA35	CRA70	CAN35	CAN70		
1 dia	0,1004A	0,1061A	0,0998A	0,1063A	0,1091A	0,01	0,11
7 dias	0,3944aB	0,2869bB	0,2894bB	0,2482bB	0,2830bB	0,01	0,01
14 dias	0,4251B	0,3752C	0,3840C	0,3720C	0,3813C	0,008	0,28
EPM	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02		
P valor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

¹Dietas: CON = controle (sem adição de óleo essencial na dieta); CRA35 = 3500 mg/dia óleo essencial de cravo; CRA70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de cravo; CAN35 = 3500 mg/dia de óleo essencial de canela; CAN70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de canela. Letras minúsculas diferentes na mesma linha mostram efeito significativo entre os tratamentos pelo teste Tukey 5%. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna mostram efeito significativo entre os dias de armazenamento pelo teste Tukey 5%.

Tabela 5. Valores observados para a concentração de malonaldeído (mg/kg de carne) no músculo *longissimus thoracis* de bovinos recebendo níveis de óleo essencial de cravo e de canela na dieta durante o armazenamento em bandeja e filme plástico

Armazenamento	Dietas ¹						P valor
	CON	CRA35	CRA70	CAN35	CAN70	EPM	
1 dia	0,1037A	0,1123A	0,1061A	0,1086A	0,1113A	0,002	0,832
7 dias	0,6811aB	0,5941bB	0,5408bB	0,5928bB	0,5735bB	0,009	0,001
14 dias	1,8453C	1,6825C	1,7652C	1,6735C	1,7225C	0,02	0,183
EPM	0,15	0,13	0,14	0,13	0,14		
P valor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

¹Dietas: CON = controle (sem adição de óleo essencial na dieta); CRA35 = 3500 mg/dia óleo essencial de cravo; CRA70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de cravo; CAN35 = 3500 mg/dia de óleo essencial de canela; CAN70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de canela. Letras minúsculas diferentes na mesma linha mostram efeito significativo entre os tratamentos pelo teste Tukey 5%. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna mostram efeito significativo entre os dias de armazenamento pelo teste Tukey 5%.

3.5. Oxidação protéica

Houve interação entre as dietas x tempos de armazenamento (P=0,01) para a oxidação protéica do músculo *LT*, pois a oxidação foi menor nas amostras dos animais que receberam a suplementação dos óleos essenciais na dieta, principalmente nos sete primeiros dias de armazenamento (Tabela 6).

O conteúdo de tióis livres ou um grupo sulfidrilo (SH) de resíduo de cisteína é um parâmetro para determinar a extensão da oxidação protéica no músculo *LT*. O período de armazenamento influenciou (P<0,05) na concentração de tiol livre.

A concentração média observada inicialmente foi de 72,3 nmol/mg de proteína e reduzida para em média 66,2 nmol/mg de proteína no 7º dia, representando cerca de 8,3% de diminuição e 23,43 % no decorrer de 14 dias de armazenamento. Esses dados são compatíveis a estudos de Martinaud et al. (1997) que encontraram cerca de 70 nmol/mg de proteína na carne de bovinos. A diminuição do grupo tiol em relação ao armazenamento é condizente com as descobertas do mesmo autor, que observaram uma diminuição de 10% em tiol nos sete

primeiros dias de armazenamento (de 66,2 para 59,6 nmol/mg de proteína) em *longissimus lumborum*.

A perda de componentes tióis da proteína é resultante das reações de oxidação envolvendo as cadeias laterais de aminoácidos (Lund, Heinonen, Baron, & Estevez, 2011). Várias proteínas contêm aminoácidos que são muito susceptíveis à oxidação, tais como cisteína, histidina, metionina, lisina e triptofano (Xiong, 2000). Esta reação é muitas vezes, acompanhada por perda de solubilidade, atividades catalíticas e uma maior susceptibilidade à degradação e agregação das proteínas (Rowe, Maddock, Lonergan, & Huff-Lonergan, 2004; Nieto, Jongberg, Andersen, & Skibsted, 2013).

Os óleos essenciais foram capazes de reduzir a oxidação de proteínas até o 7º dia em comparação ao grupo controle, independente do óleo e da dose utilizada na dieta e permaneceram constantes ($P < 0,05$) até o dia 14. Esse efeito pode ser benéfico para a indústria da carne, visto que o comércio de carne brasileiro, em sua maioria, é nos balcões dos açougues e por isso, consumido nesses primeiros dias de conservação.

Tabela 6. Valores observados para a concentração de cisteína (nmol de cístena/mg de proteína) no músculo *longissimus thoracis* de bovinos recebendo níveis de óleo essencial de cravo e de canela na dieta durante o armazenamento com bandeja e filme plástico

Armazenamento	Dietas ¹						P valor
	CON	CRA35	CRA70	CAN35	CAN70	EPM	
1 dia	72,86A	72,54A	71,91A	70,32A	73,99A	0,68	0,462
7 dias	59,47aB	68,81bA	67,35bA	67,41bA	68,14bA	0,92	0,001
14 dias	55,58B	56,16B	55,63B	54,83B	54,61B	0,49	0,873
EPM	1,94	1,59	1,59	1,48	1,94		
P valor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

¹Dietas: CON = controle (sem adição de óleo essencial na dieta); CRA35 = 3500 mg/dia óleo essencial de cravo; CRA70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de cravo; CAN35 = 3500 mg/dia de óleo essencial de canela; CAN70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de canela. Letras minúsculas diferentes na mesma linha mostram efeito significativo entre os tratamentos pelo teste Tukey 5%. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna mostram efeito significativo entre os dias de armazenamento pelo teste Tukey 5%.

4. Conclusão

A avaliação da atividade antioxidante *in vitro* dos óleos essenciais de cravo e de canela revelou que ambos apresentam um bom potencial antioxidante e que podem ser aproveitados pela indústria de produtos da carne e seus derivados. Esse efeito provavelmente pode ser atribuído aos constituintes químicos presentes na sua composição, que parecem ter efeitos antioxidantes mesmo em baixas concentrações. Os óleos essenciais adicionados à ração de bovinos não alteraram os parâmetros de cor de sua carne e foram eficientes na proteção da oxidação lipídica e protéica. Com isso, a inclusão dos óleos de cravo ou de canela de bovinos apresentou efeito positivo sobre a qualidade da carne quando suplementado via dieta.

No que se refere à embalagem, a conservação a vácuo é uma forma eficaz na manutenção dos parâmetros de cor e redução da oxidação lipídica aumentando o tempo de vida útil.

Embora a armazenagem da carne até o sétimo aumente sua aceitação pela população, além deste período esse processo acelera o escurecimento, sobretudo da carne embalada em PVC.

Agradecimentos

Este projeto foi financiado pela Fundação Araucária do estado do Paraná, pelo fundo Paraná, e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq). Os autores gostariam de agradecer o Sr. Ricardo Antonioli Grassano (Cidade de Araçongas, Paraná, Brasil) pelo empréstimo dos animais usados nesta pesquisa. O nome de empresas, pessoas e produtos comerciais nesta publicação foram mencionados apenas com o propósito de fornecer informações específicas e não implica em recomendações ou endosso do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

Referências

- Abularach, M. L. S., Rocha, C. E., & Felício, P. E. (1998). Características de qualidade do contrafilé (M. L. dorsi) de touros jovens da raça Nelore. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 18(2), 205-210.
- Albertí, P., Ripoll, G., Casasús, I., Blanco, M., Chapullé, J. L. G., & Santamaría, J. (2005). Efecto de la inclusión de antioxidantes en dietas de acabado sobre la calidad de la carne de terneros. *Información Técnica Económica Agraria*, 101(2), 91-100.
- Anassori, E., Dalir-Naghadeh, B., Pirmohammadi, R., Taghizadeh, A., Asri-Rezaei, S., Maham, M., Farhoomand, P. (2011). Garlic: A potential alternative for monensin as a rumen modifier. *Livestock Science*, 142(1-3), 276-287.
- Benchaar, C., Calsamiglia, S., Chaves, A. V., Fraser, G. R., Colombatto, D., McAllister, T. A., & Beauchemin, K. A. (2008). A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal Feed Science and Technology*, 145(1-4), 209-228. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.04.014
- Benzie, I. F. F., & Strain, J. J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239(1), 70-76.
- Beriain, M. J., Goñi, M. V., Indurain, G., Sarriés, M. V., & Insausti, K. (2009). Predicting Longissimus dorsi myoglobin oxidation in aged beef based on early post-mortem colour measurements on the carcass as a colour stability index. *Meat Science*, 81(3), 439-445. doi: 10.1016/j.meatsci.2008.09.009
- Biondo, P. B. F., Carbonera, F., Zawadzki, F., Chiavellia, L. U. R., Pilau, E. J. P., Prado, I. N., & Visentainer, J. V. (2016). Antioxidant capacity and identification of bioactive compounds by GC-MS of essential oils commercialized in Brazil. *Journal of Essential Oil Research*, in press.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28(1), 25-30.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223-253. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022
- Campo, M. M., Nute, G. R., Hughes, S. I., Enser, M., Wood, J. D., & Richardson, R. I. (2006). Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 72(2), 303-311. doi: 10.1016/j.meatsci.2005.07.015
- Carpenter, C. E., Cornforth, D. P., & Whittier, D. (2001). Consumer preferences for beef color and packaging did not affect eating satisfaction. *Meat Science*, 57(4), 359-363.
- CIOMS/OMS. (1985). Council for International Organizations of Medical Services. *International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals*
- Decker, E. A., & Park, Y. (2010). Healthier meat products as functional foods. *Meat Science*, 86(1), 49-55. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.04.021
- Descalzo, A. M., Rossetti, L., Grigioni, G., Irurueta, M., Sancho, A. M., Carrete, J., & Pensel, N. A. (2007). Antioxidant status and odour profile in fresh beef from pasture or grain-fed cattle. *Meat Science*, 75(2), 299-307. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.07.015
- Dunsha, F. R., D'Souza, D. N., Pethick, D. W., Harper, G. S., & Warner, R. D. (2005). Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. *Meat Science*, 71(1), 8-38. doi: http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.05.001

- Ellman, G. L. Tissue sulfhydryl groups. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 82, 70-77, 1959.
- Falowo, A. B., Fayemi, P. O., & Muchenje, V. (2014). Natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. *Food Research International*, 64, 171-181.
- Faustman, C., Sun, Q., Mancini, R., & Suman, S. P. (2010). Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. *Meat Science*, 86(1), 86-94.
- Ferreira, A., Proença, C., Serralheiro, M. L. M., & Araújo, M. E. M. (2006). The in vitro screening for acetylcholinesterase inhibition and antioxidant activity of medicinal plants from Portugal. *Journal of Ethnopharmacology*, 108(1), 31-37. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jep.2006.04.010>
- Fugita, C. A. 2013. *Aditivos naturais na dieta de bovinos (Angus vs. Nelore) terminados em confinamento*. Unpublished Thesis, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Gershenzon, J., & Croteau, R. (1991). Terpenoids in herbivores: Their interactions with secondary plant metabolites. In G. A. Rosenthal & M. R. Berenbaum (Eds.), *Terpenoids* (Vol. 1, pp. 165-219). San Diego: Academic Press.
- Gómez, M., & Lorenzo, J. M. (2012). Effect of packaging conditions on shelf-life of fresh foal meat. *Meat Science*, 91(4), 513-520. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.007>
- Gray, J., Gomaa, E., & Buckley, D. (1996). Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Science*, 43, 111-123.
- Hart, K. J., Yáñez-Ruiz, D. R., Duval, S. M., McEwan, N. R., & Newbold, C. J. (2008). Plant extracts to manipulate rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, 147(1–3), 8-35. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.09.007>
- Huff-Lonergan, E., & Lonergan, S. M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 71(1), 194-204.
- Insausti, K., Beriain, M. J., Purroy, A., Alberti, P., Lizaso, L., & Hernandez, B. (1999). Colour stability of beef from different Spanish native cattle breeds stored under vacuum and modified atmosphere. *Meat Science*, 53(4), 241-249. doi: 10.1016/s0309-1740(99)00063-7.
- Ivanovic, J., Dimitrijevic-Brankovic, S., Misic, D., Ristic, M., & Zizovic, I. (2013). Evaluation and improvement of antioxidant and antibacterial activities of supercritical extracts from clove buds. *Journal of Functional Foods*, 5(1), 416-423.
- Jakobsen, M., & Bertelsen, G. (2000). Colour stability and lipid oxidation of fresh beef. Development of a response surface model for predicting the effects of temperature, storage time, and modified atmosphere composition. *Meat Science*, 54(1), 49-57.
- Jayasena, D. D., & Jo, C. (2013). Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 34(2), 96-108.
- Jeremiah, L. E., Z.L., C., & Smith, G. C. (1971). *Development of color standards for beef muscle*. Paper presented at the Journal of Animal Science.
- Jirovetz, L., Buchbauer, G., Stoilova, I., Stoyanova, A., Krastanov, A., & Schmidt, E. (2006). Chemical composition and antioxidant properties of clove leaf essential oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(17), 6303-6307.
- Li, Y.-q., Kong, D.-x., Huang, R.-s., Liang, H.-l., Xu, C.-g., & Wu, H. (2013). Variations in essential oil yields and compositions of *Cinnamomum cassia* leaves at different developmental stages. *Industrial Crops and Products*, 47(0), 92-101. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2013.02.031>

- Luciano, G., Monahan, F. J., Vasta, V., Pennisi, P., Bella, M., & Priolo, A. (2009). Lipid and colour stability of meat from lambs fed fresh herbage or concentrate. *Meat Science*, 82(2), 193-199. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.01.010>
- Lund, M. N., Heinonen, M., Baron, C. P., & Estevez, M. (2011). Protein oxidation in muscle foods: A review. *Molecular Nutrition & Food Research*, 55(1), 83-95.
- Ma, X., Wu, H., Liu, L., Yao, Q., Wang, S., Zhan, R., . . . Zhou, Y. (2011). Polyphenolic compounds and antioxidant properties in mango fruits. *Scientia Horticulturae*, 129(1), 102-107.
- Madhavi, D. L., & Carpenter, C. E. (1993). Aging and processing affect color, metmyoglobin reductase and oxygen consumption of beef muscles. *Journal of Food Science*, 58(5), 939-942.
- Mancini, R. A., & Hunt, M. C. (2005). Current research in meat color. *Meat Science*, 71(1), 100-121.
- Martinaud, A., Mercier, Y., Marinova, P., Tassy, C., Gatellier, P., & Renerre, M. (1997). Comparison of oxidative processes on myofibrillar proteins from beef during maturation and by different model oxidation systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(7), 2481-2487.
- Moure, A., Cruz, J. M., Franco, D., Domínguez, J. M., Sineiro, J., Domínguez, H., . . . Parajó, J. C. (2001). Natural antioxidants from residual sources. *Food Chemistry*, 72(2), 145-171.
- Nakbi, A., Issaoui, M., Dabbou, S., Koubaa, N., Echbili, A., Hammami, M., & Attia, N. (2010). Evaluation of antioxidant activities of phenolic compounds from two extra virgin olive oils. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 711-715.
- Naveena, B., Muthukumar, M., Sen, A., Babji, Y., & Murthy, T. (2006). Improvement of shelf-life of buffalo meat using lactic acid, clove oil and vitamin C during retail display. *Meat Science*, 74(2), 409-415.
- Nieto, G., Jongberg, S., Andersen, M. L., & Skibsted, L. H. (2013). Thiol oxidation and protein cross-link formation during chill storage of pork patties added essential oil of oregano, rosemary, or garlic. *Meat Science*, 95(2), 177-184. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.016>
- NRC. (2000). *Nutrient Requirements of Beef Cattle: 7th ed.* Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- O'keeffe, M., & Hood, D. E. (1980). Anoxic storage of fresh beef. 1: Nitrogen and carbon dioxide storage atmospheres. *Meat Science*, 5(1), 27-39.
- O'Sullivan, M. G., Byrne, D. V., Martens, H., Gidskehaug, L. H., Andersen, H. J., & Martens, M. (2003). Evaluation of pork colour: prediction of visual sensory quality of meat from instrumental and computer vision methods of colour analysis. *Meat Science*, 65(2), 909-918.
- Pikul, J., Leszczynski, D. E., & Kummerow, F. A. (1989). Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 37(5), 1309-1313.
- Prado, I. N., Campo, M. M., Muela, E., Valero, M. V., Catalan, O., Olleta, J. L., & Sañudo, C. (2015). Effects of castration age, protein level and lysine/methionine ratio in the diet on colour, lipid oxidation, and meat acceptability of intensively reared Friesian steers. *Animal*, 9(8), 1423-1430.
- Prior, R. L., & Cao, G. (1999). In vivo total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. *Free Radical Biology and Medicine*, 27(11), 1173-1181.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9), 1231-1237.

- Realini, C. E., & Marcos, B. (2014). Active and intelligent packaging systems for a modern society. *Meat Science*, 98(3), 404-419.
- Renner, M., & Labas, R. (1987). Biochemical factors influencing metmyoglobin formation in beef muscles. *Meat Science*, 19(2), 151-165. doi: 10.1016/0309-1740(87)90020-9
- Ripoll, G., Albertí, P., Casasús, I., & Blanco, M. (2013). Instrumental meat quality of veal calves reared under three management systems and color evolution of meat stored in three packaging systems. *Meat Science*, 93, 336-343.
- Rivaroli, D. C., Guerrero, A., Valero, M. M., Zawadzki, F., Eiras, C. E., Campo, M. M., Sañudo, C., Jorge, A. M.; Prado, I. N. 2016. Effect of essential oils on meat and fat qualities of crossbred young bulls finished in feedlot. *Meat Science*, in press.
- Rowe, L. J., Maddock, K. R., Lonergan, S. M., & Huff-Lonergan, E. (2004). Oxidative environments decrease tenderization of beef steaks through inactivation of μ -calpain. *Journal of Animal Science*, 82(11), 3254-3266.
- Rufino, M. S. M., Alves, R. E., Brito, E. S., Pérez-Jiménez, J., Saura-Calixto, F., & Mancini-Filho, J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121(4), 996-1002.
- Sangwan, N. S., Farooqi, A. H. A., Shabih, F., & Sangwan, R. S. (2001). Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulation*, 34(1), 3-21.
- Scherer, R., Wagner, R., Duarte, M. C. T., & Godoy, H. T. (2009). Composição e atividades antioxidante e antimicrobiana dos óleos essenciais de cravo-da-índia, citronela e palmarosa. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 11(4), 442-449.
- Souki, G. Q., Salazar, G. T., Antonialli, L. M., & Pereira, C. A. (2011). Atributos que afetam a decisão de compra dos consumidores de carne bovina. *Organizações Rurais & Agroindustriais*, 5(2).
- Tomaino, A., Cimino, F., Zimbalatti, V., Venuti, V., Sulfaro, V., De Pasquale, A., & Saija, A. (2005). Influence of heating on antioxidant activity and the chemical composition of some spice essential oils. *Food Chemistry*, 89(4), 549-554. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.03.011>
- Unlu, M., Ergene, E., Unlu, G. V., Zeytinoglu, H. S., & Vural, N. (2010). Composition, antimicrobial activity and in vitro cytotoxicity of essential oil from *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). *Food and Chemical Toxicology*, 48(11), 3274-3280. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2010.09.001>
- Valero, M. V., Torrecilhas, J. A., Zawadzki, F., Bonafé, E. G., Madrona, G. M., Prado, R. M., Prado, I. M. (2014). Propolis or functional oils (cashew and castor oils) on carcass characteristics, meat quality and chemical composition in the Longissimus muscle of crossbred bulls finished in a feedlot. *Meat Science*, in press.
- Vitale, M., Pérez-Juan, M., Lloret, E., Arnau, J., & Realini, C. E. (2014). Effect of aging time in vacuum on tenderness, and color and lipid stability of beef from mature cows during display in high oxygen atmosphere package. *Meat Science*, 96(1), 270-277. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.07.027>
- Wang, R., Wang, R., & Yang, B. (2009). Extraction of essential oils from five cinnamon leaves and identification of their volatile compound compositions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10(2), 289-292. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2008.12.002>
- Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Sheard, P. R., Richardson, R. I., . . . Whittington, F. M. (2008). Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, 78(4), 343-358. doi: 10.1016/j.meatsci.2007.07.019
- Wu, C., Duckett, S. K., Neel, J. P. S., Fontenot, J. P., & Clapham, W. M. (2008). Influence of finishing systems on hydrophilic and lipophilic oxygen radical absorbance capacity

- (ORAC) in beef. *Meat Science*, 80(3), 662-667. doi:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.03.003>
- Xiong, Y. L. (2000). Protein oxidation and implications for muscle food quality. In E. Decker, C. Faustman & C. Lopez-Bote (Eds.), *Antioxidants in muscle foods: Nutritional strategies to improve quality* (pp. 85-111). Toronto.
- Zawadzki, F., Bonafé, E. G., Prado, R. M., Valero, M. V., Visentainer, J. E. L., & Prado, I. N. (2013). Corn replace by glycerin and functional oils (*Anacardium acid* and *Ricinoleic acid*) as additive alternative in the diets of crossbred bulls finished in feedlot: carcass and *Longissimus dorsi* characteristics. *Meat Science*, *in press*.
- Zhu, Q. Y.; Hackman, R. M.; Ensunsa, J. L.; Holt, R. R.; Keen, C. L. Antioxidative Activities of Oolong Tea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. n.50, p.6929-6934, 2002

5 ARTIGO B: REVISTA BRASILEIRA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

Uso de óleos essenciais de cravo (*Eugenia caryophyllus*) e de canela (*Cinnamomum zeylacium*) na dieta de bovinos e da cocção sobre a composição de ácidos graxos da carne

C. Mottin¹, A. M. Bridi¹, I. N. do Prado²

¹Departamento de zootecnia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brasil.

²Departamento de zootecnia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná, Brasil.

Resumo

Avaliou-se a composição de ácidos graxos da carne bovina *in natura* e cozida dos animais que receberam na dieta óleo essencial de cravo e de canela, em duas concentrações, 3500 mg/dia e 7000 mg/dia. Foram utilizados 40 bovinos machos, mestiços (½ Pardo Suíço - ½ Nelore), meio irmãos, não castrados terminados em confinamento e abatidos com cerca de 17 meses de idade e peso vivo médio de $487 \pm 31,9$ kg. Primeiramente, analisou-se o perfil de ácidos graxos da dieta que os animais foram alimentados, a ração continha cerca de 0,61% de lipídeos totais, sendo que desses 27,08% eram saturados, 36,4% monoinsaturados e 36,53% poliinsaturados. Após o abate, a carne do músculo *longissimus dorsi* foi coletada e, dentro de cada grupo, foi submetida às análises do perfil lipídico da carne. Os teores de ácidos graxos na carne não foram influenciados pelas dietas com e sem suplementação de óleo essencial de cravo e de canela. Os teores médios encontrados dos ácidos graxos foram 1,37% de lipídeos totais, 50,06, 41,7 e 8,21% de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados, respectivamente. A cocção da carne, no geral, não alterou a composição de ácidos graxos quando comparado a carne crua ($P > 0,05$), exceto pelo aumento no teor de lipídeos ($P < 0,05$) decorrente da perda de água com a consequente concentração dos constituintes. Esses resultados permitem concluir que a dieta não teve efeito significativo sobre o perfil lipídico da carne, bem como o tratamento térmico. Portanto, o uso dos óleos essenciais de cravo e de canela não afetou a qualidade da carne e a cocção não alterou, no geral, a composição lipídica do tecido adiposo.

Palavras-chave: Biohidronegação ruminal, Cinamaldeído, Cocção, Eugenol, Perfil lipídico.

Effects of essential oils of clove (*Eugenia caryophyllus*) and cinnamon (*Cinnamomum zeylacium*) in the cattle diet fresh and processed on the fatty acid composition of beef

Abstract

We evaluated the fatty acid composition of fresh beef and cooked the animals that received dietary essential oil of cloves and cinnamon in two concentrations, 3500 mg/animal/day and 7000 mg/day. In total we were used 40 young bulls, crossbred cattle were used (½ Brown Swiss - ½ Nelore), half brothers, intact, feedlot finished and slaughtered at about 17 months of age and average weight of 487 ± 31.9 kg. Analyzed the dietary fatty acid profile that the animals were fed, the feed contained about 0,61% of total lipids, and of these 27.08% were saturated, 36.4% monounsaturated and polyunsaturated 36.53%. After slaughter, the meat of the longissimus dorsi muscle was collected and, within each group was subjected to analysis of the lipid profile of meat. The levels of fatty acids in the meat were not affected by diets with and without essential oil supplementation of clove and cinnamon. The average levels of fatty acids found were 1.37% of total lipids, 50.06, 41.7 and 8.21% of saturated fatty acids, monounsaturated and polyunsaturated, respectively. The meat processing, in general, did not alter the fatty acid composition when compared to raw meat ($P>0.05$), except for the increase in cholesterol content ($P<0.05$) due to water loss with the consequent concentration the constituents. These results indicate that the diet had no significant effect on the lipid profile of meat and processing. Therefore, the use of essential oils of clove and cinnamon did not affect the quality of meat and the cooking has not changed, in general, the lipid composition of adipose tissue.

Keywords: Biohydrogenation ruminal, Cinnamaldehyde, Cooking, Eugenol, Lipid profile.

1. Introdução

A atual preocupação com qualidade alimentar, principalmente tratando-se de produtos de origem animal, forçou mudanças nos métodos de manejo e nas características físico-químicas da carne dos animais em terminação, devido especialmente as informações repassadas pela imprensa relacionando o consumo de carne vermelha com o aumento das doenças cardiovasculares. Com isso, busca-se a produção de uma carne bovina mais saudável, manipulando a composição de ácidos graxos (Wood *et al.*, 2008).

As recomendações diárias de ingestão de ácidos graxos estão relacionadas ao desenvolvimento e funcionamento normais do organismo, pois fazem parte da composição tecidual. São ácidos graxos essenciais para o organismo humano, o linoléico (n-6, ômega-6) e o alfa-linolênico (n-3, ômega-3), sendo sintetizados somente nos organismos vegetais, e por meio da biohidrogenação ruminal, onde os microrganismos são capazes de inserir ligações duplas após o nono carbono; necessitando, portanto, serem consumidos na dieta (Dolinsky, 2009). As variações no perfil de ácidos graxos presente na carne dos bovinos estão relacionadas à grupo genético, nutrição, biohidrogenação ruminal, sistema de terminação, condições fisiológicas, sexo e a metodologia das análise e localização anatômica do corte avaliado (Bretschneider, 2005; Aricetti *et al.*, 2008; Prado *et al.*, 2008).

A carne de ruminantes também é uma das principais fontes de ácido linoléico conjugado (CLA) na dieta humana (Schmid *et al.*, 2006). Isto ocorre porque este ácido graxo é formado naturalmente no rúmen pela biohidrogenação incompleta de ácidos graxos insaturados presentes na dieta (Oliveira *et al.*, 2008). O CLA de maneira natural é encontrado apenas em produtos de ruminantes, tem se mostrado eficiente na prevenção de neoplasias, arteriosclerose, trombose, como também estimulador da imunidade, hipocolesterolêmico, atuando no aumento da massa corporal magra, reduzindo a gordura corporal e prevenindo diabetes (Schmid *et al.*, 2006).

Os efeitos nutricionais dos óleos essenciais na dieta ainda não estão completamente elucidados. Do ponto de vista qualitativo, dependendo da fonte lipídica utilizada na dieta, sua origem e perfil de ácidos graxos, podem desencadear modificações na composição do tecido adiposo, proporcionando melhorias de seu valor nutricional (Bakkali *et al.*, 2008).

Outro fator a ser considerado, são que os óleos essenciais possuem propriedades antimicrobianas, podendo selecionar determinados microrganismos ruminais, causando alterações conformacionais na célula bacteriana e por ligação com enzimas, onde as bactérias Gram-positivas parecem ser mais sensíveis (Calsamiglia *et al.*, 2007). Com isso, pode-se

alterar o processo de biohidrogenação ruminal (Vasta *et al.*, 2010; Vasta *et al.*, 2012). Portanto, a maior ingestão desses polifenólicos na dieta pode influenciar posteriormente na qualidade do produto final. Por outro lado, alguns autores relatam que a suplementação dietética com vários óleos essenciais não alterou o perfil de ácidos graxos na carne de bovinos (Benchaar *et al.*, 2007; Bakkali *et al.*, 2008; Chaves *et al.*, 2009).

Metabólitos secundários de plantas, tais como óleos essenciais tem sido sugerido como potenciais meios para manipular os microrganismos envolvidos na biohidrogenação ruminal, a fim de modificar a composição de ácidos graxos de produtos alimentícios derivados de ruminantes, como leite e carne (Chaves *et al.*, 2008). Pesquisas realizadas por (Durmic *et al.*, 2008) demonstraram que o óleo essencial de uma planta nativa australiana inibiu seletivamente o crescimento algumas bactérias e protozoários (por exemplo, *Clostridium proteoclasticum*) alterou a saturação de ácido linoleico e de outros intermediários tais como ácido vacênico e o CLA *in vitro*. Esta observação demonstrou o potencial de óleos essenciais em aumentar a produção de CLA e ácido vacênico a partir do rúmen, e para aumentar as concentrações ácidos graxos insaturado em produtos alimentares derivados de ruminantes.

Numerosos estudos *in vitro* e *in vivo* foram conduzidos para conhecer os efeitos do eugenol e do cinamaldeído, que são os principais componentes dos óleos essenciais utilizados nesse estudo, nos microrganismos ruminais e no metabolismo ruminal (Hart *et al.*, 2008; Benchaar; Chouinard, 2009; Yang *et al.*, 2010). Os autores relatam redução das concentrações de ácidos graxos voláteis (AGV) e amônia devido à diminuição da alimentação, fermentabilidade e reduzida atividade proteolítica no rúmen, independente da dose utilizada e/ou associados a óxido de etileno (Busquet *et al.*, 2006; Castillejos *et al.*, 2006). Com isso, alterar o perfil dos ácidos graxos da carne.

Portanto, objetivou-se com esse trabalho primeiramente conhecer a composição de ácidos graxos da ração dos animais com ou sem a adição de óleos essenciais de cravo e de canela. E avaliar se esses óleos podem alterar o perfil lipídico da carne *in natura* e possíveis modificações após a cocção da carne.

2. Material e métodos

Este experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (CEUA-UEM) em respeito aos princípios da pesquisa biomédica com animais (CIOMS/OMS, 1985) de acordo com o Artigo 10 da Resolução UEM 032/2006 – CEP (Anexo A) e foi realizado na Fazenda

Experimental de Iguatemi, pertencente à Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

Para realização desse trabalho, foram utilizados 40 bovinos, mestiços (½ Pardo Suíço - ½ Nelore), meio irmãos, não castrados, recém desmamados, mantidos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu oriundos de uma única propriedade situada no município de Pedro Gomes – MS. Os animais tinham cerca de dez meses de idade e peso médio de $219 \pm 11,7$ kg e foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. No início do experimento os animais passaram por um período de adaptação de duas semanas.

Os bovinos foram pesados, identificados e everminados no início do experimento e alojados aleatoriamente em baias individuais com chão de concreto, com dimensões de 10 m². As baias eram parcialmente cobertas com bebedouros automáticos e comedouros em alvenaria (2 x 0,4 x 0,5 m).

A formulação das dietas e a quantidade fornecida aos animais foram calculadas para ganho de 1,5 kg/dia (NRC, 2000) sendo estas constituídas de 10% de volumoso (bagaço de cana peletizado) e 90% concentrado (milho moído, farelo de soja, suplemento mineral e vitamínico e levedura – *Saccharomyces cerevisiae*) (Tab. 1). As dietas foram isoenergéticas e isoprotéicas.

A escolha do óleo essencial a ser incorporado na ração foi de acordo com as propriedades antioxidantes avaliadas em ensaios *in vitro* de atividade antioxidante, com o método da inibição do radical 2,2-difenil-1-picrilidrazila (DPPH), ensaio com radical 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid (ABTS), e análise de *Ferric Reducing Ability Power* (FRAP). Em seguida foram selecionados os óleos essenciais de cravo e canela, ambos extraídos da folha, dentre os óleos essenciais avaliados (Biondo *et al.*, 2016). Os óleos de cravo (*Eugenia caryophyllus*) e de canela (*Cinnamomum zeylacium*) foram os que apresentaram melhores características antioxidantes. Os óleos naturais foram extraídos por destilação a vapor e adquiridos na empresa Ferquima[®], São Paulo, Brasil. O óleo de cravo continha 84,5%, 13,3% e 1,3% de eugenol, cariofileno e acetato de eugenol, respectivamente. O óleo de canela continha 78,8%, 4,7% e 32% de cinamaldeído, cariofileno e α -pineno, respectivamente, conforme determinado por Biondo *et al.* (2016) no laboratório de química da Universidade Estadual de Maringá, com uso de cromatografia gasosa acoplado a espectrometria de massa.

Os animais foram distribuídos em cinco tratamentos com adição de óleo cravo e canela nas seguintes dietas: Controle (CON): 0 mg de óleo/animal/dia; Cravo 35 (CRA35): adição de 3500 mg de óleo essencial/animal/dia; Cravo 70 (CRA70): adição de 7000 mg de óleo

essencial/animal/dia; Canela 35 (CAN35): adição de 3500 mg de óleo essencial/animal/dia e Canela 70 (CAN70): 7000 g de óleo essencial/animal/dia.

As rações experimentais foram preparadas na fábrica da fazenda experimental, onde os ingredientes foram homogeneizados em misturador vertical com capacidade para 1000 kg. Todavia, era preparada uma pré-mistura para ser incorporado o óleo essencial, que era diluído em álcool etílico absoluto CAS 64-17-5 Synth® na proporção (1:1; v/v) e adicionados na pré-mistura, logo após homogeneizados em misturador do tipo “Y” e posteriormente incorporado na batida total.

Semanalmente o consumo médio diário dos animais foi calculado de acordo com dados anotados em uma planilha. Baseado nesse valor cada tratamento tinha a incorporação do óleo na quantidade de ração que estava sendo consumida naquele momento. Após preparadas, as rações foram acondicionadas em sacos de rafia em polipropileno trançado e alocados sobre paletes em galpão de alvenaria, coberto e arejado.

Tabela 1. Ingredientes e composição química dos alimentos (% MS) utilizados nas dietas

Ingredientes	Composição química							Dieta (%)
	MS ¹	PB ²	MO ³	EE ⁴	FDN ⁵	FDA ⁶	NDT ⁷	
Bagaço ⁸	94,7	1,8	98,0	0,5	78,7	49,2	45,0	10,3
Milho moído	88,9	10,0	99,1	3,5	17,7	4,4	90,0	79,5
Farelo de soja	88,6	49,7	93,1	1,3	13,7	5,9	72,0	5,2
Premix ⁹	88,0	56,0	94,7	17,0	12,0	6,0	90,0	4,2
Calcário	98,0							0,4
Sal branco	98,0							0,4
Levedura	98,0	30,0	98,0					0,004
Dieta (%)	89,9	13,3	97,5	3,9	29,3	12,4	82,4	100,0

¹Matéria seca; ²Proteína bruta; ³Matéria orgânica; ⁴Extrato etéreo; ⁵Fibra em detergente neutro; ⁶Fibra em detergente ácido; ⁷Nutrientes digestíveis totais; ⁸Bagaço de cana de açúcar peletizado; ⁹Premix: Cálcio (50 g/kg), magnésio (57 g/kg), sódio (81 g/kg), enxofre (3,75 g/kg), cobalto (20 mg/kg), cobre (500 mg/kg), iodo (25 mg/kg), manganês (1.500 mg/kg), selênio (10 mg/kg), zinco (2.000 mg/kg), vitamina A (400.000 UI/kg), vitamina D3 (50.000 UI/kg), vitamina E (750 UI/kg), extrato etéreo (168 g/kg) e uréia (200 g/kg).

Baseado em pesquisas da literatura e trabalhos realizados pelo grupo de pesquisa GENAC (Grupo de estudos em nutrição e análises de carne) a campo com óleos essenciais com 3 g/animal/dia de óleo de mamona e caju realizado por Zawadzki *et al.* (2013) e Valero *et al.* (2014); 4 g/animal/dia do mesmo óleo realizado por Fugita (2013); e com um mix de óleos essenciais de orégano, alho, limão, alecrim, timo, eucalipto e laranja doce utilizados em

3,5 e 7 g por Rivaroli *et al.*, (2016) e sabendo que o óleo essencial é dose dependente foram suplementados na ração a quantidade de 3500 mg/animal/dia, que já é uma dose amplamente relatada como eficaz e como desafio a dose de 7000 mg/animal/dia.

O experimento teve duração de 187 dias e os animais foram abatidos com aproximadamente 17 meses de idade e peso vivo médio de $475 \pm 51,3$ kg em frigorífico comercial seguindo as normas de abate do Serviço de Inspeção Estadual (SIE) da Legislação Brasileira (Brasil, 2000). O estabelecimento ficava a 70 km (Arapongas, Paraná) da unidade experimental e os animais foram transportados em estrada pavimentada em caminhão duplo articulado (*truck*) com densidade de 0,5 m linear por animal.

Após o abate, a carcaça foi resfriada (24 horas) em câmara fria em temperatura de 4 ± 1 °C. Após as mensurações os parâmetros de carcaça, o contrafilé (*longissimus thoracis*) foi coletado entre a 6ª e 13ª costelas da meia carcaça esquerda para as análises de qualidade da carne. Os filetes utilizados para a análise de perfil de ácidos graxos da carne *in natura* foram coletados na altura da 6ª costela com espessura de 2,5 centímetros e com média de 61,35 gramas.

Os filetes utilizados para composição lipídica de ácidos graxos da carne cozida foram coletados na altura da 9ª costela com espessura de 2,5 centímetros e com média de 177,78 gramas antes e 133,34 gramas após a cocção. Para realizar processamento térmico, as amostras foram embaladas em papel alumínio e assadas em grill elétrico pré-aquecido a 200° C até atingirem a temperatura interna de 72° C.

Para a análise de lipídeos totais, foi utilizado a extração com clorofórmio-metanol (1:2, v/v) segundo a metodologia de Bligh; Dyer, 1959. Foram pesados cerca de 15 g ($\pm 0,1$ g) de amostra em béquer de 250 mL, e adicionados 20 mL de clorofórmio (CHCl_3 de peso molecular 119,38 g/mol), 40 mL de álcool metílico (CH_3OH de peso molecular 32,04 g/mol). Em seguida, a mistura foi agitada por 2 minutos em 1000 g em agitador magnético da marca Tecnal® modelo TE-0851.

Posteriormente, ainda foram adicionados à mistura 20 mL de clorofórmio, agitando-se por 5 minutos; 30 mL de água destilada e mais 5 minutos de agitação. A mistura foi filtrada a vácuo em funil de Büchner com papel de filtro qualitativo da marca Qualy® com diâmetro de 12,5 cm e poros de 3 μm . Após o procedimento de filtração a solução resultante foi transferida para um funil de separação de 250 mL e deixado decantar por 24 horas. Após a separação das fases, a inferior, contendo os lipídeos totais, foi drenada para balão de 250 mL previamente pesado, e o solvente foi eliminado em evaporador rotatório, com banho-maria a 34° C. O teor de lipídeos foi determinado por diferença de peso.

As amostras de ração seguiram o mesmo procedimento, porém foi realizada a correção de umidade e adicionado solução saturada de NaCl, para auxiliar na separação de fases, conforme descrito na metodologia proposta pelo mesmo autor.

Os ésteres metílicos de ácidos graxos (EMAG) foram obtidos por meio de saponificação (transesterificação) dos lipídeos totais descrito por Hartman; Lago (1973) e modificações segundo Maia; Rodriguez-Amaya (1993). Entre 50 - 100 mg de lipídeos foram transferidos para tubos de tampa rosqueável (10 mL), onde foram adicionados hidróxido de sódio (0,5 mol/L) e solução esterificante (ácido sulfúrico, cloreto de amônia e metanol), sob aquecimento à 100°C em banho-maria por 10 min. Adicionou-se ainda solução saturada de NaCl e iso-octano e foi agitado. Após separar fases, a fase superior (contendo iso-octano e ésteres metílicos de ácidos graxos) foi transferida para um vial para análise cromatográfica.

Ésteres metílicos foram analisados por cromatografia gasosa, utilizando gás de 3300 Thermo, cromatógrafo equipado com um detector de ionização de chama (FID) e uma coluna de sílica capilar fundida CP-7420 (100 m x 0,25 milímetros id x 0,25 mM de cianopropil, selecionado FAME).

Os parâmetros de operação foram as seguintes: temperatura do detector de 240° C, ponto de injeção 230° C de temperatura, coluna 165° C de temperatura para 18 min, programada para aumentar em 4° C min⁻¹ até 235° C, com uma duração de 14,5 minutos, o gás transportador de hidrogênio exploração final 1,2 mL min⁻¹, fazem-se gás de nitrogênio a 30 mL min⁻¹, e de injeção dividida numa proporção de 1:80. Para identificação, os tempos de retenção dos ácidos graxos foram comparados com os do padrão ésteres metílicos (Sigma, St. Louis, MO). Os tempos de retenção e as percentagens das áreas dos picos foram automaticamente calculado com software Chronquest 5.0. As composições de ácidos graxos do músculo *longissimus* foram expressos em percentagem. Cada amostra de carne *in natura* e cozida foi analisada em triplicata.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas utilizando o teste Tukey ao nível de 5% de significância, exceto em alguns casos quando só haviam duas médias que foi utilizado Teste-t a 5%. O programa estatístico utilizado foi IBM SPSS Statistic® versão 21.0.

4. Resultados e discussão

Antes do início do experimento, a composição de lipídeos totais e ácidos graxos das dietas foi determinada, onde a percentagem de lipídeos totais foi na ordem de 0,62% (Tab. 2).

De modo geral, dieta de bovinos terminados em confinamento apresenta entre 2 a 3% de lipídeos totais (NRC, 2000). No entanto, nesse trabalho foi encontrado média 0,61%. A composição das amostras pode ter dificultado a liberação da gordura, pois a dieta possuía altos teores de carboidratos (Bligh; Dyer, 1959).

As percentagens das somas dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados foram 27,1; 36,4 e 36,5%, respectivamente. Desta forma, o somatório dos insaturados foi de 63,5%, essa elevada percentagem pode ser explicada pela grande quantidade de milho presente na dieta (79,2%). Os valores de ômega 6 foi elevado (36%); enquanto que a percentagem de ômega 3 foi baixa (0,4%). Portanto, a razão entre as famílias de ácidos graxos foi de 99 partes de ômega 6 para uma parte de ômega 3. A razão dos ácidos graxos poliinsaturados e monoinsaturados foi de 1. Porém, em ruminantes o perfil lipídico na dieta tem pouca importância na composição da carne, uma vez que os ácidos graxos sofrem uma grande biohidrogenação no rúmen (Tamminga; Doreau, 1991; Menezes *et al.*, 2010).

Tabela 2. Lipídeos totais e somatório de ácidos graxos presente nas rações suplementados com óleos essenciais de cravo e de canela

Ácidos graxos (%)	Dietas ¹				
	CON	CRA35	CRA70	CAN35	CAN70
Lipídeos totais	0,53	0,66	0,62	0,62	0,66
Saturados	33,0	30,0	20,7	29,0	22,7
Monoinsaturados	34,4	39,6	32,6	39,9	35,5
Poliinsaturados	32,63	30,39	46,75	31,13	41,76
n-6 ²	32,23	30,10	46,44	30,62	41,37
n-3 ³	0,40	0,29	0,31	0,51	0,39
n-6:n-3 ⁴	80,85	103,46	148,44	60,17	106,15
AGP:AGS ⁵	0,95	0,77	1,44	0,78	1,18

¹Dietas: CON = controle (sem adição de óleo essencial na dieta); CRA35 = 3500 mg/dia óleo essencial de cravo; CRA70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de cravo; CAN35 = 3500 mg/dia de óleo essencial de canela; CAN70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de canela; ²ômega 6; ³ômega 3; ⁴Razão entre ômega 6:ômega 3; ⁵Razão entre ácidos graxos poliinsaturados:ácidos graxos saturados.

A Tabela 3 demonstra a distribuição das principais classificações de ácidos graxos encontrados na carne bovina, por meio de análises cromatográficas. Não houve diferenças entre os tratamentos que receberam óleo essencial na dieta. Trabalhos com adição do óleo essencial de cravo na dieta de bovinos não foram encontrados da literatura. No entanto, pesquisas com a adição de óleo essencial de canela foram relatados com ovinos, com adição de 200 mg/kg/MS e também não encontraram diferenças no perfil lipídico da carne (Chaves *et*

al., 2008), o mesmo autor em outro experimento utilizando 0, 100, 200 e 400 mg/kg/MS ainda não encontra diferenças (Chaves *et al.*, 2011).

Tabela 3. Composição de ácidos graxos presentes no músculo *longissimus dorsi et thoracis* dos animais suplementados com óleo essencial de cravo e de canela

Ácidos graxos (%)	Dietas ¹					EPM	P-valor
	CON	CRA35	CRA70	CAN35	CAN70		
14:0	3,24	3,48	3,29	3,68	3,06	0,07	0,74
14:1n-9	0,69	0,79	0,81	0,77	0,63	0,03	0,38
14:1n-5	0,26	0,24	0,19	0,27	0,19	0,01	0,71
15:0	0,42	0,51	0,48	0,48	0,40	0,01	0,53
15:1n-5	1,82	1,37	1,27	1,24	1,53	0,13	0,74
16:0	27,2	28,3	27,2	28,5	29,1	0,34	0,42
16:1n-7	2,50	2,75	2,89	2,80	2,69	0,09	0,75
16:2n-6	0,49	0,44	0,41	0,48	0,42	0,01	0,73
17:0	0,74	0,99	0,89	0,88	0,83	0,02	0,52
17:1n-7	0,86	0,63	0,63	0,61	0,72	0,09	0,26
18:0	17,8	17,0	16,5	17,4	16,6	0,32	0,75
18:1n-9t	0,35	0,60	0,65	0,55	0,26	0,07	0,35
18:1n-9c	33,0	33,9	35,7	33,2	34,5	0,52	0,52
18:1n-7	1,06	1,16	1,00	1,05	1,13	0,05	0,90
18:2n-6	6,55	5,52	5,69	6,25	5,99	0,42	0,97
18:3n-6	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,002	0,68
18:3n-3	0,18	0,16	0,16	0,15	0,17	0,008	0,59
20:0	0,18	0,24	0,23	0,24	0,21	0,009	0,34
20:1n-9	0,09	0,08	0,10	0,06	0,09	0,007	0,81
20:4n-6 (AA)	0,29	0,22	0,23	0,21	0,21	0,02	0,85
20:5n-3 (EPA)	1,33	1,02	1,00	0,83	1,08	0,10	0,90
24:0	0,13	0,08	0,09	0,08	0,09	0,01	0,64
24:1n-9	0,16	0,14	0,14	0,14	0,17	0,01	0,92
22:6n-3 (DHA)	0,31	0,20	0,19	0,24	0,27	0,03	0,81
Lipídeos totais	1,10	1,84	1,23	1,20	1,48	0,18	0,70
Saturados	49,6	50,6	48,6	51,2	50,3	0,48	0,82
Monoinsaturados	41,1	41,8	43,6	40,5	41,5	0,55	0,58
Poliinsaturados	9,23	7,64	7,76	8,24	8,21	0,57	0,94
n-6 ²	7,40	6,25	6,40	7,02	6,69	0,44	0,96
n-3 ³	1,83	1,38	1,36	1,22	1,52	0,14	0,87
n-6:n-3 ⁴	5,29	4,60	4,74	6,22	4,43	0,30	0,85
AGP:AGS ⁵	0,23	0,18	0,18	0,20	0,20	0,01	0,93

¹Dietas: CON = controle (sem adição de óleo essencial na dieta); CRA35 = 3500 mg/dia óleo essencial de cravo; CRA70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de cravo; CAN35 = 3500 mg/dia de óleo essencial de canela; CAN70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de canela; ²ômega 6; ³ômega 3; ⁴Razão entre ômega 6:ômega 3; ⁵Razão entre ácidos graxos poliinsaturados:ácidos graxos saturados.

Não são todos os ácidos graxos saturados que são considerados hipercolesterolêmicos. O ácido graxo mais indesejável seria o ácido mirístico (14:0), o qual foi encontrado um valor médio de 3,4% na carne desses animais, valores considerado dentro dos padrões para a carne bovina (French *et al.*, 2000; Jiménez-Colmenero *et al.*, 2001). O ácido palmítico (16:0) é o que possui menor efeito hipercolesterolêmico, com um valor médio de 28,1%. E por fim, o ácido esteárico (18:0), com média de 34,1% do total dos ácidos graxos saturados na carne, mas é considerado de efeito nulo, pois se transforma em ácido oléico (18:1n-9) no organismo, não influenciando os níveis sanguíneos de colesterol (Hocquette *et al.*, 2005).

Os ácidos graxos poliinsaturados mais representativos na carne bovina são os ácidos linoléico (18:2n-6), araquidônico (20:4n-6), eicosapentaonóico (20:5n-3) e docosahexaenóico (22:6n-3) (Lage, 2004; Willians, 2000), juntos foram encontrados em uma quantidade média de 7,93% na carne.

A percentagem de lipídeos totais observada no músculo *longissimus dorsi* não foi influenciada ($P>0,05$) pelas dietas. A média observada foi de 1,37%. Os valores observados são considerados baixos para esta categoria animal, terminados em sistema intensivo e dieta alto grão. Esses baixos valores podem ser explicados pela precocidade de abate desses animais (17 meses de idade) e pela condição fisiológica dos bovinos (machos não castrados) (Prado *et al.*, 2008; Lee *et al.*, 1990).

Não houve efeito ($P>0,05$) da dieta nos percentuais de AGM e AGP no músculo *longissimus* dos bovinos com média de 41,7 e de 8,21%, respectivamente, do total dos ácidos graxos quantificados. Os resultados obtidos neste experimento demonstraram que a gordura da carne destes bovinos foi constituída em metade por ácidos graxos insaturados, sendo estes benéficos à saúde humana. A outra metade é composta de ácidos graxos saturados, no qual grande parte se refere ao ácido graxo esteárico, sendo este, considerado neutro, no que tange aos níveis de colesterol sanguíneo.

A razão de AGP:AGS não foi alterada ($P>0,05$) pela dieta, apresentando valor médio de 0,2. Razão esta, que de acordo com o Departamento de Saúde da Inglaterra (HMSO, 1994) é preconizada para estar acima de 0,4, para que a alimentação traga benefícios à saúde humana. A baixa razão quantificada pode ser explicada em partes pela elevação do ácido esteárico, sendo este resultado do produto final da biohidrogenação ruminal do AGI.

Da mesma forma, a razão n-6:n-3 não apresentou diferença ($P>0,05$) entre as dietas, com uma razão média de 5,0. Esta razão deve ser menor do que quatro partes de n-6, para

uma parte de n-3. De acordo com Enser *et al.* (1998) esta razão é importante pelos riscos de câncer e doenças coronarianas que uma dieta desbalanceada proporciona.

Os brasileiros, em sua grande maioria consomem carnes bem passadas, por isso a carne ainda foi avaliada quanto ao perfil de ácidos graxos após a cocção e apresentados na tabela 4. As dietas com a adição de óleos essenciais de cravo e canela não tiveram diferenças ($P>0,05$), portanto os resultados foram apresentados com as médias de todos os tratamentos.

O tratamento térmico, no geral, não alterou a composição de ácidos graxos quando comparado a carne crua ($P>0,05$), exceto pelo ácido graxo mirístico (14:0) e gondóico (20:1n-9) que aumentaram sua concentração, provavelmente devido à perda de água observada. Resultado semelhante ao encontrado por Sarriés *et al.*, 2009 em cozimento da carne (grelhado a 140° C por 30 min) de novilhas mestiças charolesas. Sugerindo que o tratamento térmico causa alterações mínimas sobre os ácidos graxos da carne, sendo benéfica para a conservação do produto retardando a oxidação e desenvolvimento de odores desagradáveis.

Quando as amostras foram analisadas cozidas, foi observado que houve aumento no teor de lipídeos ($P>0,05$) decorrente da perda de água com a consequente concentração dos constituintes. As gorduras saturadas solidificam após o cozimento afetando positivamente nas características sensoriais da carne. Além de melhorar a digestibilidade, reduzir ou eliminar microrganismos patogênicos, trazendo ao alimento melhores condições sanitárias (Yancey *et al.*, 2011).

Tabela 4. Composição de ácidos graxos do músculo *longissimus dorsi et thoracis* in natura e após cocção a 72°C

Ácidos graxos (%)	Tratamentos ¹		EPM	P-valor
	<i>In natura</i>	Cozida		
14:0	3,21	3,48	0,06	0,04
14:1n-9	0,75	0,81	0,02	0,24
14:1n-5	0,22	0,27	0,01	0,23
15:0	0,44	0,48	0,01	0,64
15:1n-5	1,47	1,36	0,08	0,53
16:0	28,0	28,7	0,4	0,38
16:1n-7	2,69	2,83	0,07	0,38
16:2n-6	0,45	0,45	0,01	0,99
17:0	0,83	0,88	0,02	0,41
17:1n-7	0,69	0,70	0,02	0,80
18:0	16,9	17,6	0,25	0,17
18:1n-9t	0,41	0,52	0,05	0,29
18:1n-9c	34,1	32,2	0,89	0,29
18:1n-7	1,08	1,07	0,03	0,89
18:2n-6	6,06	6,06	0,29	0,99
18:3n-6	0,07	0,07	0,002	0,92
18:3n-3	0,17	0,18	0,007	0,71
20:0	0,22	0,24	0,007	0,12
20:1n-9	0,09	0,06	0,006	0,02
20:4n-6 (AA)	0,24	0,23	0,01	0,83
20:5n-3 (EPA)	1,13	1,06	0,07	0,66
24:0	0,12	0,12	0,01	0,87
24:1n-9	0,14	0,14	0,007	0,63
22:6n-3 (DHA)	0,27	0,27	0,02	0,97
Lipídeos totais	1,37	3,83	0,24	0,00
Saturados	49,7	51,5	0,63	0,15
Monoinsaturados	41,8	40,1	0,8	0,29
Poliinsaturados	8,42	8,35	0,4	0,93
n-6 ²	6,83	6,82	0,31	0,98
n-3 ³	1,58	1,52	0,09	0,76
n-6:n-3 ⁴	4,65	4,73	0,2	0,85
AGP:AGS ⁵	0,20	0,23	0,02	0,45

¹Tratamentos: In natura = produto avaliado cru; cozida = produto avaliado após cocção a 72 °C. ²ômega 6; ³ômega 3; ⁴Razão entre ômega 6:ômega 3; ⁵Razão entre ácidos graxos poliinsaturados:ácidos graxos saturados.

5. Conclusão

A incorporação dos óleos essenciais de cravo e de canela na dieta de bovinos, nos níveis de 3500 e 7000 mg/animal/dia não alterou o perfil de ácidos graxos da carne. Da

mesma forma, a proporção de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados, ômega 6 e ômega 3, bem como a razão entre ômega 6:ômega 3 e a razão entre ácidos graxos poliinsaturados:ácidos graxos saturados. Mesmo após a cocção os efeitos foram discretos, sendo correlacionados com a perda de água decorrendo do processo.

Referências

- ARICETTI, J. A.; ROTTA, P. P.; PRADO, R. M.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J. L.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I. N. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus* muscle of bulls and steers finished in a pasture system. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, v. 21, n. 10, p. 1441-1448, 2008.
- BAKKALI, F.; AVERBECK, S.; AVERBECK, D.; IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils—a review. *Food and Chemical Toxicology*, v. 46, n. 2, p. 446-475, 2008.
- BENCHAAR, C.; CHAVES, A. V.; FRASER, G. R.; WANG, Y.; BEAUCHEMIN, K. A.; MCALLISTER, T. A. Effects of essential oils and their components on *in vitro* rumen microbial fermentation. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 87, n. 3, p. 413-419, 2007.
- BENCHAAR, C.; CHOUINARD, P. Y. Short communication: Assessment of the potential of cinnamaldehyde, condensed tannins, and saponins to modify milk fatty acid composition of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 92, n. 7, p. 3392-3396, 2009.
- BIONDO, P. B. F.; CARBONERA, F.; ZAWADZKI, F.; CHIAVELLIA, L. U. R.; PILAU, E. J. P.; PRADO, I. N.; VISENTAINERA, J. V. Antioxidant capacity and identification of bioactive compounds by GC-MS of essential oils commercialized in Brazil. *Journal of Essential Oil Research*, v. in press, n., p., 2016.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, v. 37, n. 8, p. 911-917, Aug 1959.
- BRETSCHNEIDER, G. Effects of age and method of castration on performance and stress response of beef male cattle: A review. *Livestock Production Science*, v. 97, n. 2, p. 89-100, 2005.
- BUSQUET, M.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A.; KAMEL, C. Plant extracts affect *in vitro* rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, v. 89, n. 2, p. 761-771, 2006.
- 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*, v. 90, n. 6, 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*, v. 89, n. 7, p. 2649-2658, 2006.
- CHAVES, A. V.; STANFORD, K.; GIBSON, L. L.; MCALLISTER, T. A.; BENCHAAR, C. Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Animal Feed Science and Technology*, v. 145, n. 1-4, p. 396-408, 2008.

- CHAVES, A. V.; SCHEI, I.; WANG, Y.; MCALLISTER, T. A.; BENCHAAAR, C. Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on microbial fermentation when added to a barley-or corn-based diet in a continuous-culture system. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 89, n. 1, p. 97-104, 2009.
- CIOMS/OMS. *Council for International Organizations of Medical Services*: secondary title. WHO Distribution and sales service, 1211 Geneva 27, Switzerland, 1985.
- DURMIC, Z.; MCSWEENEY, C. S.; KEMP, G. W.; HUTTON, P.; WALLACE, R. J.; VERCOE, P. E. Australian plants with potential to inhibit bacteria and processes involved in ruminal biohydrogenation of fatty acids. *Animal Feed Science and Technology*, v. 145, n. 1-4, p. 271-284, 2008.
- ENSER, M.; HALLETT, K. G.; HEWETT, B.; FURSEY, G. A. J.; WOOD, J. D.; HARRINGTON, G. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. *Meat Science*, v. 49, n. 3, p. 329-341, 1998.
- FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J.; MOLONEY, A. P. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *Journal of Animal Science*, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, 2000.
- FUGITA, C. A. (2013). *Aditivos naturais na dieta de bovinos (Angus vs. Nelore) terminados em confinamento*. Unpublished Thesis, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- HART, K. J.; YÁÑEZ-RUIZ, D. R.; DUVAL, S. M.; MCEWAN, N. R.; NEWBOLD, C. J. Plant extracts to manipulate rumen fermentation. *Animal Feed Science and Technology*, v. 147, n. 1-3, p. 8-35, 2008.
- HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acid methyl esters from lipids. *Laboratory Practice*, v. 22, p. 475-476, 1973.
- HMSO. England Department of Health Nutritional. Aspects of cardiovascular disease. *Report on Health and Social Subjects*, v. 46, n., p. 37-46, 1994.
- HOCQUETTE, J. F.; RICHARDSON, R. I.; PRACHE, S.; MEDALE, F.; DUFFY, G.; SCOLLAN, N. D. The future trends for research on quality and safety of animal products. *Italian Journal of Animal Science*, v. 4, n. SUPPL. 3, p. 49-72, 2005.
- JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; CARBALLO, J.; COFRADES, S. Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science*, v. 59, n. 1, p. 5-13, 2001.
- LAGE, J. F.; PAULINO, P. V.; PEREIRA, L. G.; DUARTE, M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. S.; SOUZA, N. K.; LIMA, J. C. Carcass characteristics of feedlot lambs fed crude glycerin contaminated with high concentrations of crude fat. *Meat Science*. 96: 108-113, 2014.

- LEE, M. R. F.; EVANS P. R.; NUTE, G. R.; RICHARDSON, R. I. and SCOLLAN, N. D. A comparison between red clover silage and grass silage feeding on fatty acid composition, meat stability and sensory quality of the M. Longissimus muscle of dairy cull cows. *Meat Science*. v.81, p. 738-744, 2009.
- MELTON, S. L. Methodology for following lipid oxidation in muscle foods. *Food Technology*, v. 37, n. 7, p. 105-111, 1983.
- MAIA; E. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Avaliação de um método simples e econômico para a metilação de ácidos graxos com lipídios de diversas espécies de peixes. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 53, p. 27-35, 1993.
- MENEZES, L. F. G.; KOZLOSKI, G. V.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; PAZDIORA, R. D.; CATTELAM, J. Profile of ingested fatty acids and in the duodenal digest of steers fed different diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 11, p. 2502-2511, 2010.
- NRC. *Nutrient Requirements of Beef Cattle: 7th ed.* Natl. Acad. Press, Washington, DC., 2000. 276 p.
- OLIVEIRA, R. L.; LADEIRA, M. M.; BARBOSA, M. A. A. F.; ASSUNÇÃO, D. M. P.; MATSUSHITA, M.; SANTOS, G. T.; OLIVEIRA, R. L. Ácido linoléico conjugado e perfil de ácidos graxos no músculo e na capa de gordura de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídios. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 60, n. 1, p. 169-178, 2008.
- PRADO, I. N.; PRADO, R. M.; ROTTA, P. P.; VISENTAINER, J. V.; MOLETTA, J. L.; PEROTTO, D. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of crossbred bulls (*Bos taurus indicus* vs *Bos taurus taurus*) finished in feedlot. *Journal of Animal and Feed Sciences*, v. 17, n., p. 295-306, 2008.
- RIVAROLI, D. C., GUERRERO, A., VALERO, M. M., ZAWADZKI, F., EIRAS, C. E., CAMPO, M. M., SAÑUDO, C., JORGE, A. M.; PRADO, I. N. 2016. Effect of essential oils on meat and fat qualities of crossbred young bulls finished in feedlot. *Meat Science*, in press.
- SARRIÉS, M. V.; MURRAY, B. E.; MOLONEY, A. P.; TROY, D. and BERIAIN, M. J. The effect of cooking on the fatty acid composition of longissimus muscle from beef heifers fed rations designed to increase the concentration of conjugated linoleic acid in tissue. *Meat Science*. Vol. 81, p. 307 – 312, 2009
- SCHMID, A.; COLLOMB, M.; SIEBER, R.; BEE, G. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. *Meat Science*, v. 73, n. 1, p. 29-41, 2006.
- TAMMINGA, S.; DOREAU, M. Lipids and rumen digestion. In: Jouany, J.-P. (Ed.). *Rumen microbial metabolism and ruminant digestion*. Paris, FR: Institut National de la Recherche Agronomique, 1991, p.151-164.
- VASTA, V.; JERÓNIMO, E.; BROGNA, D. M. R.; DENTINHO, M. T. P.; BIONDI, L.; SANTOS-SILVA, J.; PRIOLO, A.; BESSA, R. J. B. The effect of grape seed extract or *Cistus ladanifer* L. on muscle volatile compounds of lambs fed dehydrated lucerne supplemented with oil. *Food Chemistry*, v. 119, n. 4, p. 1339-1345, 2010.
- VASTA, V.; PAGANO, R. I.; LUCIANO, G.; SCERRA, M.; CAPARRA, P.; FOTI, F.; CILIONE, C.; BIONDI, L.; PRIOLO, A.; AVONDO, M. Effect of morning vs. afternoon

grazing on intramuscular fatty acid composition in lamb. *Meat Science*, v. 90, n. 1, p. 93-98, 2012.

VALERO, M. V.; FARIAS, M. S.; ZAWADZKI, F.; PRADO, R. M.; FUGITA, C. A.; RIVAROLI, D. C.; ORNAGHI, M.; PRADO, I. N. Propolis and functional oils (cashew and castor oils) on animal performance, apparent digestibility and blood cells of growing crossbred bulls reared in an intensive system. *Livestock Science*, v. in press, n., p. 1-25, 2014.

ZAWADZKI, F.; BONAFÉ, E. G.; PRADO, R. M.; VALERO, M. V.; VISENTAINER, J. E. L.; PRADO, I. N. Corn replace by glycerin and functional oils (*Anacardium acid* and *Ricinoleic acid*) as additive alternative in the diets of crossbred bulls finished in feedlot: carcass and *Longissimus dorsi* characteristics. *Meat Science*, v. in press, n., p., 2013.

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; HUGHES, S. I.; WHITTINGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Science*, v. 78, n. 4, p. 343-358, 2008.

YANCEY, J. W. S.; WHARTON, M. D.; APPLE, J. K. Cookery method and end-point temperature can affect the Warner–Bratzler shear force, cooking loss, and internal cooked color of beef longissimus steaks. *Meat Science*, v. 88, n. 1, p. 1-7, 2011.

YANG, W. Z.; AMETAJ, B. N.; BENCHAAR, C.; HE, M. L.; BEAUCHEMIN, K. A. Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: Intake, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. *Journal of Animal Science*, v. 88, n. 3, p. 1082-1092, 2010.

6 ARTIGO C – REVISTA MEAT SCIENCE

Propriedades tecnológicas da carne de bovinos alimentados com óleo essencial de cravo (*Eugenia caryophyllus*) e da canela (*Cinnamomum zeylacium*)

Camila Mottin^{a*}; Ana Maria Bridi^a; Ivanor Nunes do Prado^b

^aDepartamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brasil

^bDepartamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná, Brasil

*Autor correspondente: Camila Mottin. Tel: +55-44-30164044, E-mail: camilamottin@hotmail.com

Resumo

Este trabalho foi realizado para avaliar a adição de dois níveis de óleos essenciais de cravo e de canela (3500 ou 7000 miligramas/animal/dia) sobre as propriedades funcionais da carne e tempo de armazenamento. Foram utilizados 40 bovinos cruzados (½ Pardo Suíço - ½ Nelore) com 10 ± 2 meses de idade e peso médio inicial de $219 + 11,7$ kg, terminados em confinamento com dieta de alto grão durante 187 dias. A adição de óleos essenciais na dieta dos bovinos não modificou o pH, capacidade de retenção de água, textura e percentagens de umidade, cinzas, proteína bruta, lipídeos totais e níveis de colágeno da carne. Por outro lado, o pH e a textura, reduziram com o tempo de armazenamento ($P < 0,05$). Em conclusão, a adição de óleos essenciais na dieta de bovinos confinados não alterou a qualidade e composição química da carne. No entanto, o tempo de armazenamento torna a carne mais macia, sem alterar, todavia, sua perda de água.

Palavras-chave: Cinamaldeído, composição química, eugenol, qualidade da carne

Technological properties of the meat of young bulls fed with essential oil of clove (*Eugenia caryophyllus*) and cinnamon (*Cinnamomum zeylacium*)

Abstract

This study was conducted to evaluate the addition of two levels of essential oils of clove and cinnamon (3500 or 7000 mg / animal / day) on the functional properties of meat and storage. In total we were used 40 young bulls (½ Brown Swiss - ½ Nellore) with 10 ± 2 months of age and average weight of $219 + 11.7$ kg finished in feedlot with high grain diet for 187 days. The addition of essential oils in the diet of animals did not change the pH, water holding capacity, tenderness, and moisture percentages, ash, crude protein, total lipid and collagen levels in meat. On the other hand, the pH and tenderness, decreased with storage time ($P < 0.05$). In conclusion, the addition of essential oils in feedlot diet did not change the quality and composition of the meat. However, the storage period becomes softer meat, without altering, however, its water loss.

Keywords: Cinnamaldehyde, chemical composition, eugenol, meat quality

Highlights

- Os óleos essenciais de cravo e de canela não alteraram as propriedades físico químicas da carne
- Os óleos essenciais de cravo e de canela não alteraram as características nutricionais da carne
- Os óleos essenciais de cravo e de canela não modificaram o pH, perdas de líquidos, textura e composição centesimal da carne.
- Os óleos essenciais de cravo e de canela podem ser utilizados na produção animal, sem prejudicar a qualidade da carne.

1. Introdução

Os ionóforos como, por exemplo, monensina e lasalocida sódica têm sido usados desde a década de 80 com sucesso para modular a fermentação ruminal e melhorar a eficiência alimentar (Bergen & Bates, 1984; Russell & Strobel, 1989) no sistema de produção de ruminantes. Principalmente para melhorar o *status* energético aumentando a produção de propionato e reduzindo a produção de acetato e butirato, assim como, a produção de metano (Tomkins et al., 2015). No entanto, o uso destas substâncias está sendo proibida em função do risco de resistência aos organismos vivos (Russell & Houlihan, 2003). Na realidade, pela lei criada em 2003 está proibido o uso destas substâncias no continente europeu desde 2006 (OJEU, 2003). Desta forma, novas substâncias são pesquisadas com a finalidade de obter efeitos semelhantes na produção animal sem, no entanto, alterar negativamente a composição e qualidade da carne (Burt, 2004)

Nos últimos anos, está ocorrendo um aumento no interesse da utilização de compostos bioativos de plantas como moduladores da fermentação ruminal (Cruzen, Paulino, Lonergan, & Huff-Lonergan, 2014; Valero et al., 2015). Desta forma, vários estudos estão sendo realizados para avaliar o potencial da adição dos óleos essenciais na dieta de ruminantes para modular a fermentação ruminal e melhorar a eficiência alimentar (Calsamiglia, Busquet, Cardozo, Castillejos, & Ferret, 2007; Greathead, 2003). Entre as substâncias pesquisadas, os óleos essenciais de cravo e canela têm merecido boa parte da atenção (Yang, Ametaj, Benchaar, He, & Beauchemin, 2010; Yang, Benchaar, Ametaj, & Beauchemin, 2010) em função da sua alta atividade antioxidante (Biondo et al., 2016).

O eugenol é o principal composto ativo do cravo; enquanto o da canela é o cinamaldeído (Biondo et al., 2016). Vários estudos foram conduzidos para avaliar o efeito desses óleos essenciais sobre a produção ruminal e os resultados são conflitantes (Benchaar et al., 2008; Chaves, Schei, Wang, McAllister, & Benchaar, 2009). Alguns estudos mostraram que o efeito destes compostos na alimentação animal são doses dependentes (Busquet, Calsamiglia, Ferret, & Kamel, 2005, 2006). No entanto, informações sobre a ação dos óleos de cravo e canela sobre a composição e qualidade da carne são escassas (Jayasena & Jo, 2013).

Desta forma, este estudo foi realizado para avaliar o efeito de duas doses de óleos de cravo e de canela (3500 ou 7000 miligramas/animal/dia) e do tempo de armazenamento sobre a composição química e qualidade da carne de bovinos não castrados, terminados em confinamento e alimentados com uma dieta de alto concentrado.

2. Material e métodos

2.1. Comitê de ética e local

Este experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (CEUA-UEM) em respeito aos princípios da pesquisa biomédica com animais (CIOMS/OMS, 1985) de acordo com o Artigo 10 da Resolução UEM 032/2006 – CEP (Anexo A) e foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi, pertencente à Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

2.2. Animais, instalações e dietas

Para realização desse trabalho, foram utilizados 40 bovinos, mestiços (½ Pardo Suíço - ½ Nelore), meio irmãos, não castrados, recém desmamados, mantidos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu oriundos de uma única propriedade situada no município de Pedro Gomes – MS. Os animais tinham cerca de dez meses de idade e peso médio de $219 \pm 11,7$ kg e foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. No início do experimento os animais passaram por um período de adaptação de duas semanas.

Os bovinos foram pesados, identificados e everminados no início do experimento e alojados aleatoriamente em baias individuais com chão de concreto, com dimensões de 10 m². As baias eram parcialmente cobertas com bebedouros automáticos e comedouros em alvenaria (2 x 0,4 x 0,5 m).

A formulação das dietas e a quantidade fornecida aos animais foram calculadas para ganho de 1,5 kg/dia (NRC, 2000) sendo estas constituídas de 10% de volumoso (bagaço de cana peletizado) e 90% concentrado (milho moído, farelo de soja, suplemento mineral e vitamínico e levedura – *Saccharomyces cerevisiae*) (Tabela 1). As dietas foram isoenergéticas e isoprotéicas.

A escolha do óleo essencial a ser incorporado na ração foi de acordo com as propriedades antioxidantes avaliadas em ensaios *in vitro* de atividade antioxidante, com o método da inibição do radical 2,2-difenil-1-picrilidrazila (DPPH), ensaio com radical 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid (ABTS), e análise de *Ferric Reducing Ability Power* (FRAP). Em seguida foram selecionados os óleos essenciais de cravo e canela, ambos extraídos da folha, dentre os óleos essenciais avaliados (Biondo et al., 2016). Os óleos de cravo (*Eugenia caryophyllus*) e de canela (*Cinnamomum zeylacium*) foram os que apresentaram melhores características antioxidantes. Os óleos naturais foram extraídos por

destilação a vapor e adquiridos na empresa Ferquima[®], São Paulo, Brasil. O óleo de cravo continha 84,5%, 13,3% e 1,3% de eugenol, cariofileno e acetato de eugenol, respectivamente. O óleo de canela continha 78,8%, 4,7% e 3,2% de cinamaldeído, cariofileno e α -pineno, respectivamente, conforme determinado por Biondo et al. (2016) no laboratório de química da Universidade Estadual de Maringá, com uso de cromatografia gasosa acoplado a espectrometria de massa.

Os animais foram distribuídos em cinco tratamentos com adição de óleo cravo e canela nas seguintes dietas: Controle (CON): 0 mg de óleo/animal/dia; Cravo 35 (CRA35): adição de 3500 mg de óleo essencial/animal/dia; Cravo 70 (CRA70): adição de 7000 mg de óleo essencial/animal/dia; Canela 35 (CAN35): adição de 3500 mg de óleo essencial/animal/dia e Canela 70 (CAN70): 7000 g de óleo essencial/animal/dia.

As rações experimentais foram preparadas na fábrica da fazenda experimental, onde os ingredientes foram homogeneizados em misturador vertical com capacidade para 1000 kg. Todavia, era preparada uma pré-mistura para ser incorporado o óleo essencial, que era diluído em álcool etílico absoluto CAS 64-17-5 Sinth[®] na proporção (1:1; v/v) e adicionados na pré-mistura, logo após homogeneizados em misturador do tipo “Y” e posteriormente incorporado na batida total.

Semanalmente o consumo médio diário dos animais foi calculado de acordo com dados anotados em uma planilha. Baseado nesse valor cada tratamento tinha a incorporação do óleo na quantidade de ração que estava sendo consumida naquele momento. Após preparadas, as rações foram acondicionadas em sacos de ráfia em polipropileno trançado e alocados sobre paletes em galpão de alvenaria, coberto e arejado.

Baseado em pesquisas da literatura e trabalhos realizados pelo grupo de pesquisa GENAC (Grupo de estudos em nutrição e análises de carne) a campo com óleos essenciais com 3 g/animal/dia de óleo de mamona e caju realizado por Zawadzki et al. (2013) e Valero et al. (2014); 4 g/animal/dia do mesmo óleo realizado por Fugita (2013); e com um mix de óleos essenciais de orégano, alho, limão, alecrim, timo, eucalipto e laranja doce utilizados em 3,5 e 7 g por Rivaroli et al. (2016) e sabendo que o óleo essencial é dose dependente foram suplementados na ração a quantidade de 3500 mg/animal/dia, que já é uma dose amplamente relatada como eficaz e como desafio a dose de 7000 mg/animal/dia.

O experimento teve duração de 187 dias e os animais foram abatidos com aproximadamente 17 meses de idade e peso vivo médio de $475 \pm 51,3$ kg em frigorífico comercial seguindo as normas de abate do Serviço de Inspeção Estadual (SIE) da Legislação Brasileira (Brasil, 2000). O estabelecimento ficava a 70 km (Arapongas, Paraná) da unidade

experimental e os animais foram transportados em estrada pavimentada em caminhão duplo articulado (*truck*) com densidade de 0,5 m linear por animal.

Tabela 1. Ingredientes e composição química dos alimentos (% MS) utilizados nas dietas

Ingredientes	Composição química							Dieta (%)
	MS ¹	PB ²	MO ³	EE ⁴	FDN ⁵	FDA ⁶	NDT ⁷	
Bagaçõ ⁸	94,7	1,8	98,0	0,5	78,7	49,2	45,0	10,3
Milho moído	88,9	10,0	99,1	3,5	17,7	4,4	90,0	79,5
Farelo de soja	88,6	49,7	93,1	1,3	13,7	5,9	72,0	5,2
Premix ⁹	88,0	56,0	94,7	17,0	12,0	6,0	90,0	4,2
Calcário	98,0							0,4
Sal branco	98,0							0,4
Levedura	98,0	30,0	98,0					0,004
Dieta (%)	89,9	13,3	97,5	3,9	29,3	12,4	82,4	100,0

¹Matéria seca; ²Proteína bruta; ³Matéria orgânica; ⁴Extrato etéreo; ⁵Fibra em detergente neutro; ⁶Fibra em detergente ácido; ⁷Nutrientes digestíveis totais; ⁸Bagaçõ de cana de açúcar peletizado; ⁹Premix: Cálcio (50 g/kg), magnésio (57 g/kg), sódio (81 g/kg), enxofre (3,75 g/kg), cobalto (20 mg/kg), cobre (500 mg/kg), iodo (25 mg/kg), manganês (1.500 mg/kg), selênio (10 mg/kg), zinco (2.000 mg/kg), vitamina A (400.000 UI/kg), vitamina D3 (50.000 UI/kg), vitamina E (750 UI/kg), extrato etéreo (168 g/kg) e uréia (200 g/kg).

2.3. Amostragem do músculo *longissimus thoracis*

Após o abate, a carcaça foi resfriada (24 horas) em câmara fria em temperatura de $4 \pm 1^\circ \text{C}$. Após as mensurações dos parâmetros de carcaça, o contrafilé (*longissimus thoracis*) foi coletado entre a 6^a e 13^a costelas da meia carcaça esquerda para as análises de qualidade da carne.

2.4. Condições de armazenamento

As amostras de perdas por gotejamento foram analisadas assim que filetadas do contra-filé; as demais pertencentes ao dia 1 foram imediatamente congeladas. Os bifes referentes aos dias 7 e 14 de armazenamento foram embalados a vácuo em sacos plásticos de nylon-poli 25 x 15 x 0,18 cm transparente e soldados em seladora a vácuo de câmara da marca Sulpack SVC 620 para posteriores análises, como determinação do pH, perdas por

armazenamento, descongelamento e cocção e textura. Todas as amostras foram expostas em câmara fria simulando condições de varejo em supermercados com iluminação artificial de fitas de LED (*Light Emitting Diode*) 5050 siliconada, branco frio, 4,8 W e devidamente acondicionados em temperatura de $4 \pm 1^\circ \text{C}$ até completarem os dias de armazenamento desejados, com o objetivo de mensurar a vida útil dos cortes e a influência da adição dos óleos essenciais na dieta. Posteriormente, foram armazenados em congelação nas mesmas condições que as amostras do primeiro dia de armazenamento.

2.5. pH

O pH inicial da carne foi mensurado 24 horas *post-mortem* entre a 12^a e 13^a costelas do músculo *longissimus thoracis*, conforme metodologia descrita por Young et al., 2004. O pH no dia 7 e 14 foi mensurado em amostras da 10^a costela do músculo *LT* com 2,5 cm de espessura. O equipamento utilizado foi o potenciômetro (modelo – Hanna HI 99163).

2.6. Capacidade de retenção de água

Para mensuração das perdas de água pelo gotejamento foram utilizados os bifes procedentes da 6^a costela do músculo *LT* com média de 2 cm de espessura e peso inicial de $98,7 \pm 15 \text{ g}$. Após pesagem em balança semi-analítica as amostras foram acondicionadas em câmara frigorífica com temperatura de $4 \pm 1^\circ \text{C}$ em recipientes plásticos com rede de tule suspensas de modo que a amostra não tivesse contato com a parte inferior do recipiente. Os frascos com os filetes foram armazenados resfriados e após 24 horas foram pesadas novamente para obtenção da perda de água.

As amostras experimentais para determinação das perdas por descongelamento e cocção consistiram de filetes de 2,5 cm da 10^a costela do músculo *LT* de peso médio $173,3 \pm 27,8 \text{ gramas}$. Os filetes do 1 dia de armazenamento foram previamente pesados, embaladas a vácuo e devidamente congelados em uma temperatura de -26°C .

Para a análise de perdas por descongelamento e armazenamento as amostras foram descongeladas em câmaras frias com temperatura de $4 \pm 1^\circ \text{C}$, por 24 horas, e posteriormente pesadas em balança semi-analítica. Em seguida, foram embaladas em papel alumínio e assadas em grill elétrico pré-aquecido a 200°C até atingirem a temperatura interna de 72°C , e após a cocção e esfriamento, as amostras foram pesadas novamente para a obtenção do dado de perda de líquido por cocção.

2.7. Warner-Blatzler Shear Force

Para determinação da força de cisalhamento foi adotado o procedimento padronizado e proposto por Wheeler et al. (1997). Utilizaram-se as amostras das análises de perda de água por descongelamento, armazenamento e cocção. O bife foi filetado em dez subamostras retangulares paralelamente ao sentido das fibras de 2,5 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro. A força de cisalhamento foi determinada perpendicularmente à orientação das fibras musculares com a lâmina Warner-Bratzler Shear adaptada no texturômetro Stable Mycro Systems TA-XT. As velocidades utilizadas foram de 1 mm/s no pré-teste e no teste e de 5 mm/s no pós-teste e distância de 3 cm. Os resultados foram expressos em kgf. As médias das leituras de cada amostra foram utilizadas nas análises estatísticas.

2.7. Composição química da carne

Para a composição centesimal (porcentagem de água, cinzas, proteína bruta, lipídeos totais e colágeno) foram utilizadas amostras da 11^a costela do músculo *LT* com 3 cm de espessura e cerca de 200 g. As amostras foram descongeladas em câmaras frias com temperatura de $4 \pm 1^\circ \text{C}$, por 24 horas, e posteriormente, moídas em processador de alimentos em potência 50 Hz até que as amostras de carnes ficassem homogêneas. Posteriormente, analisadas em placas de quartzo pelo princípio de Infravermelho Próximo Transmitância por meio do equipamento FoodScan™ Meat Analyser (Foss NIR Systems, Inc., USA).

2.8. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o modelo linear geral (GLM) em esquema fatorial 5 x 3 (5 dietas e 3 tempos de armazenamento) pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância com auxílio do programa estatístico IBM SPSS Statistic® versão 21.0. A dieta e os tempos de armazenamento foram considerados efeitos fixos estudando também as interações desses efeitos, e as demais médias como variáveis dependentes.

3. Resultados e discussão

Como não houve interação entre as dietas e os dias de armazenamento para as variáveis analisadas nesse trabalho, os dados foram discutidos individualmente.

3.1. pH

O valor ótimo do pH da carne deve ser abaixo de 5,8 pontos para ser considerado como carne normal sem efeitos adversos para seu consumo como, por exemplo, o processo DFD (*dark, firm and dry* ou escura, firme e seca) (Page, Wulf, & Schwotzer, 2001). Neste estudo o pH da carne de todos os tratamentos e tempos de armazenamento estiveram abaixo de 5,7 (Tabela 2) podendo, desta forma, considerar como a carne própria para consumo humano (Page et al., 2001). A adição de óleos essenciais de cravo ou de canela às dietas dos bovinos não alterou ($P>0,05$) o pH da carne nos três tempos de avaliação (1, 7 e 14 dias).

Tabela 2. Potencial hidrogênico (pH) do músculo *longissimus thoracis* de bovinos terminados em confinamento recebendo níveis de óleo essencial de cravo e de canela na dieta em três tempos de armazenamento a vácuo

Armazenamento	Dietas ¹						P valor
	CON	CRA35	CRA70	CAN35	CAN70	EPM	
1 dia	5,63A	5,61A	5,66A	5,68A	5,64	0,01	0,61
7 dias	5,44B	5,48AB	5,50AB	5,37B	5,53	0,02	0,38
14 dias	5,33B	5,36B	5,37B	5,31B	5,50	0,02	0,11
EPM	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03		
P valor	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10		

¹Dietas: CON = controle (sem adição de óleo essencial na dieta); CRA35 = 3500 mg/dia óleo essencial de cravo; CRA70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de cravo; CAN35 = 3500 mg/dia de óleo essencial de canela; CAN70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de canela. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna mostram efeito significativo entre os dias de armazenamento pelo teste Tukey 5%.

No entanto, pode-se observar redução no valor do pH com o aumento da vida útil, o que pode ser atribuído ao desenvolvimento de bactérias ácido lácticas (Purchas, Yan, & Hartley, 1999). Desta forma, a adição de óleos essenciais na suplementação de bovinos não tem influências no pH e nos aspectos sensoriais da carne, pois os valores de pH da carne podem influenciar em outras características, como cor, capacidade de retenção de água, textura, suculência e estabilidade microbiológica (Purchas & Aungsupakorn, 1993)

3.2. Capacidade de retenção de água

3.2.1. Perdas de líquidos por gotejamento

As perdas por gotejamento não foram influenciadas ($P>0,05$) pela inclusão dos óleos essenciais na dieta (Tabela 3). Resultados das perdas das carnes dos animais que receberam óleo essencial na dieta tiveram média de 2,1% em relação ao tratamento controle (1,9%). O ideal é que essas perdas fiquem em torno de 2% para não alterar na qualidade da carne, principalmente maciez (Monin, 1998), como ocorreu nesse estudo.

3.2.2. Perdas de líquidos por descongelamento e armazenamento

As perdas por descongelamento e armazenamento não foram influenciadas ($P>0,05$) pelas dietas (Tabela 3). As perdas por descongelamento, independentemente das dietas e tempos de armazenamento, foram da ordem de 10%. Estes resultados estão dentro do esperado, uma vez que não houve diferença entre o pH final da carne, e que mesmo diminuindo ao longo da vida útil, não são valores extremos para causar anomalias na carne (Tabela 2).

A distribuição e mobilidade da água no músculo e na carne têm influência sobre os atributos da qualidade da carne como, por exemplo, a suculência, textura, aparência, pH, entre outros (Pearce, Rosenvold, Andersen, & Hopkins, 2011). Durante a conversão do músculo em carne e durante o armazenamento o conteúdo, localização e mobilidade da água se alteram em função de vários fatores *ante mortem* (raça, local anatômico, estresse, transporte) e *post mortem* (procedimento de abate, resfriamento, temperatura, armazenamento da carne) (Honikel & Hamm, 1994; Pearce et al., 2011). A perda de líquido é induzida pela queda de pH no *rigor mortis*, pela variação do volume das miofibrilas e pela formação do complexo actina-miosina. Os fluídos são excretados e concentrados entre os feixes musculares e com o corte do músculo são drenados para a superfície pela ação da gravidade (Monin, 1991, 1998).

A armazenagem e congelamento são processos que visam manter as características originais de um produto e evitar alterações sensoriais do mesmo. Esses processos geram alterações na capacidade de retenção de água do produto, porém não foram observados nesse estudo, provavelmente devido a uma baixa manipulação do corte, rápido congelamento e pequeno período de congelamento (Pearce et al., 2011). Ainda, no que se refere à armazenagem, as carnes mesmo no primeiro dia de armazenagem estavam muito macias (Tabela 5), em torno de 5,20 kgf não passando por grandes transformações (reações

enzimáticas) no processo de armazenamento, fazendo com que não houvesse grandes danos a nível celular (Monin, 1991, 1998).

Tabela 3. Perdas por gotejamento, armazenamento e descongelamento do músculo *longissimus thoracis* de bovinos terminados em confinamento recebendo níveis de óleo essencial de cravo e de canela na dieta em três tempos de armazenamento a vácuo

Análise	Dietas ¹						EPM	P valor
	Dias	CON	CRA35	CRA70	CAN35	CAN70		
Perdas por gotejamento	1	1,85	1,98	1,99	2,42	1,99	0,07	0,10
Perdas por armazenamento e descongelamento	1	9,30	8,29	9,23	10,24	9,90	0,64	0,88
	7	10,67	9,33	11,07	11,53	9,95	0,35	0,30
	14	10,51	9,60	10,69	11,86	9,61	0,31	0,15
EPM		0,58	0,47	0,69	0,57	0,61		
P valor		0,62	0,51	0,54	0,50	0,97		

¹Dietas: CON = controle (sem adição de óleo essencial na dieta); CRA35 = 3500 mg/dia óleo essencial de cravo; CRA70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de cravo; CAN35 = 3500 mg/dia de óleo essencial de canela; CAN70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de canela.

3.2.3. Perdas de líquidos por cocção

A adição de óleos essenciais às dietas não influenciou ($P>0,05$) nas perdas por cocção da carne dos bovinos (Tabela 4). A perda média de água por cocção, independentemente, da dieta foi da ordem de 24,1%. De modo geral, as dietas não alteram as perdas por cocção da carne bovina e normalmente estão entre 20 e 25%. Assim sendo, os níveis de perdas de água observados neste experimento foram semelhantes às perdas mencionadas na literatura (Eiras et al., 2016; Prado et al., 2014).

No entanto, o tempo de armazenamento mostrou uma tendência ($P=0,06$) em reduzir as perdas de água por cocção, passando de valores médio de 25,9% no dia 1 para 22,8% no dia 14 (Tabela 4). De modo geral, o tempo de armazenamento acelera o processo de perda de água em função da proteólise que ocorre na carne bovina (Huff-Lonergan & Lonergan, 2005; Pearce et al., 2011), porém nesse estudo foi observada uma maior proteólise nos primeiros dias de armazenamento, sendo que após o sétimo dia houve estabilização da força de cisalhamento da carne (Tabela 5).

Tabela 4. Perdas por cocção do músculo *longissimus thoracis* de bovinos terminados em confinamento recebendo níveis de óleo essencial de cravo e de canela na dieta em três tempos de armazenamento a vácuo

Armazenamento	Dietas ¹						P valor
	CON	CRA35	CRA70	CAN35	CAN70	EPM	
1 dia	26,21	25,16	26,73	26,72	24,90	0,56	0,85
7 dias	22,09	24,11	24,58	23,42	23,16	0,42	0,36
14 dias	23,43	22,86	23,62	22,51	22,80	0,52	0,96
EPM	0,74	0,63	0,61	0,77	0,74		
P valor	0,06	0,31	0,09	0,06	0,50		

¹Dietas: CON = controle (sem adição de óleo essencial na dieta); CRA35 = 3500 mg/dia óleo essencial de cravo; CRA70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de cravo; CAN35 = 3500 mg/dia de óleo essencial de canela; CAN70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de canela.

3.3. Força de cisalhamento – Warner-Bratzler Shear Force – WBSF

A adição de óleos essenciais às dietas dos bovinos terminados em confinamento não alterou ($P > 0,05$) a maciez da carne (Tabela 5). A força de cisalhamento média no primeiro dia foi de 5,2 kgf e, ainda reduziu em média de 66% até o décimo quarto dia de armazenamento ($P < 0,05$).

O valor de 5,5 kg/cm² da WBSF para carne cozida tem sido sugerido como o limite que separa a carne mole da carne dura (Shackelford, Wheeler, & Koohmaraie, 1997). No presente estudo, a WBSF para a carne cozida variou de 5,2 kg/cm² (antes da armazenamento) até 3,2 kg/cm² (após 14 dias de armazenamento). Desta forma, o músculo *LT* de todas as dietas pode ser considerado macio desde o primeiro até o último dia de armazenamento baseado neste sistema de comparação. De modo geral, animais jovens têm carne mais macia do que os animais abatidos mais velhos. No presente estudo, os animais foram terminados com uma dieta de alto grão e abatidos aos 17 meses (Luckett, Bidner, Icaza, & Turner, 1975; Smith, Berry, Savell, & Cross, 1988; Maltin, Balcerzak, Tilley, & Delday, 2003). Por outro lado, o tempo de armazenamento reduziu o valor de WBSF, como observado por vários autores (Eiras et al., 2016; Valero et al., 2014; Maggioni et al., 2012).

Tabela 5. Valores médios de força de cisalhamento do músculo *longissimus thoracis* de bovinos terminados em confinamento recebendo níveis de óleo essencial de cravo e de canela na dieta em três tempos de armazenamento a vácuo

Armazenamento	Dietas ¹					EPM	P valor
	CON	CRA35	CRA70	CAN35	CAN70		
1 dia	5,23A	5,22A	5,17A	5,52A	4,89A	0,181	0,83
7 dias	3,54B	3,76B	3,71B	4,45AB	3,34B	0,182	0,33
14 dias	3,15B	3,19B	3,34B	3,37B	2,82B	0,163	0,85
EPM	0,29	0,28	0,26	0,31	0,27		
P valor	0,02	0,05	0,00	0,01	0,00		

¹Dietas: CON = controle (sem adição de óleo essencial na dieta); CRA35 = 3500 mg/dia óleo essencial de cravo; CRA70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de cravo; CAN35 = 3500 mg/dia de óleo essencial de canela; CAN70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de canela. Letras maiúsculas diferentes na mesma coluna mostram efeito significativo entre os dias de armazenamento pelo teste Tukey 5%.

Além da idade e sistema de terminação, outro efeito que pode ter influenciado na maciez da carne foi o cruzamento. Diferenças têm sido observadas na maciez da carne entre animais cruzados. Há constatações de que a participação de genes europeus, em cruzamentos com bovinos zebuínos, aumentam consideravelmente a maciez da carne, devido a menores quantidades de calpastatina presente no músculo desses animais, além de fatores como maior predisposição para acúmulo de gordura (Lepetit, 2008).

3.4. Composição química

As percentagens de umidade, cinzas e proteína bruta no músculo *longissimus thoracis* não foram alteradas ($P > 0,05$) pela adição de óleos essenciais às dietas dos bovinos (Tabela 6). As percentagens observadas foram de 74,5; 1,3 e 23,0%, respectivamente. Estes valores estão próximos dos valores observados por Serra et al. (2004) em animais jovens, por Padre et al. (2007) e Prado et al. (2009) em animais mestiços Nelore - Simental e por Eiras et al. (2016) e Eiras et al. (2014) em animais jovens terminados em confinamento e alimentados com co-produtos da agroindústria.

Tabela 6. Composição centesimal do músculo *longissimus thoracis* de bovinos terminados em confinamento recebendo níveis de óleo essencial de cravo e de canela na dieta

Composição centesimal, %	Diets ¹					EPM	P valor
	CON	CRA35	CRA70	CAN35	CAN70		
Umidade	74,41	74,58	74,86	74,38	74,65	0,10	0,63
Proteína bruta	22,99	23,29	23,12	23,18	22,79	0,06	0,12
Lipídeos totais	2,36	2,42	2,32	2,33	2,35	0,07	0,99
Colágeno	1,28	1,25	1,35	1,28	1,35	0,01	0,29
Cinzas	1,36	1,37	1,36	1,31	1,30	0,02	0,94

¹Diets: CON = controle (sem adição de óleo essencial na dieta); CRA35 = 3500 mg/dia óleo essencial de cravo; CRA70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de cravo; CAN35 = 3500 mg/dia de óleo essencial de canela; CAN70 = 7000 mg/dia de óleo essencial de canela.

A carne bovina é rica em proteína de alto valor biológico, altamente digestível e contém todos os aminoácidos essenciais para o bom funcionamento do organismo humano. Os teores de proteína apresentaram uma média de 23,06%, semelhante ao encontrado em muitos trabalhos (Christensen et al., 2011).

A adição de óleos essenciais às dietas dos bovinos não alterou ($P>0,05$) a percentagem de lipídeos totais (Tabela 6). A percentagem média encontrada está dentro dos valores recomendados pelo Departamento de Saúde da Inglaterra (HMSO, 1994) de 3%. Segundo Pensel (1997), uma concentração abaixo de 5% de gordura intramuscular é recomendado para prevenir doenças coronárias. Os valores dos lipídeos totais dos bovinos neste estudo foram similares aqueles observados em outros estudos (2-3%) em animais jovens terminados em confinamento (Prado et al., 2009a; Prado et al., 2009b; Prado et al., 2009c; Christensen et al., 2011).

O conteúdo de colágeno foi semelhante ($P>0,05$) no músculo *LT* dos bovinos de todas as dietas (Tabela 6). O conteúdo de colágeno foi de 1,3% de carne fresca. Este valor pode ser considerado baixo (Serra et al., 2008). A ausência do efeito da dieta no colágeno era esperada, visto que este componente do músculo é relacionado e diferido principalmente em idade, raça e sexo (Christensen et al., 2011), e os animais possuíam genética, peso e idade semelhantes.

Em resumo, essas características pouco variam em função da alimentação, porém podem ter alteração de acordo com as diferenças raciais, peso de abate, grau de acabamento e do músculo ou corte analisado (Prado et al., 2008). Como no presente experimento os animais eram uniformes, com peso vivo final semelhantes ($475,17\pm 51,29$ Kg), não houve diferenças.

4. Conclusão

Os óleos essenciais de cravo e de canela na concentração de 3500 e 7000 mg/animal/dia adicionados a ração de bovinos mestiços terminados em confinamento não alteraram os parâmetros de qualidade de carne avaliados nesse trabalho (pH, perdas de líquidos, textura e composição centesimal). Com isso, podem ser utilizados como aditivo na produção animal, já que são produtos naturais, sem prejudicarem as características físico químicas e nutricionais do produto final.

Agradecimentos

Este projeto foi financiado pela Fundação Araucária do estado do Paraná, pelo fundo Paraná, e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq). Os autores gostariam de agradecer o Sr. Ricardo Antonioli Grassano (Cidade de Arapongas, Estado do Paraná, Sul do Brasil) pelo empréstimo dos animais usados nesta pesquisa. O nome de empresas, pessoas e produtos comerciais nesta publicação foram mencionados apenas com o propósito de fornecer informações específicas e não implica em recomendações ou endosso do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil.

Referências

- Benchaar, C., Calsamiglia, S., Chaves, A. V., Fraser, G. R., Colombatto, D., McAllister, T. A., & Beauchemin, K. A. (2008). A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Animal Feed Science and Technology*, *145*(1-4), 209-228. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2007.04.014
- Bergen, W. G., & Bates, D. B. (1984). Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. *Journal of Animal Science*, *58*(6), 1465-1483.
- Biondo, P. B. F., Carbonera, F., Zawadzki, F., Chiavellia, L. U. R., Pilau, E. J. P., Prado, I. N., & Visentainer, J. V. (2016). Antioxidant capacity and identification of bioactive compounds by GC-MS of essential oils commercialized in Brazil. *Journal of Essential Oil Research*, *in press*.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, *94*(3), 223-253. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022
- Busquet, M., Calsamiglia, S., Ferret, A., & Kamel, C. (2005). Screening for effects of plant extracts and active compounds of plants on dairy cattle rumen microbial fermentation in a continuous culture system. *Animal Feed Science and Technology*, *123-124*, Part 2(0), 597-613. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.03.008>
- Busquet, M., Calsamiglia, S., Ferret, A., & Kamel, C. (2006). Plant extracts affect *in vitro* rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, *89*(2), 761-771.
- Calsamiglia, S., Busquet, M., Cardozo, P. W., Castillejos, L., & Ferret, A. (2007). Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, *90*(6), 2580-2595. doi: 10.3168/jds.2006-644

- Chaves, A. V., Schei, I., Wang, Y., McAllister, T. A., & Benchaar, C. (2009). Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on microbial fermentation when added to a barley-or corn-based diet in a continuous-culture system. *Canadian Journal of Animal Science*, 89(1), 97-104. doi: 10.4141/CJAS08062
- Christensen, M., Ertbjerg, P., Failla, S., Sañudo, C., Richardson, R. I., Nute, G. R., Williams, J. L. (2011). Relationship between collagen characteristics, lipid content and raw and cooked texture of meat from young bulls of fifteen European breeds. *Meat Science*, 87(1), 61-65. doi: 10.1016/j.meatsci.2010.09.003
- CIOMS/OMS. (1985). Council for International Organizations of Medical Services. *International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals*
- Cruzen, S. M., Paulino, P. V. R., Lonergan, S. M., & Huff-Lonergan, E. (2014). Postmortem proteolysis in three muscles from growing and mature beef cattle. *Meat Science*, 96(2, Part A), 854-861. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.09.021>
- Eiras, C. E., Guerrero, A., Valero, M. V., Pardo, J. A., Ornaghi, M. G., Rivaroli, D. C., Prado, I. N. (2016). Effects of cottonseed hulls levels in the diet and aging time on visual and sensory meat acceptability from young bulls finished in feedlot. *Animal*, in press.
- Eiras, C. E., Marques, J. A., Prado, R. M., Valero, M. V., Bonafé, E. G., Zawadzki, F., Prado, I. N. (2014). Glycerin levels in the diets of crossbred bulls finished in feedlot: Carcass characteristics and meat quality. *Meat Science*, 96(2), 930-936.
- Fugita, C. A. 2013. *Aditivos naturais na dieta de bovinos (Angus vs. Nelore) terminados em confinamento*. Unpublished Thesis, Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- Greathead, H. (2003). Plants and plant extracts for improving animal productivity. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(2), 279-290.
- HMSO. (1994). England Department of Health Nutritional. Aspects of cardiovascular disease. *Report on Health and Social Subjects*, 46, 37-46.
- Honikel, K. O., & Hamm, R. (1994). Measurements of water-holding capacity and juiciness. In A. M. Pearson & T. R. Dutson (Eds.), *Quality attributes and their measurements in meat, poultry and fish* (Vol. 1, pp. 99-124). Glasgow: Blackie Academic & Professional.
- Huff-Lonergan, E., & Lonergan, S. M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 71(1), 194-204.
- Jayasena, D. D., & Jo, C. (2013). Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 34(2), 96-108.
- Lepetit, J. (2008). Collagen contribution to meat toughness: Theoretical aspects. *Meat Science*, 80(4), 960-967. doi: 10.1016/j.meatsci.2008.06.016
- Lockett, R. L., Bidner, T. D., Icaza, E. A., & Turner, J. W. (1975). Tenderness studies in straightbred and crossbred steers. *Journal of Animal Science*, 40(3), 468-475.
- Maggioni, D., Prado, I. N., Zawadzki, F., Valero, M. V., Marques, J. A., Bridi, A. M., Abrahão, J. J. S. (2012). Grupos genéticos e graus de acabamento sobre qualidade da carne de bovinos. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(1), 391-402.
- Maltin, C. A., Balcerzak, D., Tilley, R., & Delday, M. (2003). Determinants of meat quality: tenderness. *Proceedings of the Nutrition Society*, 62(2), 337-348.
- Monin, G. (1991). Facteurs biologiques des qualités de la viande bovine. *INRA Prod. Anim*, 4(2), 151-160.
- Monin, G. (1998). Recent methods for predicting quality of whole meat. *Meat Science*, 49, Supplement 1(0), S231-S243. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)90051-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(98)90051-1)
- NRC. (2000). *Nutrient Requirements of Beef Cattle: 7th ed.* Natl. Acad. Press, Washington, DC.

- OJEU. (2003). Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition *Official Journal of European Union* (pp. L268/236). Brussels, Belgium.
- Padre, R. G., Aricetti, J. A., Gomes, S. T. M., Goes, R. H. T. B., Moreira, F. B., Prado, I. N., . . . Matsushita, M. (2007). Analysis of fatty acids in *Longissimus* muscle of steers of different genetic breeds finished in pasture systems. *Livestock Science*, *110*(1), 57-63.
- Page, J. K., Wulf, D. M., & Schwotzer, T. R. (2001). A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Animal Science*, *79*(3), 678-687.
- Pearce, K. L., Rosenvold, K., Andersen, H. J., & Hopkins, D. L. (2011). Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes — A review. *Meat Science*, *89*(2), 111-124. doi: 10.1016/j.meatsci.2011.04.007
- Pensel, N. (1997). The future for red meat in human diets. *Outlook on Agriculture*, *26*(3), 159-164.
- Prado, I. N., Campo, M. M., Muela, E., Valero, M. V., Catalan, O., Olleta, J. L., & Sañudo, C. (2014). Effect of castration age, protein level and lysine/methionine ratio in the feed on animal performance, carcass and meat quality of Friesian steers intensively reared. *Meat Science*, in press.
- Prado, I. N., Marques, J. A., Rotta, P. P., Prado, R. M., Visentainer, J. V., & Souza, N. E. (2009a). Meat quality of the *Longissimus* muscle of bulls and steers ($\frac{1}{2}$ Nellore vs. $\frac{1}{2}$ Simmental) finished in feedlot. *Journal of Animal and Feed Sciences*, *18*, 221-230.
- Prado, I. N., Oliveira, A. N., Rotta, P. P., Perotto, D., Prado, R. M., Silva, R. R., Moletta, J. L. (2009b). Chemical and fatty acid composition of *Longissimus* muscle of crossbred bulls finished in feedlot. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *22*(7), 1054-1059.
- Prado, J. M., Prado, I. N., Visentainer, J. V., Rotta, P. P., Perotto, D., Moletta, J. L., Ducatti, T. (2009c). The effect of breed on the chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus dorsi* muscle of Brazilian beef cattle. *Journal of Animal and Feed Sciences*, *18*(2), 231-240.
- Purchas, R. W., & Aungsupakorn, R. (1993). Further investigations into the relationship between ultimate pH and tenderness for beef samples from bulls and steers. *Meat Science*, *34*(2), 163-178. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740\(93\)90025-D](http://dx.doi.org/10.1016/0309-1740(93)90025-D)
- Purchas, R. W., Yan, X., & Hartley, D. G. (1999). The influence of a period of ageing on the relationship between ultimate pH and shear values of beef m. *longissimus thoracis*. *Meat Science*, *51*(2), 135-141. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00111-9](http://dx.doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00111-9)
- Rivaroli, D. C., Guerrero, A., Valero, M. M., Zawadzki, F., Eiras, C. E., Campo, M. M., Sañudo, C., Jorge, A. M.; Prado, I. N. 2016. Effect of essential oils on meat and fat qualities of crossbred young bulls finished in feedlot. *Meat Science*, in press.
- Russell, J. B., & Houlihan, A. J. (2003). Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. *FEMS Microbiology Reviews*, *27*(1), 65-74. doi: 10.1016/S0168-6445(03)00019-6
- Russell, J. B., & Strobel, H. J. (1989). Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Applied and Environmental Microbiology*, *55*(1), 1-6.
- Serra, X., Gil, M., Gispert, M., Guerrero, L., Oliver, M. A., Sañudo, C., Piedrafita, J. (2004). Characterisation of young bulls of the Bruna dels Pirineus cattle breed (selected from old Brown Swiss) in relation to carcass, meat quality and biochemical traits. [doi: 10.1016/S0309-1740(03)00131-1]. *Meat Science*, *66*(2), 425-436.
- Serra, X., Guerrero, L., Guàrdia, M. D., Gil, M., Sañudo, C., Panea, B., Oliver, M. A. (2008). Eating quality of young bulls from three Spanish beef breed-production systems and

- its relationships with chemical and instrumental meat quality. [doi: 10.1016/j.meatsci.2007.08.005]. *Meat Science*, 79(1), 98-104.
- Shackelford, S. D., Wheeler, T. L., & Koohmaraie, M. (1997). Tenderness classification of beef: I. Evaluation of beef longissimus shear force at 1 or 2 days postmortem as a predictor of aged beef tenderness. *Journal of Animal Science*, 75(9), 2417-2422.
- Smith, G., Berry, B., Savell, J., & Cross, H. (1988). USDA Maturity indices and palatability of beef rib steaks. *Journal of Food Quality*, 11(1), 1-13.
- Tomkins, N. W., Denman, S. E., Pilajun, R., Wanapat, M., McSweeney, C. S., & Elliott, R. (2015). Manipulating rumen fermentation and methanogenesis using an essential oil and monensin in beef cattle fed a tropical grass hay. *Animal Feed Science and Technology*, 200, 25-34.
- Valero, M. V., Farias, M. S., Zawadzki, F., Prado, R. M., Fugita, C. A., Rivaroli, D. C., Prado, I. N. (2014). Propolis and functional oils (cashew and castor oils) on animal performance, apparent digestibility and blood cells of growing crossbred bulls reared in an intensive system. *Livestock Science*, in press, 1-25.
- Valero, M. V., Torrecilhas, J. A., Zawadzki, F., Bonafé, E. G., Madrona, G. M., Prado, R. M., Prado, I. M. (2014). Propolis or functional oils (cashew and castor oils) on carcass characteristics, meat quality and chemical composition in the Longissimus muscle of crossbred bulls finished in a feedlot. *Meat Science*, in press.
- Valero, M. V., Zawadzki, F., Prado, R. M., Fugita, C. A., Rivaroli, D. C., Ornaghi, M., & Prado, I. N. (2015). Propolis and functional oils (cashew and castor oils) on animal performance, apparent digestibility and blood cells of growing crossbred bulls reared in an intensive system. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, in press.
- Wheeler, T. L., Shackelford, S. D., Johnson, L. P., Miller, M. F., Miller, R. K., & Koohmaraie, M. (1997). A comparison of Warner-Bratzler shear force assessment within and among institutions. *Journal of Animal Science*, 75(9), 2423-2432.
- Yang, W. Z., Ametaj, B. N., Benchaar, C., He, M. L., & Beauchemin, K. A. (2010). Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: Intake, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. *Journal of Animal Science*, 88(3), 1082-1092. doi: 10.2527/jas.2008-1608
- Yang, W. Z., Benchaar, C., Ametaj, B. N., & Beauchemin, K. A. (2010). Dose response to eugenol supplementation in growing beef cattle: Ruminal fermentation and intestinal digestion. *Animal Feed Science and Technology*, 158(1-2), 57-64. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2010.03.019
- Zawadzki, F., Bonafé, E. G., Prado, R. M., Valero, M. V., Visentainer, J. E. L., & Prado, I. N. (2013). Corn replace by glycerin and functional oils (*Anacardium acid* and *Ricinoleic acid*) as additive alternative in the diets of crossbred bulls finished in feedlot: carcass and *Longissimus dorsi* characteristics. *Meat Science*, in press.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das características dos óleos essenciais é as propriedades antioxidantes. Na intenção de melhorar a qualidade de carne escolheu-se dois óleos com alto poder antioxidante, mediante análises citadas nesse trabalho. Os óleos essenciais de cravo (*Eugenia caryophyllus*) e de canela (*Cinnamomum zeylaciium*) adicionados à ração de bovinos na dose de 3500 e 7000 mg/animal/dia por 187 dias mostraram eficientes na conservação da oxidação lipídica e protéica da carne nos primeiros dias de armazenamento, esse efeito provavelmente pode ser atribuído aos constituintes químicos presentes na composição do óleo, sendo no cravo o eugenol e na canela o cinamaldeído. Resultado interessante para indústria, por que além de ser um produto natural, os óleos não modificaram as características de cor da carne, que é um parâmetro importante avaliado pelo consumidor no momento da compra.

A carne maturada por até sete dias apresenta poucas alterações na cor e encontra-se atrativa para o consumidor, independente da embalagem, porém a conservação a vácuo é a forma mais eficaz na manutenção das características sensoriais (ranço) quando comparada com bandeja com filme plástico.

Os óleos essenciais não alteraram o perfil de ácidos graxos da carne bovina a proporção de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados, ômega 6 e ômega 3, bem como a razão entre eles. Mesmo após a cocção os efeitos foram discretos, sendo correlacionados com a perda de água decorrendo do processo.

E por fim, a suplementação com os óleos essenciais não alteraram os parâmetros físico químicos e nutricionais de qualidade de carne avaliados nesse trabalho (pH, perdas de líquidos, textura e composição centesimal). Com isso, podem ser utilizados como aditivo na produção animal sem causar efeitos negativos no produto final.

ANEXOS

ANEXO A


PROTOCOLO DE EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL APROVADO PELO COMITÊ DE ÉTICA DA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ (CEUA/UEM)



Universidade Estadual de Maringá
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em Experimentação



Parecer emitido após reunião realizada em: 4/12/2014 Parecer nº 180/2014

Pesquisador: Ivanor Nunes do Prado	Setor: DZO
Título:	Protocolo nº 081/2014
Desempenho animal e qualidade da carne de bovinos terminados em confinamento e alimentados com co-produtos da agroindústria.	
Entrada: 6/10/2014	Início: 1/2/2015
	Término: 30/4/2015
Situação do Projeto: Aprovado	
Relatório Final:	
ATENÇÃO: este parecer, quando a situação do projeto constar "aprovado", autoriza os proponentes a executarem o protocolo em questão. O certificado será emitido após apreciação do relatório final.	
Considerações e Parecer:	
A Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-UEM), na sua reunião de 04/12/2014, APROVOU os procedimentos éticos apresentados neste Protocolo, na forma do artigo 10, Inciso I, da Resolução UEM no 032/2006-CEP, vez que não se constatam óbices legais para o desenvolvimento dos procedimentos experimentais nos moldes propostos pelo(a) pesquisador(a).	
	
Prof. Dr. Alexandre Ribas de Paulo, Presidente do CEAE	

Artigo 10 da Resolução nº 032/2006-CEP: Os projetos analisados serão enquadrados em uma das seguintes categorias:
I - aprovado;
II - pendente, quando o CEAE considerar o protocolo e o projeto como aceitáveis, porém com problemas no protocolo, no projeto ou em ambos, e houver recomendação de uma revisão específica, ou solicitação de modificação ou informação relevante, que deverá ser atendida em até 60 dias, após o recebimento da comunicação, pelo coordenador do projeto;
III - arquivado, quando o protocolo permanecer pendente, transcorridos 30 dias, após o prazo previsto no Inciso II do recebimento da comunicação;
IV - não aprovado

www.ppg.uem.br - e-mail: cesa@uem.br

ANEXO B

NORMAS PARA PREPARAÇÃO DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS PARA SUBMISSÃO NA REVISTA MEAT SCIENCE



MEAT SCIENCE

The official journal of the American Meat Science Association

AUTHOR INFORMATION PACK

TABLE OF CONTENTS

•	Description	p.1
•	Audience	p.1
•	Impact Factor	p.1
•	Abstracting and Indexing	p.2
•	Editorial Board	p.2
•	Guide for Authors	p.3



ISSN: 0309-1740

DESCRIPTION

The qualities of **meat** – its **composition**, **nutritional value**, wholesomeness and **consumer acceptability** – are largely determined by the events and conditions encountered by the embryo, the live animal and the postmortem musculature. The control of these qualities, and their further enhancement, are thus dependent on a fuller understanding of the commodity at all stages of its existence – from the initial conception, growth and development of the organism to the time of slaughter and to the ultimate **processing**, preparation, distribution, cooking and consumption of its meat.

It is the purpose of *Meat Science* to provide an appropriate medium for the dissemination of interdisciplinary and international knowledge on all the factors which influence the **properties** of meat. The journal is predominantly concerned with the flesh of **mammals**; however, contributions on poultry will only be considered, if they demonstrate that they would increase the overall understanding of the relationship between the nature of muscle and the quality of the meat which muscles become *post mortem*. Papers on large birds (eg emus, ostrich's) and wild capture mammals and crocodile will be considered. **Benefits to authors**

We also provide many author benefits, such as free PDFs, a liberal copyright policy, special discounts on Elsevier publications and much more. Please click here for more information on our [author services](#).

Please see our [Guide for Authors](#) for information on article submission. If you require any further information or help, please visit our support pages: <http://support.elsevier.com>

AUDIENCE

Meat scientists, food technologists, food manufacturers, agricultural chemists and research workers.

IMPACT FACTOR

2014: 2.615 © Thomson Reuters Journal Citation Reports 2015

ABSTRACTING AND INDEXING

AGRICOLA
 BIOSIS
 Chemical Abstracts
 Current Contents
 FSTA (Food Science and Technology Abstracts)
 SCISEARCH
 Science Citation Index
 Scopus
 EMBiology

EDITORIAL BOARD

Editor

D.L. Hopkins, Senior Principal Research Scientist (Meat Science), NSW DPI, Centre for Red Meat and Sheep Development, PO Box 129, Cowra, NSW 2794, New South Wales, Australia; Adjunct Professor (CSU & UNE)

Associate Editors

J.P. Kerry, Dept. of Food and Nutritional Sciences, University College Cork, Cork, Ireland

K. W. McMillin, School of Animal Sciences, Louisiana State University, AgCenter, South Campus Drive, Francioni Hall, Baton Rouge, LA 70803-4210, Louisiana, USA

P. Purslow, Departamento de Tecnologia de los Alimentos, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional Del Centro de La Provincia de Buenos Aires, Campus Universitario, Paraje Arroyo Seco, Tandil, 7000, Buenos Aires, Argentina

F. Toldrá, Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos, Avd/ Agustín Escardino, 7., 46980, Paterna (Valencia), Spain

J.D. Wood, School of Veterinary Science, University of Bristol, Langford House, Bristol, BS40 5DU, UK

W.G. Zhang, College of Food Science and Technology, Nanjing Agricultural University, Nanjing, Jiangsu, China

Editorial Board Members

D. Ansorena Artieda, Universidad de Navarra, Pamplona, Spain

K. Arihara, Kitasato University, Aomori, Japan

J. Arnau, Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA), Monells, Spain

T. Astruc, INRA de Clermont-Ferrand/Theix, France

G. Brightwell, AgResearch, Hamilton, New Zealand

J.R. Claus, University of Wisconsin at Madison, West Madison, Wisconsin, USA

C.N. Cutter, Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania, USA

M.E.R. Dugan, Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), Lacombe, Alberta, Canada

M. Estevez, University of Extremadura, Caceres, Spain

C. Faustman, University of Connecticut, Storrs, Connecticut, USA

M.L. Greaser, University of Wisconsin at Madison, Madison, Wisconsin, USA

L. Hoffman, University of Stellenbosch, Matieland, South Africa

M.C. Hunt, Kansas State University, Manhattan, Kansas, USA

S.-T. Joo, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam, Korea

M.P. Lanza, University of Catania, Catania, Italy

R.T. Naudé, Nelson Mandela Metropolitan University, Port Elizabeth, South Africa

P. Paulsen, Veterinarmedizinische Universität Wien, Vienna, Austria

E. Ponnampalam, Agriculture Productivity, Werribee, Victoria, Australia

E. Puolanne, University of Helsinki, Helsinki, Finland

J.W. Savell, Texas A&M University, College Station, Texas, USA

F. Schwägele, Max Rubner-Institut (MRI), Kulmbach, Germany

M. Serdaroglu, Ege University, Bornova Izmir, Turkey

P. Strydom, The Agricultural Research Council (ARC), Pretoria, South Africa

S.P. Suman, University of Kentucky, Lexington, Kentucky, USA

E. Tornberg, Lund University, Lund, Sweden

G.H. Zhou, Nanjing Agricultural University, Nanjing, China

GUIDE FOR AUTHORS

INTRODUCTION

The qualities of meat - its composition, nutritional value, wholesomeness and consumer acceptability - are largely determined by the events and conditions encountered by the embryo, the live animal and the postmortem musculature. The control of these qualities, and their further enhancement, are thus dependent on a fuller understanding of the commodity at all stages of its existence – from the initial conception, growth and development of the organism to the time of slaughter and to the ultimate processing, preparation, distribution, cooking and consumption of its meat.

It is the purpose of *Meat Science* to provide an appropriate medium for the dissemination of interdisciplinary and international knowledge on all the factors which influence the properties of meat. The journal is predominantly concerned with the flesh of mammals; however, contributions on poultry meat may be published, especially if these have relevance to our overall understanding of the relationship between the nature of muscle and the quality of the meat which muscles become post mortem.

Types of paper

Research papers reporting original work; reviews by authorities on specific topics in the field of muscle/meat; short communications; reviews of books, conferences and meetings; letters to the editor arising from aspects of published papers. In general papers should not exceed 8000 words inclusive of tables and illustrations.

Short communication papers will also be considered. They must not exceed 2,500 words excluding tables and figures. You are allowed to include a maximum of either 2 tables or figures of one of each. All papers must be formatted in Times New Roman, 12 font, be double or one and half (1.5) spaced, with line continuous numbering. Probability should indicated as P (eg caps and italics).

Contact details for submission

Submission for all types of manuscripts to *Meat Science* proceeds totally online. Via the Elsevier Editorial System (EES) website for this journal, <http://ees.elsevier.com/meatsci>, you will be guided step-by-step through the creation and uploading of the various files.

Questions regarding content of a proposed submission can be directed to the Editor:

Dr David Hopkins
Senior Principal Research Scientist (Meat Science), NSW DPI
Adjunct Professor (CSU & UNE)
Centre for Red Meat and Sheep Development
PO Box 129
Cowra
NSW 2794
E-mail: David.Hopkins@dpi.nsw.gov.au

BEFORE YOU BEGIN

Ethics in publishing

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <https://www.elsevier.com/publishingethics> and <https://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Human and animal rights

If the work involves the use of human subjects, the author should ensure that the work described has been carried out in accordance with The Code of Ethics of the World Medical Association (Declaration of Helsinki) for experiments involving humans, <http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html>; Uniform Requirements for manuscripts submitted to Biomedical journals, <http://www.icmje.org>. Authors should include a statement in the manuscript that informed consent was obtained for experimentation with human subjects. The privacy rights of human subjects must always be observed.

All animal experiments should be carried out in accordance with the U.K. Animals (Scientific Procedures) Act, 1986 and associated guidelines, [EU Directive 2010/63/EU for animal experiments](#), or the National Institutes of Health guide for the care and use of Laboratory animals (NIH Publications

No. 8023, revised 1978) and the authors should clearly indicate in the manuscript that such guidelines have been followed. **All animal studies need to ensure they comply with the ARRIVE guidelines.** More information can be found at <http://www.nc3rs.org.uk/page.asp?id=1357>.

Ethical Statement

Experiments involving slaughtering, transport, or invasive procedures on live animals must include a statement indicating approval by the appropriate ethics/welfare committee confirming compliance with all requirements of the country in which the experiments were conducted. If no such committee exists, a letter from the department head confirming compliance will suffice.

Conflict of interest

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <https://www.elsevier.com/conflictsofinterest>. Further information and an example of a Conflict of Interest form can be found at: http://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/286/supporthub/publishing.

Submission declaration and verification

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <https://www.elsevier.com/sharingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. To verify originality, your article may be checked by the originality detection service CrossCheck <https://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

Changes to authorship

Authors are expected to consider carefully the list and order of authors **before** submitting their manuscript and provide the definitive list of authors at the time of the original submission. Any addition, deletion or rearrangement of author names in the authorship list should be made only **before** the manuscript has been accepted and only if approved by the journal Editor. To request such a change, the Editor must receive the following from the **corresponding author**: (a) the reason for the change in author list and (b) written confirmation (e-mail, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed.

Only in exceptional circumstances will the Editor consider the addition, deletion or rearrangement of authors **after** the manuscript has been accepted. While the Editor considers the request, publication of the manuscript will be suspended. If the manuscript has already been published in an online issue, any requests approved by the Editor will result in a corrigendum.

Copyright

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright, see <https://www.elsevier.com/copyright>). An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <https://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <https://www.elsevier.com/permissions>.

For open access articles: Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete an 'Exclusive License Agreement' (for more information see <https://www.elsevier.com/OAauthoragreement>). Permitted third party reuse of open access articles is determined by the author's choice of user license (see <https://www.elsevier.com/openaccesslicenses>).

Author rights

As an author you (or your employer or institution) have certain rights to reuse your work. For more information see <https://www.elsevier.com/copyright>.

Role of the funding source

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated.

Funding body agreements and policies

Elsevier has established a number of agreements with funding bodies which allow authors to comply with their funder's open access policies. Some authors may also be reimbursed for associated publication fees. To learn more about existing agreements please visit <https://www.elsevier.com/fundingbodies>.

Open access

This journal offers authors a choice in publishing their research:

Open access

- Articles are freely available to both subscribers and the wider public with permitted reuse
- An open access publication fee is payable by authors or on their behalf e.g. by their research funder or institution

Subscription

- Articles are made available to subscribers as well as developing countries and patient groups through our universal access programs (<https://www.elsevier.com/access>).
- No open access publication fee payable by authors.

Regardless of how you choose to publish your article, the journal will apply the same peer review criteria and acceptance standards.

For open access articles, permitted third party (re)use is defined by the following Creative Commons user licenses:

Creative Commons Attribution (CC BY)

Lets others distribute and copy the article, create extracts, abstracts, and other revised versions, adaptations or derivative works of or from an article (such as a translation), include in a collective work (such as an anthology), text or data mine the article, even for commercial purposes, as long as they credit the author(s), do not represent the author as endorsing their adaptation of the article, and do not modify the article in such a way as to damage the author's honor or reputation.

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivs (CC BY-NC-ND)

For non-commercial purposes, lets others distribute and copy the article, and to include in a collective work (such as an anthology), as long as they credit the author(s) and provided they do not alter or modify the article.

The open access publication fee for this journal is **USD 3300**, excluding taxes. Learn more about Elsevier's pricing policy: <https://www.elsevier.com/openaccesspricing>.

Green open access

Authors can share their research in a variety of different ways and Elsevier has a number of green open access options available. We recommend authors see our green open access page for further information (<http://elsevier.com/greenopenaccess>). Authors can also self-archive their manuscripts immediately and enable public access from their institution's repository after an embargo period. This is the version that has been accepted for publication and which typically includes author-incorporated changes suggested during submission, peer review and in editor-author communications. Embargo period: For subscription articles, an appropriate amount of time is needed for journals to deliver value to subscribing customers before an article becomes freely available to the public. This is the embargo period and it begins from the date the article is formally published online in its final and fully citable form.

This journal has an embargo period of 12 months.

Language (usage and editing services)

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who feel their English language manuscript may require editing to eliminate possible grammatical or spelling errors and to conform to correct scientific English may wish to use the English Language Editing service available from Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/languageediting/>) or visit our customer support site (<http://support.elsevier.com>) for more information.

Submission

Our online submission system guides you stepwise through the process of entering your article details and uploading your files. The system converts your article files to a single PDF file used in the peer-review process. Editable files (e.g., Word, LaTeX) are required to typeset your article for final publication. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, is sent by e-mail.

Authors must provide and use an email address unique to themselves and not shared with another author registered in EES, or a department.

Referees

Please submit the names and institutional e-mail addresses of several potential referees. For more details, visit our [Support site](#). Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

Additional information

Meat Science is a refereed journal. Papers cannot be accepted without an independent review. In cases where a manuscript is returned to an author for revision, it must be resubmitted within 90 days; otherwise it will be assumed to be withdrawn.

PREPARATION

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the word processor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <https://www.elsevier.com/guidepublication>). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

All pages must be numbered, and all lines must be numbered consecutively throughout the manuscript.

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

Material and methods

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Statistical Analysis

Prior to conducting an experiment, due consideration needs to be given to the design of the experiment. This is so that after analysis of the data, some confidence can be given to the conclusions. For example if a study is designed to compare different breeds of cattle it is important that the animals

selected are representative of the breed, not from a small number of sires and that individual animals sampled in the study can be linked back to their sire. If this condition isn't applied then the results may well reflect sire effects more than breed effects and the difference impossible to determine.

Another common problem in meat and food science is the lack of replication and also confounding. This is illustrated with two examples below taken from submitted papers:

Example 1

A total of thirty crossbred male lambs, single born in June were used in an experiment to compare three production systems (12 lambs allocated per system) and the subsequent effects not only on growth and carcass traits, but also meat quality traits. Lambs of the three production systems were weighed fortnightly. When a 35kg live weight target was achieved the lambs weighing >35kg were transported to an abattoir. Lambs were slaughtered after an overnight lairage without feed, but free access to water.

There are a number of issues with the design.

No mention was included in the paper as to whether the 36 lambs used in the study (a) were randomly selected from a population; or (b) were randomly assigned to the three treatment groups. It was assumed by the reviewer that they were randomly selected and assigned. The animals within each group were run together, but separately from the other two groups. Hence there is no replication of treatment group. Each lamb in a treatment group in the study is subjected to a specific production system and this may not be representative of other lambs grown under that specific treatment at a different establishment. Thus treatment group is not replicated which is necessary to assess the variability of a particular production system under different conditions. The other major issue with the design is that, at fortnightly intervals, lambs were weighed and lambs exceeding 35 kg were slaughtered. Hence not only were the treatment groups not replicated, they were also confounded with slaughter age/day and for meat quality traits like pH and colour it meant slaughter day effects could arise. With such small numbers per treatment group slaughter day could not be effectively accounted for in the analysis.

Example 2

Hams were produced with five decreasing levels of phosphate in combination with 5 increasing levels of thyme. All formulations were applied to a **single batch** of pig meat. Each formulation produced one mixture which was vacuum stuffed into plastic casings to produce four ham 'replicates'. These were cooked in a water bath.

This method produced pseudo replicates (Hurlbert 1984, 2009; Maindonald 1992). The cooked hams are subsamples of the pig mixtures of each formulation. The ham to ham (sub-sample) variability does not represent the mixture to mixture (treatment) variability. To get the correct measure of variability to compare treatments the mixing process for each formulation would need to be replicated. The hams produced from each mixing of the formulation would give true replication of that formulation.

Relevant references:

Granato, D., Calado, V., & Jarvis, B. (2013). Observations on the use of statistical methods in Food Science and Technology. *Food Research International*, 55, 137-145. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996913005723>

Experimental

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

Results

Results should be clear and concise.

Discussion

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

Conclusions

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the corresponding author.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Abstract

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

Each paper should be provided with an abstract of about 100-160 words, reporting concisely on the purpose and results of the paper.

Highlights

Highlights are a short collection of bullet points that convey the core findings of the article. Highlights are optional and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). See <https://www.elsevier.com/highlights> for examples.

Note: Highlights are mandatory for Book Review and Special Issues.

Keywords

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

Chemical compounds

You can enrich your article by providing a list of chemical compounds studied in the article. The list of compounds will be used to extract relevant information from the NCBI PubChem Compound database and display it next to the online version of the article on ScienceDirect. You can include up to 10 names of chemical compounds in the article. For each compound, please provide the PubChem CID of the most relevant record as in the following example: Glutamic acid (PubChem CID:611). The PubChem CIDs can be found via <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pccompound>. Please position the list of compounds immediately below the 'Keywords' section. It is strongly recommended to follow the exact text formatting as in the example below:

Chemical compounds studied in this article

Ethylene glycol (PubChem CID: 174); Plitidepsin (PubChem CID: 44152164); Benzalkonium chloride (PubChem CID: 15865)

More information is available at: <https://www.elsevier.com/PubChem>.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Please note that "shear force and compression data must be reported in Newtons"

Longissimus dorsi (LD) is redundant the correct latin for this muscle is "longissimus thoracis or lumborum" (for the whole muscle use Longissimus thoracis et lumborum (LTL) or refer to either of its two parts, Longissimus thoracis (LT) or longissimus lumborum (LL), depending on which is referenced). See paper in Meat Science (1990) (Volume 28, Issue 3, P 259-265; Recommended terminology for the muscle commonly designated as 'longissimus dorsi').

Please note that the journal will be converting from -calpain to Calpain-1 and from m-calpain to Calpain-2, calpastatin would remain unchanged. More detail about this nomenclature for the rest of the calpain family can be found in Campbell, R. L. and P. L. Davies. 2012. Structure-function relationships in calpains. *Biochem J.* 447:335-351 or at <http://calpain.org/>.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<https://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <https://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles (<http://citationstyles.org>), such as Mendeley (<http://www.mendeley.com/features/reference-manager>) and Zotero (<https://www.zotero.org/>), as well as EndNote (<http://endnote.com/downloads/styles>). Using the word processor plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/meat-science>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Text: Citations in the text should follow the referencing style used by the American Psychological Association. You are referred to the Publication Manual of the American Psychological Association, Sixth Edition, ISBN 978-1-4338-0561-5, copies of which may be ordered from <http://books.apa.org/books.cfm?id=4200067> or APA Order Dept., P.O.B. 2710, Hyattsville, MD 20784, USA or APA, 3 Henrietta Street, London, WC3E 8LU, UK.

List: references should be arranged first alphabetically and then further sorted chronologically if necessary. More than one reference from the same author(s) in the same year must be identified by the letters 'a', 'b', 'c', etc., placed after the year of publication. All the authors of an article must be listed in the reference.

Examples:

Reference to a journal publication:

Van der Geer, J., Hanraads, J. A. J., & Lupton, R. A. (2010). The art of writing a scientific article. *Journal of Scientific Communications*, 163, 51–59.

Reference to a book:

Strunk, W., Jr., & White, E. B. (2000). *The elements of style*. (4th ed.). New York: Longman, (Chapter 4).

Reference to a chapter in an edited book:

Mettam, G. R., & Adams, L. B. (2009). How to prepare an electronic version of your article. In B. S. Jones, & R. Z. Smith (Eds.), *Introduction to the electronic age* (pp. 281–304). New York: E-Publishing Inc.

AudioSlides

The journal encourages authors to create an AudioSlides presentation with their published article. AudioSlides are brief, webinar-style presentations that are shown next to the online article on ScienceDirect. This gives authors the opportunity to summarize their research in their own words and to help readers understand what the paper is about. More information and examples are available at <https://www.elsevier.com/audioslides>. Authors of this journal will automatically receive an invitation e-mail to create an AudioSlides presentation after acceptance of their paper.

Supplementary material

Supplementary material can support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Please note that such items are published online exactly as they are submitted; there is no typesetting involved (supplementary data supplied as an Excel file or as a PowerPoint slide will appear as such online). Please submit the material together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. If you wish to make any changes to supplementary data during any stage of the process, then please make sure to provide an updated file, and do not annotate any corrections on a previous version. Please also make sure to switch off the 'Track Changes' option in any Microsoft Office files as these will appear in the published supplementary file(s). For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <https://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Database linking

Elsevier encourages authors to connect articles with external databases, giving readers access to relevant databases that help to build a better understanding of the described research. Please refer to relevant database identifiers using the following format in your article: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN). See <https://www.elsevier.com/databaseinlinking> for more information and a full list of supported databases.

Submission checklist

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

Ensure that the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address

All necessary files have been uploaded, and contain:

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Internet)

Printed version of figures (if applicable) in color or black-and-white

- Indicate clearly whether or not color or black-and-white in print is required.

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.

AFTER ACCEPTANCE

Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. Example of a correctly given DOI (in URL format; here an article in the journal *Physics Letters B*):

<http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2010.09.059>

When you use a DOI to create links to documents on the web, the DOIs are guaranteed never to change.

Online proof correction

Corresponding authors will receive an e-mail with a link to our online proofing system, allowing annotation and correction of proofs online. The environment is similar to MS Word: in addition to editing text, you can also comment on figures/tables and answer questions from the Copy Editor. Web-based proofing provides a faster and less error-prone process by allowing you to directly type your corrections, eliminating the potential introduction of errors.

If preferred, you can still choose to annotate and upload your edits on the PDF version. All instructions for proofing will be given in the e-mail we send to authors, including alternative methods to the online version and PDF.

We will do everything possible to get your article published quickly and accurately. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication. Please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility.

Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a personalized link providing 50 days free access to the final published version of the article on [ScienceDirect](#). This link can also be used for sharing via email and social networks. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. Both corresponding and co-authors may order offprints at any time via Elsevier's WebShop (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/offprints>). Authors requiring printed copies of multiple articles may use Elsevier WebShop's 'Create Your Own Book' service to collate multiple articles within a single cover (<http://webshop.elsevier.com/myarticleservices/booklets>).

AUTHOR INQUIRIES

You can track your submitted article at <https://www.elsevier.com/track-submission>. You can track your accepted article at <https://www.elsevier.com/trackarticle>. You are also welcome to contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

© Copyright 2014 Elsevier | <http://www.elsevier.com>

ANEXO C

**NORMAS PARA PREPARAÇÃO DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS PARA SUBMISSÃO NA REVISTA
BRASILEIRA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (*Brazilian Journal of Veterinary and Animal Sciences*)

1. POLÍTICA EDITORIAL

O periódico *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (Brazilian Journal of Veterinary and Animal Science)*, ISSN 0102-0935 (impresso) e 1678-4162 (on-line), é editado pela FEPMVZ Editora, CNPJ: 16.629.388/0001-24, e destina-se à publicação de artigos científicos sobre temas de medicina veterinária, zootecnia, tecnologia e inspeção de produtos de origem animal, aquacultura e áreas afins.

Os artigos encaminhados para publicação são submetidos à aprovação do Corpo Editorial, com assessoria de especialistas da área (relatores). Os artigos cujos textos necessitarem de revisões ou correções serão devolvidos aos autores. Os aceitos para publicação tornam-se propriedade do Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia (ABMVZ) citado como *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* Os autores são responsáveis pelos conceitos e informações neles contidos. São imprescindíveis originalidade, ineditismo e destinação exclusiva ao ABMVZ.

2. REPRODUÇÃO DE ARTIGOS PUBLICADOS

A reprodução de qualquer artigo publicado é permitida desde que seja corretamente referenciado. Não é permitido o uso comercial dos resultados.

A submissão e tramitação dos artigos é feita exclusivamente on-line, no endereço eletrônico <www.abmvz.org.br>.

Não serão fornecidas separatas. Os artigos encontram-se disponíveis nos endereços www.scielo.br/abmvz ou www.abmvz.org.br.

3. ORIENTAÇÃO PARA TRAMITAÇÃO DE ARTIGOS

- Toda a tramitação dos artigos é feita exclusivamente pelo Sistema de publicação on-line do ABMVZ no endereço www.abmvz.org.br.
- Apenas o autor responsável pelo artigo deverá preencher a ficha de submissão, sendo necessário o cadastro do mesmo no Sistema.
- Toda comunicação entre os diversos atores do processo de avaliação e publicação (autores, revisores e editores) será feita exclusivamente de forma eletrônica pelo Sistema, sendo o autor responsável pelo artigo informado, automaticamente, por e-mail, sobre qualquer mudança de status do artigo.
- A submissão só se completa quando anexado o texto do artigo em Word e em pdf no campo apropriado.

- Fotografias, desenhos e gravuras devem ser inseridas no texto e também enviadas, em separado, em arquivo com extensão jpg em alta qualidade (mínimo 300dpi), zipado, inserido no campo próprio.
- Tabelas e gráficos não se enquadram no campo de arquivo zipado, devendo ser inseridas no corpo do artigo.
- É de exclusiva responsabilidade de quem submete o artigo certificar-se de que cada um dos autores tenha conhecimento e concorde com a inclusão de seu nome no mesmo submetido.
- O ABMVZ comunicará, via eletrônica, a cada autor, a sua participação no artigo. Caso pelo menos um dos autores não concorde com sua participação como autor, o artigo será considerado como desistência de um dos autores e sua tramitação encerrada.

4. COMITÊ DE ÉTICA

É indispensável anexar cópia do Certificado de aprovação do projeto da pesquisa que originou o artigo, expedido pelo CEUA (Comitê de Ética no Uso de Animais) de sua Instituição, em atendimento à Lei 11794/2008. Esclarecemos que o referido documento deve constar como sendo a primeira página do texto em Word (não incluir no texto em pdf), além da menção, em Material e Métodos, do número do Certificado de aprovação do projeto.

Tipos de artigos aceitos para publicação:

5. ▪ ARTIGO CIENTÍFICO

É o relato completo de um trabalho experimental. Baseia-se na premissa de que os resultados são posteriores ao planejamento da pesquisa.

Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Filiação, Resumo, Abstract, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão (ou Resultados e Discussão), Conclusões, Agradecimentos (quando houver) e Referências.

O número de páginas não deve exceder a 15, incluindo tabelas e figuras. O número de Referências não deve exceder a 30.

6. ▪ RELATO DE CASO

Contempla principalmente as áreas médicas, em que o resultado é anterior ao interesse de sua divulgação ou a ocorrência dos resultados não é planejada. Seções do texto: Título (português e inglês), Autores e Filiação, Resumo, Abstract, Introdução, Casuística, Discussão e Conclusões (quando pertinentes), Agradecimentos (quando houver) e Referências.

O número de páginas não deve exceder a 10, incluindo tabelas e figuras. O número de Referências não deve exceder a 12.

7. ■ COMUNICAÇÃO

É o relato sucinto de resultados parciais de um trabalho experimental, dignos de publicação, embora insuficientes ou inconsistentes para constituírem um artigo científico. O texto, com título em português e em inglês, Autores e Filiação deve ser compacto, sem distinção das seções do texto especificadas para “Artigo científico”, embora seguindo aquela ordem. Quando a Comunicação for redigida em português deve conter um “Abstract” e quando redigida em inglês deve conter um “Resumo”. O número de páginas não deve exceder a 8, incluindo tabelas e figuras. O número de Referências não deve exceder a 12.

8. PREPARAÇÃO DOS TEXTOS PARA PUBLICAÇÃO

Os artigos devem ser redigidos em português ou inglês, na forma impessoal. Para ortografia em inglês recomenda-se o *Webster’s Third New International Dictionary*. Para ortografia em português adota-se o *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*, da Academia Brasileira de Letras.

9. FORMATAÇÃO DO TEXTO

- O texto **NÃO** deve conter subitens em qualquer das seções do artigo e deve ser apresentado em Microsoft Word, em formato A4, com margem 3cm (superior, inferior, direita e esquerda), em fonte Times New Roman tamanho 12 e em espaçamento entrelinhas 1,5, em todas as páginas e seções do artigo (do título às referências), com linhas numeradas.
- Não usar rodapé. Referências a empresas e produtos, por exemplo, devem vir, obrigatoriamente, entre parêntesis no corpo do texto na seguinte ordem: nome do produto, substância, empresa e país.

10. SEÇÕES DE UM ARTIGO

- **Título.** Em português e em inglês. Deve contemplar a essência do artigo e não ultrapassar 150 dígitos.
- **Autores e Filiação.** Os nomes dos autores são colocados abaixo do título, com identificação da instituição a que pertencem. O autor para correspondência e seu e-mail devem ser indicados com asterisco. **Nota:**
 1. o texto do artigo em Word deve conter o nome dos autores e filiação.
 2. o texto do artigo em pdf **NÃO** deve conter o nome dos autores e filiação.
- **Resumo e Abstract.** Deve ser o mesmo apresentado no cadastro contendo até 2000 dígitos incluindo os espaços, em um só parágrafo. Não repetir o título e não acrescentar revisão de literatura. Incluir os principais resultados numéricos, citando-os sem explicá-

los, quando for o caso. Cada frase deve conter uma informação. Atenção especial às conclusões.

- **Palavras-chave e Keywords.** No máximo cinco.
- **Introdução.** Explanação concisa, na qual são estabelecidos brevemente o problema, sua pertinência e relevância e os objetivos do trabalho. Deve conter poucas referências, suficientes para balizá-la.
- **Material e Métodos.** Citar o desenho experimental, o material envolvido, a descrição dos métodos usados ou referenciar corretamente os métodos já publicados.
Nos trabalhos que envolvam animais e/ou organismos geneticamente modificados deverá constar, obrigatoriamente, o número do Certificado de aprovação do CEUA. (verificar o Item Comitê de Ética).
- **Resultados.** Apresentar clara e objetivamente os resultados encontrados.
 - ✓ **Tabela.** Conjunto de dados alfanuméricos ordenados em linhas e colunas. Usar linhas horizontais na separação dos cabeçalhos e no final da tabela. O título da tabela recebe inicialmente a palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Tabela 1.). No texto a tabela deve ser referida como Tab seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Tab. 1), mesmo quando se referir a várias tabelas (ex.: Tab. 1, 2 e 3). Pode ser apresentada em espaçamento simples e fonte de tamanho menor que 12 (o menor tamanho aceito é 8). A legenda da Tabela deve conter apenas o indispensável para o seu entendimento. As tabelas devem ser, obrigatoriamente, inseridas no corpo do texto preferencialmente após a sua primeira citação.
 - ✓ **Figura.** Compreende qualquer ilustração que apresente linhas e pontos: desenho, fotografia, gráfico, fluxograma, esquema, etc. A legenda recebe inicialmente a palavra Figura, seguida do número de ordem em algarismo arábico e ponto (ex.: Figura 1.) e é referida no texto como Fig seguida de ponto e do número de ordem (ex.: Fig.1), mesmo se referir a mais de uma figura (ex.: Fig. 1, 2 e 3). Além de inseridas no corpo do texto, fotografias e desenhos devem também ser enviadas no formato jpg com alta qualidade, em um arquivo zipado, anexado no campo próprio de submissão na tela de registro do artigo. As figuras devem ser, obrigatoriamente, inseridas no corpo do texto preferencialmente após a sua primeira citação. **Nota:**
 - ✓ Toda tabela e/ou figura que já tenha sido publicada deve conter, abaixo da legenda, informação sobre a fonte (autor, autorização de uso, data) e a correspondente referência deve figurar nas Referências.
- **Discussão.** Discutir somente os resultados obtidos no trabalho. (Obs.: As seções Resultados e Discussão poderão ser apresentadas em conjunto a juízo do autor, sem prejudicar qualquer das partes e sem subitens).
- **Conclusões.** As conclusões devem apoiar-se nos resultados da pesquisa executada e serem apresentadas de forma objetiva, **SEM** revisão de literatura, discussão, repetição de resultados e especulações.
- **Agradecimentos.** Não obrigatório. Devem ser concisamente expressados.
- **Referências.** As referências devem ser relacionadas em ordem alfabética, dando-se preferência a artigos publicados em revistas nacionais e internacionais, indexadas. Livros e teses devem ser referenciados o mínimo possível, portanto, somente quando

indispensáveis. São adotadas as normas gerais ABNT, **adaptadas** para o ABMVZ conforme exemplos:

Como referenciar:

1. Citações no texto

- A indicação da fonte entre parênteses sucede à citação para evitar interrupção na sequência do texto, conforme exemplos:
 - ✓ autoria única: (Silva, 1971) ou Silva (1971); (Anuário..., 1987/88) ou Anuário... (1987/88)
 - ✓ dois autores: (Lopes e Moreno, 1974) ou Lopes e Moreno (1974) ✓ mais de dois autores: (Ferguson *et al.*, 1979) ou Ferguson *et al.* (1979) ✓ mais de um artigo citado: Dunne (1967); Silva (1971); Ferguson *et al.* (1979) ou (Dunne, 1967; Silva, 1971; Ferguson *et al.*, 1979), sempre em ordem cronológica ascendente e alfabética de autores para artigos do mesmo ano.
- *Citação de citação.* Todo esforço deve ser empreendido para se consultar o documento original. Em situações excepcionais pode-se reproduzir a informação já citada por outros autores. No texto, citar o sobrenome do autor do documento não consultado com o ano de publicação, seguido da expressão **citado por** e o sobrenome do autor e ano do documento consultado. Nas Referências, deve-se incluir apenas a fonte consultada.
- *Comunicação pessoal.* Não fazem parte das Referências. Na citação coloca-se o sobrenome do autor, a data da comunicação, nome da Instituição à qual o autor é vinculado.

2. Periódicos (até 4 autores, citar todos. Acima de 4 autores citar 3 autores *et al.*): ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. v.48, p.351, 1987-88.

FERGUSON, J.A.; REEVES, W.C.; HARDY, J.L. Studies on immunity to alphaviruses in foals. *Am. J. Vet. Res.*, v.40, p.5-10, 1979.

HOLENWEGER, J.A.; TAGLE, R.; WASERMAN, A. et al. Anestesia general del canino. *Not. Med. Vet.*, n.1, p.13-20, 1984.

3. Publicação avulsa (até 4 autores, citar todos. Acima de 4 autores citar 3 autores *et al.*):

DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. 981p.

LOPES, C.A.M.; MORENO, G. Aspectos bacteriológicos de ostras, mariscos e mexilhões. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 14., 1974, São Paulo. *Anais...* São Paulo: [s.n.] 1974. p.97. (Resumo).

MORRIL, C.C. Infecciones por clostridios. In: DUNNE, H.W. (Ed). Enfermedades del cerdo. México: UTEHA, 1967. p.400-415.

NUTRIENT requirements of swine. 6.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1968. 69p.

SOUZA, C.F.A. *Produtividade, qualidade e rendimentos de carcaça e de carne em bovinos de corte*. 1999. 44f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

4. Documentos eletrônicos (até 4 autores, citar todos. Acima de 4 autores citar 3 autores *et al.*):

QUALITY food from animals for a global market. Washington: Association of American Veterinary Medical College, 1995. Disponível em: <<http://www.org/critca16.htm>>. Acessado em: 27 abr. 2000.

JONHNSON, T. Indigenous people are now more combative, organized. Miami Herald, 1994. Disponível em: <<http://www.summit.fiu.edu/MiamiHerld-Summit-RelatedArticles/>>. Acessado em: 5 dez. 1994.

Nota:

- Artigos que não estejam rigorosamente dentro das normas acima não serão aceitos para avaliação.
- O Sistema reconhece, automaticamente, como “Desistência do Autor” artigos em diligência e/ou “Aguardando liberação do autor”, que não tenha sido respondido no prazo dado pelo Sistema.

Taxas de submissão e de publicação:

- **Taxa de submissão.** A taxa de submissão de R\$50,00 deverá ser paga por meio de boleto bancário emitido pelo sistema eletrônico de submissão de artigos. Ao solicitar o boleto bancário, o autor informará os dados para emissão da nota fiscal. Somente artigos com taxa paga de submissão serão avaliados.
Caso a taxa não seja quitada em até 30 dias será considerado como desistência do autor.
- **Taxa de publicação.** A taxa de publicação de R\$150,00, por página, por ocasião da prova final do artigo. A taxa de publicação deverá ser paga por meio de boleto bancário emitido pelo sistema eletrônico de submissão de artigos. Ao solicitar o boleto bancário, o autor informará os dados para emissão da nota fiscal.

Recursos e diligências:

- No caso de o autor encaminhar resposta a diligências solicitadas pelo ABMVZ, ou documento de recurso, o mesmo deverá constar como a(s) primeira(s) página(s) do texto do artigo somente na versão em Word.

No caso de artigo não aceito, se o autor julgar pertinente encaminhar recurso, o mesmo deve ser feito pelo e-mail abmvz.artigo@abmvz.org.br