

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

AVALIAÇÃO SENSORIAL DA CARNE DE BOVINOS
TERMINADOS EM CONFINAMENTO COM ADIÇÃO DE
ÓLEO DE CRAVO E CANELA ÀS DIETAS

Autora: Juliana Akamine Torrecilhas
Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado
Coorientadora: Ana Guerrero

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro - 2016

AVALIAÇÃO SENSORIAL DA CARNE DE BOVINOS
TERMINADOS EM CONFINAMENTO COM ADIÇÃO DE
ÓLEO DE CRAVO E CANELA ÀS DIETAS

Autora: Juliana Akamine Torrecilhas
Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado
Coorientadora: Ana Guerrero

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá- Área de concentração: Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
Fevereiro – 2016

T689a Torrecilhas, Juliana Akamine
Avaliação sensorial da carne de bovinos terminados em confinamento com adição de óleo de cravo e canela à dieta / Juliana Akamine Torrecilhas. -- Maringá, 2016
xii, 43 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Dep. de Zootecnia, 2016.

Orientador: Ivanor Nunes do Prado

Banca examinadora: Daniele Maggioni Chefer, Jorge Antonio Ferreira de Lara

Bibliografia

1. Consumidores. 2. Extrato de plantas. 3. Qualidade de carne. 4. Ruminantes. I. Título. II. Maringá-Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

CDU 636.2:636.087



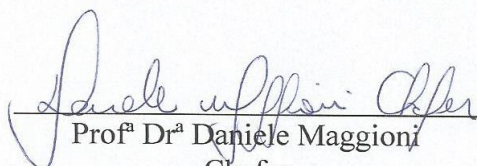
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

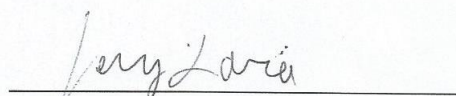
**AVALIAÇÃO SENSORIAL DA CARNE DE BOVINOS
TERMINADOS EM CONFINAMENTO COM ADIÇÃO
DE ÓLEO DE CRAVO E CANELA ÀS DIETAS**

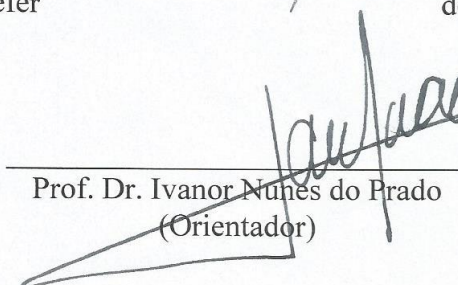
Autora: Juliana Akamine Torrecilhas
Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em 16 de fevereiro de 2016.


Prof.^o Dr.^a Daniele Maggioni
Chefe


Dr. Jorge Antonio Ferreira
de Lara


Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado
(Orientador)

“Tenha coragem. Vá em frente. Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Não importa quais sejam os obstáculos e as dificuldades. Se estamos possuídos de uma inabalável determinação, conseguimos superá-los independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho.”

(Dalai Lama)

Aos

meus pais, José Carlos Torrecilhas e Jucimara Akamine Torrecilhas, pelo carinho, pela força, dedicação, amor e contribuição para minha formação, social e pessoal.

Aos

meus irmãos, Josiane e Carlos Eduardo, que sempre estiveram ao meu lado.

Aos

meus avós, Lidia e José Torrecilhas, pelo grande apoio e carinho.

À

toda minha família, que mais do que me proporcionaram uma boa infância e formaram os fundamentos do meu caráter.

dedico

AGRADECIMENTO

A Deus, pelo dom da vida, por ter me iluminado nas decisões mais difíceis e por ter me guiado ao longo do curso.

À Universidade Estadual de Maringá, após graduação em Zootecnia e professores do programa, que possibilitaram a realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado, pela dedicada orientação, ensinamentos, paciência nos momentos difíceis e acima de tudo pela amizade.

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

Ao grupo de pesquisa do professor Ivanor Nunes do Prado: Fernando Zawadzki, Rodolpho Martins do Prado, Camila Mottin, Camila Barbosa, Mariana Ornaghi, Rodrigo Passetti, Maribel Velandia Valero, Carlos Emanuel Eiras, Marisa Alves, Tatiane Ramos, Gustavo Gonçalves, Jairo Pardo, Ana Flavia Brunheira, Kennyson Alves, Vinicius Barcellos, Dayane Cristina Rivaroli, Jessica Monteschio e Carolina Vital, pela amizade e companheirismo.

À Ana Guerrero, em especial, pela amizade, pelo ensinamento e paciência, me auxiliando nesta etapa, agregando-me conhecimento.

Ao Professor Carlos Sañudo, que auxiliou na realização do trabalho.

Ao Paulo Victor Baeza Burali, pela amizade que construímos, pelo apoio e auxílio nos momentos difíceis e pelos bons momentos que passamos juntos, fica aqui meu enorme carinho por ti.

Às amigas, Álida Mariana Buzzo e Lucélia Moura Pereira, pela amizade.

Ao amigo, José Carlos Silva, pelo auxílio na realização do experimento, principalmente pelo imenso carinho, companheirismo, paciência, conselhos e amizade.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Juliana Akamine Torrecilhas, filha de José Carlos Torrecilhas e Jucimara Akamine Torrecilhas, nasceu em Maringá, Paraná, no dia 26 de abril de 1988.

Em Novembro de 2013, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá- UEM.

Em março de 2014, ingressou no Programa de Pós Graduação em Zootecnia, nível mestrado, área de concentração Nutrição e Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá.

Em fevereiro de 2016, submeteu-se à defesa da dissertação.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO.....	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA: ADIÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA DIETA DE BOVINOS CONFINADOS E AVALIAÇÃO SENSORIAL DA CARNE	3
Aditivos na dieta de ruminantes.....	3
<i>Óleo essencial na alimentação de ruminantes</i>	3
<i>Óleo essencial de canela (Cinnamomum zeylanicum)</i>	6
<i>Óleo essencial de cravo (Eugenia caryophyllus)</i>	7
Consumidores e qualidade de carne.....	8
<i>Cor</i>	9
<i>Flavor (sabor e aroma)</i>	9
<i>Maciez</i>	10
Referências Bibliográficas	11
II.OBJETIVOS GERAIS	17

III. SENSORY AND VISUAL ACCEPTABILITY OF MEAT FROM YOUNG BULLS FINISHED IN FEEDLOT WITH HIGH CONCENTRATE DIET AND CLOVE OR CINNAMON ESSENTIAL OILS.....	18
BACKGROUND	18
INTRODUCTION	19
MATERIAL AND METHODS	20
RESULTS AND DISCUSSION	23
CONCLUSIONS	28
REFERENCES	29
IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41

LISTA DE TABELAS

	Página
Table 1. Ingredients and chemical diets composition (% DM).	33
Table 2. Chemical composition of diets (% DM).	34
Table 3. Visual acceptability of meat from young bulls fed with essential oil in high-grain during display time (n=30 consumers).	36
Table 4. Answer of questionnaire about consumer preferences and habits of consumption (n=155 consumers).	36
Table 5. Sensory attributes of grilled <i>Longissimus</i> aged for 1 and 7 days from young bulls feedlot finished with essential oil fed [§]	37
Table 6. Cluster classes of grilled <i>Longissimus</i> aged for 1 and 7 days from young bulls feedlot finished with essential oil fed.	38

LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPITULO I	
Figura 1. Fórmula estrutural do cinamaldeído.....	6
Figura 2. Fórmula estrutural do eugenol.....	7
CAPITULO II	
Figure 1. Willingness to buy meat from young bulls fed with essential oil in high-grain system during display time (n=30 consumers).	39
Figure 2. Principal Component Analysis of the scores for tenderness, flavour and overall acceptability of beef from young bulls fed with clove and cinnamon essential oil and two ageing time (1 and 7 days).	40

RESUMO

Objetivando-se avaliar o efeito do óleo essencial de cravo (*Eugenia caryophyllus*) e canela (*Cinnamomumzeylanicum*) na dieta de novilhos terminados em confinamento, na percepção sensorial dos consumidores no produto final (um e sete dias de maturação), foi conduzido um experimento utilizando 40 novilhos meio irmãos (½Pardo Suíço – ½ Nelore), terminados em confinamento, alimentados com dieta de alto concentrado e suplementados com óleo essencial. A dieta consistia em 90% de concentrado e 10% de bagaço de cana de açúcarpeletizado, oferecido *ad libitum*. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em cinco tratamentos: Controle (sem adição de óleo essencial), CLO35 (adição de 3500 mg de óleo essencial de cravo folha), CLO70 (adição de 7000 mg de óleo essencial de cravo folha), CIN35 (adição de 3500 mg de óleo essencial de canela folha), CIN70 (adição de 7000 mg de óleo essencial de canela folha). A adição de óleo de cravo ou óleo de canela não alterou a avaliação visual e aceitação de compra pelo consumidor. A análise sensorial (aroma, sabor, maciez e aceitabilidade geral) não foi alterada pela inclusão do óleo essencial na dieta. Por outro lado, o tempo de maturação (7 dias) melhorou a aceitabilidade dos atributos de maciez, aroma e sabor da carne. A adição desses óleos na dieta bovina pode representar benefícios nos parâmetros produtivos, não impactando na aceitabilidade visual e sensorial dos consumidores.

Palavras- chave: consumidores, extrato de plantas, qualidade da carne, ruminantes

ABSTRACT

Aiming to evaluate the effect of essential oil of clove (*Eugenia caryophyllus*) and cinnamon (*Cinnamomumzeylanicum*) in the diet of feedlot finished young bulls in the perception of consumers at the final product (one and seven days of aging) an experiment was conducted using 40 young bulls half-brothers (1/2 Brown Swyys- 1/2 Nellore) feedlot finished and supplemented with essential oil in the diet. The diet consisted of 90% concentrate and 10% pellets of sugar cane offered *ad libitum*. Young bulls were randomly assigned to one of five diets: CON- control, no essential oil, CLO35 - inclusion of 3500 mg of leaf clove; CLO70 inclusion of 7000 mg of leaf clove, CIN35 - inclusion of 3500 mg of leaf cinnamon, and CIN70 - inclusion 7000 mg of essential oil of leaf cinnamon. The addition of clove oil or cinnamon oil did not alter the visual evaluation and consumer purchase acceptance. Sensory analysis (smell, flavor, tenderness and overall acceptability) was not altered by the inclusion of essential oil in the diet. On the other hand the aging time (seven days) increased acceptability of smell, flavor and tenderness attributes of meat. The addition of this oilscan present benefit on cattle productive parameters, with no impact on consumer visual or sensorial acceptance.

Keywords: consumers, plant extracts, meat quality, ruminants

INTRODUÇÃO

O crescimento da obtenção de produtos de origem animal ocorre em função do aumento populacional, da renda da população e do hábito de consumo. Observa-se que nos países em desenvolvimento o consumo de produtos de origem animal poderá dobrar até o ano 2030, em razão do baixo consumo atual (FAO, 2015). Por outro lado, nos países industrializados esse crescimento será mais lento; todavia haverá uma maior exigência em relação à qualidade da carne, saúde e bem estar animal e proteção ao ambiente (Awada & Yiannaka, 2012). Além do aumento no consumo, os países em desenvolvimento também aumentarão suas produções de carne em 2,4%, significando uma participação de 247 milhões de toneladas, com uma contribuição de 66% da produção mundial (FAPRI, 2015).

A demanda mundial das proteínas de origem animal deve ocorrer para atender à perspectiva do aumento da população, estimando-se que em 2030 haverá 8,5 bilhões de pessoas no mundo e em 2050 essa marca irá chegar a 9,7 bilhões. Esse cenário desafia o setor de produção de origem animal a se atualizar na geração de novas tecnologias de produção, dispor de mão de obra qualificada, bem como, com um único objetivo de melhorar a eficiência da produção animal, levar em consideração as questões ambientais.

Por outro lado, embora o setor de produção de produtos de origem animal tenha crescido de forma significativa nas últimas décadas, com auxílio da engenharia genética, novos sistemas de alimentação, conhecimento melhorado do manejo animal e, sobretudo, reformulação no sistema de proteção animal, existe uma necessidade de outras inovações para dar sustentabilidade à crescente demanda. No que concerne

à alimentação de ruminantes, alguns estão sendo proibidos (antibióticos) e, assim, novas tentativas estão em curso para substituir as substâncias existentes e desenvolver novos produtos sem os efeitos colaterais das substâncias usadas no setor de produção animal. Esta nova demanda é decorrente da mudança no sistema de produção animal. No Brasil, até hoje, o sistema de produção de bovinos é essencialmente em pastagem (Ferraz & Felício, 2010). Todavia, com a redução nos custos das commodities e aumento no preço da carne bovina, existe uma real possibilidade de um aumento na produção de animais em semi confinamento e confinamento. Na realidade, nos últimos anos a terminação de bovinos em sistemas mais intensivos aumentou de forma marginal (ANUALPEC, 2014). Este aumento de animais em sistemas mais intensivos demanda o uso de substâncias que promovam o crescimento, melhorem a eficiência alimentar, sem, no entanto, alterar a qualidade da carne e, se possível, produzir carne que satisfaça a maior demanda da população.

Desse modo, diversos profissionais da área da produção animal concentram suas pesquisas no uso de aditivos naturais na alimentação animal, como é o caso dos óleos essenciais. Os óleos essenciais têm atividade antioxidante e antimicrobiana, tornando-se potenciais alternativas no uso em dietas de ruminantes, sendo utilizados como manipuladores de fermentação ruminal, melhorando a eficiência alimentar e a produtividade animal.

I. REVISÃO: ADIÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS NA DIETA DE BOVINOS CONFINADOS E AVALIAÇÃO SENSORIAL DA CARNE

Aditivos na dieta de ruminantes

Os antibióticos têm sido utilizados na produção animal há décadas como promotores de crescimento, atuando na fermentação do rúmen, reduzindo consideráveis perdas energéticas, diminuindo distúrbios metabólicos, conseqüentemente melhorando o desempenho animal (Bergen & Bates, 1984). Todavia, o seu uso é cada vez mais questionado pela sociedade consumidora. O aumento da preocupação dos consumidores com o surgimento de possíveis bactérias resistentes, pelo possível resíduo nos produtos de origem animal, está sendo debatida (Russell & Houlihan, 2003, Fernqvist & Ekelund, 2014). Como precaução, a União Europeia banuiu o uso dos antibióticos e ionóforos desde o ano 2006, em acato à regulamentação da Autoridade Europeia da Segurança do Alimento (OJEU, 2003). Mais recentemente, o órgão de controle alimentício das indústrias dos Estados Unidos publicou documento fazendo alusão à possibilidade de excluir o uso de antibióticos, enfatizando que essa decisão deve ser de forma passiva pelos produtores. Diante desse cenário, pesquisas em vários países da Europa (Gobert et al., 2010, Hart et al., 2008, Gladine et al., 2007), América do Norte (Benchaar et al., 2008, Chaves et al., 2008a, Chaves et al., 2008b, Chaves et al., 2011) e, mais recentemente, na América do Sul (Zawadzki et al., 2011a, Zawadzki et al., 2011b, Geraci et al., 2012, Cruz et al., 2014, Valero et al., 2014a, Valero et al., 2014b, Valero et al., 2015) estão sendo desenvolvidas com o objetivo de substituir antibióticos por produtos que não representem riscos à saúde humana. Embora os resultados observados e comprovados até agora sejam positivos e promissores, existe uma grande necessidade de alargar o conhecimento sobre os efeitos destes produtos no desempenho animal, eficiência alimentar e, sobretudo, a consequência do uso destes novos produtos na qualidade da carne.

Óleo essencial na alimentação de ruminantes

Os aditivos naturais possuem metabólitos secundários (voláteis) que possuem funções de proteção às plantas, além de dar cor e odor às mesmas. Os óleos essenciais são extraídos de plantas ou parte delas como caule, folhas, flores, frutos e sementes, por

meio do uso de solventes orgânicos ou destilação à vapor (Burt, 2004, Turek & Stintzing, 2013).

Os óleos são utilizados desde a antiguidade por possuírem propriedades de conservação e pelo seu flavor e fragrância (Franz et al., 2010). Os óleos essenciais são importantes matérias-primas para as indústrias, devido suas propriedades de conservação, aromatizante, fragrância e propriedade funcional (antioxidante e antimicrobiana), com aplicação no setor alimentício, bebidas, perfumaria, cosmética, farmacêutica, higiene e limpeza (Bakkali et al., 2008, Franz et al., 2010, Jayasena & Jo, 2013). A maior parte deles é considerada GRAS, significando seguros para consumo humano.

A ação dos óleos essenciais pode ser antioxidante, antimicrobiana ou antifúngica, sendo caracterizada de acordo com o tipo do composto, por diferentes concentrações de metabólitos secundários originados da mesma planta, por diferenças geográficas, condições climáticas e o tempo de colheita (Prakash et al., 2015) ou até mesmo no método de extração (Turek & Stintzing, 2013).

Em relação ao esqueleto de hidrocarboneto, os óleos podem ser divididos em duas famílias, os fenólicos e os fenilpropanoides (Calsamiglia et al., 2007). Os fenólicos são formados pela combinação de dois, três ou quatro unidades de isopreno.

Na alimentação animal, os óleos essenciais foram pesquisados muito antes do uso dos antibióticos, primeiramente como teste para inibição de metano, posteriormente para redução da concentração de NH_3 (Benchaar et al., 2007, Calsamiglia et al., 2007). Os mais recentes questionamentos pela sociedade consumidora sobre possíveis riscos dos ionóforos usados na alimentação animal aumentaram as pesquisas com aditivos naturais (Zawadzki et al., 2011a, Zawadzki et al., 2011b, Fernqvist & Ekelund, 2014). O eugenol (presente no óleo de cravo), o cinamaldeído (presente no óleo de canela), o α -pinene (presente no óleo de alecrim), o carvacrol (presente no óleo de orégano) e a capsaicina (presente no óleo de pimenta) são exemplos de compostos estudados que estão relatados na literatura (Benchaar et al., 2006, Calsamiglia et al., 2007, Hart et al., 2008).

Os óleos essenciais podem modificar os mecanismos de digestão no rúmen, alterando a fermentação ruminal, melhorando a eficiência energética, reduzindo a produção de CH_4 , que representa uma das principais perdas de energia ao animal (Benchaar et al.,

2008). Ainda, os óleos essenciais podem contribuir para a redução do efeito estufa, melhoram a relação da proporção de acetato:propionato e diminuem a incidência de desordens ruminais, pois podem diminuir a produção de ácido láctico (Hart et al., 2008).

Devido à gama de compostos existentes nos óleos, o modo de ação não é atribuído a um mecanismo específico. Uma importante característica dos óleos é seu poder hidrofílico, que lhes permite atravessar a membrana da célula bacteriana e da mitocôndria, mudando a estrutura e favorecendo a troca de íons de dentro da célula (Newbold & Rode, 2006, Hart et al., 2008, Yang et al., 2010b). Na tentativa de manter o equilíbrio osmótico, a célula ativa a bomba iônica, um mecanismo que regula o balanço químico entre o meio interno e externo, com grande perda de energia; assim a célula não consegue ser eficiente e ocorre um desequilíbrio celular. Com o aumento da pressão osmótica, a água entra em excesso e a membrana celular é rompida, ocasionando a morte da bactéria.

Há uma busca por alternativas de antioxidantes na indústria alimentícia, principalmente pelos naturais. Os sintéticos, como por exemplo o BHA e BHT, são suspeitos por representarem risco à saúde humana, assim os óleos essenciais seriam uma possibilidade de serem utilizados neste ramo por apresentarem ações antioxidantes, serem substâncias naturais e principalmente comestíveis.

A propriedade antioxidante é uma importante atividade biológica dos óleos essenciais, característica essa atribuída aos componentes pela presença de compostos fenóis, terpenoides, radicais livres e outros componentes voláteis. Componentes esses que atuam no retardamento ou redução nos processos oxidativos, representando uma alternativa para prolongar a vida de prateleira do produto final, como é o caso da carne bovina (Jayasena & Jo, 2013). Os resultados dos óleos essenciais podem ser adversos, o que vai depender do tipo e da dosagem utilizada. Baker et al. (2013), investigando o extrato de gengibre e alecrim adicionados na carne de cordeiros armazenada sob refrigeração até 150 dias, observaram um retardo significativo no processo oxidativo da carne, quando comparando com as amostras controle.

Por outro lado, há um desconhecimento de qual é a melhor dose para ser usada na alimentação animal e uma das principais dificuldades é conseguir transferir a melhor dosagem *in vitro* para experimentos *in vivo* (Bakkali et al., 2008).

Óleo essencial de canela (*Cinnamomumzeylanicum*)

A canela é uma planta nativa do Sri Lanka. O óleo essencial extraído desta planta pode ser obtido do caule ou das folhas, e contém cerca de 40 a 75% de cinamaldeído (Figura 1) e 4 a 10% de eugenol (Figura 2).

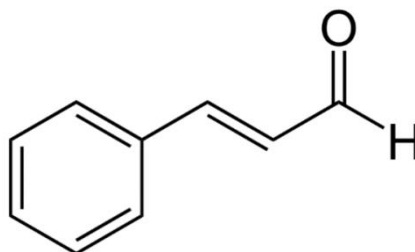


Figura 1. Fórmula estrutural do cinamaldeído.

O óleo essencial da folha da canela é extraído por destilação à vapor e é característico por apresentar propriedades antimicrobianas e antioxidantes.

O óleo essencial de canela vem despertando interesse na nutrição animal por possuir atividade biológica (antibacteriana, antifúngica e antioxidante), onde é visto como alternativa de substituição aos antibióticos. O seu composto é conhecido por inibir crescimento de *Escherichia coli* e *Salmonellatyphimurium* (Helander et al., 1998).

Chaves et al. (2008a), com o objetivo de avaliarem o efeito do óleo essencial da folha de canela (250 mg/L) *in vitro*, sobre os microrganismos ruminais, observaram redução na produção de CH₄ devido diminuição das bactérias metanogênicas ruminais, um aumento na proporção acetato: propionato e aumento na produção do ácido butírico.

Yang et al. (2010a), testando níveis de cinamaldeído (400, 800 e 1600 mg/novilho/dia) na dieta de bovinos, observaram mínimos efeitos sobre os parâmetros ruminais. Já Chaves et al. (2008b), utilizando 200 mg/kg de matéria seca de cinamaldeído na dieta de ovinos, observaram redução do pH ruminal comparando com a dieta controle, havendo maiores concentrações de ácidos graxos totais, ocasionados pela maior fermentação da dieta com a inclusão do composto.

Cardozo et al. (2005) observaram decréscimo no pH do rúmen, aumento nos ácidos graxos totais, diminuição da razão acetato: propionato, bem como na concentração de NH₃-N, quando foi utilizado o óleo de canela. Isso significa que o óleo de canela e seus compostos podem ser moduladores da utilização dos nutrientes no rúmen.

Óleo essencial de cravo (*Eugenia caryophyllus*)

O cravo é originário das Ilhas Molucas na Indonésia e possui como principal composto o eugenol (Figura 2), cerca de 85%. O óleo essencial da folha de cravo é característico por apresentar um líquido amarelo de forte odor. Na área de cosméticos, ele é conhecido por ser utilizado na fabricação de perfumes, aromatizantes de ambiente, sabonetes líquidos e sais de banho. Na indústria alimentícia, é utilizado como especiarias e empregado como aromatizante de alimentos e bebidas.

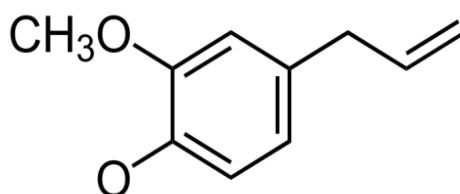


Figura 2. Fórmula estrutural do eugenol.

O eugenol é um composto que possui diversas características, como antioxidante, antimicrobiano, tornando-se importante nas pesquisas de nutrição animal. Viuda-Martos et al. (2010) testaram a atividade antioxidante dos óleos essenciais de orégano (*Origanum vulgare*), tomilho (*Thymus vulgaris*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), sálvia (*Salvia officinalis*) e cravo (*Syzygium aromaticum*), e observaram que o óleo de cravo obteve melhores resultados de ação antioxidante, contendo maiores quantidade de fenólicos totais.

Busquet et al. (2006) avaliaram o efeito do óleo essencial de cravo, e puderam observar a diminuição da produção de ácidos graxos voláteis *in vitro*, usando uma concentração de 3000 mg/L do óleo. Essa diminuição pode ter efeito negativo na produção animal, devido esses ácidos serem a principal fonte de energia dos ruminantes para produção de carne, leite e lã. Benchaar et al. (2007) reportaram uma diminuição de 42% na produção de CH₄ *in vitro* quando utilizaram doses de 600 mg/L, comparadas com doses de 500 mg/L de eugenol.

Moreira (2005), usando óleo essencial de melaleuca (*Melaleuca alternifolia*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), hortelã (*Mentha piperita*), rosa moschata (*Sa moschata*), cravo (*Syzygium aromaticum*), limão (*Citrus limonum*), orégano (*Origanum vulgare*), pino (*Pinus silvestris*) e mangericão (*Ocimum basilicum*) para analisar o crescimento de *Escherichia Coli in vitro*, observaram

que o óleo de cravo teve melhores resultados. Alguns estudos mostram que o óleo aplicado diretamente no produto pode ser uma alternativa, ajudando a diminuir ou até inibir a contagem de alguns agentes patógenos (Realini & Marcos, 2014). Em estudos realizados com a aplicação do óleo essencial de cravo, diretamente na carne de cordeiros, foi observada a diminuição da contagem de *Listeria monocytogenes*, que é um agente patógeno, em comparação ao tratamento controle (Goñi et al., 2009).

O óleo de cravo pode ser um potente composto para preservação de alimentos, entretanto em altas concentrações pode ter efeito na propriedade sensorial dos alimentos e conseqüentemente uma aceitação negativa por parte dos consumidores.

Consumidores e qualidade de carne

Com ampliação do mercado consumidor de carne bovina, advindo do aumento de renda, cresce a preocupação dos consumidores tanto em relação à qualidade final do produto quanto ao sistema de produção, tornando evidente e assumindo proporções importantes dentro da cadeia de carne para sua comercialização (Prado, 2010).

Os consumidores estão cada vez mais preocupados com questões que envolvam riscos, tanto ao uso de aditivos na alimentação quanto à contaminação de produtos alimentícios (Font-i-Furnols & Guerrero, 2014, Fernqvist & Ekelund, 2014). Os consumidores não possuem o conhecimento específico de quais são esses riscos aos quais podem estar submetidos (Behrens et al., 2010). Segurança alimentar nada mais é que a garantia de que o alimento não traga nenhum malefício ao consumidor quando preparado (Patisson et al., 2010).

A primeira percepção de qualidade do produto que o consumidor tem é pela avaliação sensorial, da qual fazem parte os fatores de aparência como cor, aroma, posteriormente textura e sabor (Behrens et al., 2010). Atualmente, com a expansão do mercado de carne, os atributos sensoriais não são suficientes, assim outros conceitos de qualidade estão surgindo, como os atributos tecnológicos (pH, capacidade retenção de água, oxidação lipídica, oxidação proteica), os atributos ligados ao nutricional (teor de lipídeos, proteína, perfil de ácidos graxos) e aqueles sanitários.

Cor

O visual dá a informação sobre o aspecto do produto: estado, tamanho, forma, textura e cor (Jacob & Pethick, 2014). Esse sentido antecipa outras informações sobre o produto, desse modo essa é a primeira relação entre o consumidor e aceitação geral do produto. Assim, a cor é de extrema importância na avaliação sensorial e é o primeiro aspecto a ser considerado no momento da compra (Killinger et al., 2004). A cor vermelha escura é associada ao processo de deterioração e conseqüentemente é rejeitada pelo consumidor, que muitas vezes tem uma preferência por uma cor vermelha cereja/vivo.

Vários fatores podem influenciar a cor da carne, como espécie, a raça, sexo, idade do animal, o tipo de músculo, o sistema de terminação (Mancini & Hunt, 2005, Priolo et al., 2001).

Outros fatores relacionados como o manejo no sistema de criação, no transporte dos animais, no abate, também devem ser levados em consideração, pois um maior estresse dos animais no pré abate pode alterar os atributos da carne, como cor, pH e capacidade de retenção de água (Ferguson & Warner, 2008). Os animais estressados apresentam um maior consumo de glicogênio no músculo antes do abate e isto acarretará em menor queda do pH *post mortem* (Jeleníková et al., 2008) e escurecimento da carne (DFD - dark, firm and dry), resultando em produto de qualidade inferior.

Flavor (aroma e sabor)

O flavor é uma mistura de sabor e aroma, na qual os dois estão interligados (Neethling et al., 2015). No momento do cozimento da carne, irá resultar em diversas reações químicas por meio das quais serão liberadas substâncias voláteis, que são percebidas pelos receptores nasais, constituindo o odor da carne (Resconi et al., 2010). Posteriormente, quando a carne está sendo mastigada, o cheiro que é liberado passa pelas narinas até o epitélio olfatório, onde é denominado de aroma. As características de um alimento dependem mais do aroma do que do gosto propriamente dito. O sabor é uma mistura de gosto, para o qual não há uma única definição. São considerados cinco sabores: doce, amargo, salgado, ácido e um último que é chamado de umami.

Essas cinco diferentes percepções de sabor permitem avaliar o conteúdo nutricional do alimento, ajudando a prevenir a ingestão de substâncias tóxicas e contribuindo para sensação de prazer no momento da degustação (Neethling et al., 2015). A percepção do

gosto é sentido por células localizadas na parte frontal, lateral, no fim da língua e no palato, bochechas e esôfago. Cada região da língua é responsável por detectar um tipo de sabor, por exemplo, o salgado e ácido é percebido mais nas regiões laterais da língua, o doce é sentido mais na parte frontal da língua e o amargo na região de trás da língua. Essa percepção se dá por células receptoras do gosto, que espalham neurotransmissores pela sinapse a fim de criar um sinal nervoso.

A união do olfato e gosto é a definição de flavor, que envolve ainda um conjunto de elementos, como sensações de temperatura, pressão e adstringência (Kerth & Miller, 2015, Khan et al., 2015).

Maciez

A maciez é a principal característica percebida pelo consumidor quando o alimento é ingerido. No momento da mastigação, a força mecânica realizada juntamente com o sabor e o aroma que são liberados é que trazem a aceitação ou não do produto pelo consumidor (Etaio et al., 2013).

Os fatores que influenciam a maciez da carne, e que estão ligados ao produto, podem ser: umidade e quantidade de gordura, o tamanho e distribuição das fibras. Já aqueles ligados aos fatores produtivos são: idade do animal, taxa de crescimento, raça, sexo, genética, manejo e aqueles no processamento: abate, esfriamento e suspensão das carcaças, maturação, entre outros (Font-i-Furnols & Guerrero, 2014, Guerrero et al., 2013).

Há diversas técnicas para melhorar a maciez, que podem ser utilizadas a favor da aceitabilidade do produto, como a maturação (Rivaroli et al., 2014). A maturação é um processo complexo que pode ajudar no amaciamento da carne, pela ação da calpaína e calpastatina. Esse fenômeno dá um sabor e aroma característico ao produto final (Koohmaraie, 1994, Koohmaraie & Geesink, 2006).

O modo de preparo da carne também influencia na maciez. Quando cozida, ocorrem mudanças na estrutura devido à desnaturação de proteína. Portanto, há uma soma de diversos fatores que influenciam na maciez do produto e na qualidade final e não deve ser considerado um único aspecto isolado.

Referências Bibliográficas

- ANUALPEC. 2014. *Anuário da Pecuária Brasileira*, 20th edn. Instituto FNP, São Paulo, SP, Brasil.
- Awada, L. & Yiannaka, A. 2012. Consumer perceptions and the effects of country of origin labeling on purchasing decisions and welfare. *Food Policy*, 37, 21-30.
- Baker, I. A., Alkass, J. L. & Saleh, H. H. 2013. Reduction of oxidative rancidity and microbial activities of the Karadi lamb patties in freezing storage using natural antioxidant extracts of rosemary and ginger. *International Journal of Agricultural and Food Research*, 2, 31-42.
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. & Idaomar, M. 2008. Biological effects of essential oils—a review. *Food and Chemical toxicology*, 46, 446-475.
- Behrens, J. H., Barcellos, M. N., Frewer, L. J., Nunes, T. P., Franco, B. D. G. M., Destro, M. T. & Landgraf, M. 2010. Consumer purchase habits and views on food safety: A Brazilian study. *Food Control*, 21, 963-969.
- 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, 209-228.
- Benchaar, C., Chaves, A. V., Fraser, G. R., Wang, Y., Beauchemin, K. A. & McAllister, T. A. 2007. Effects of essential oils and their components on *in vitro* rumen microbial fermentation. *Canadian Journal of Animal Science*, 87, 413-419.
- Benchaar, C., Duynisveld, J. L. & Charmley, E. 2006. Effects of monensin and increasing dose levels of a mixture of essential oil compounds on intake, digestion and growth performance of beef cattle. *Canadian Journal of Animal Science*, 86, 91-96.
- Bergen, W. G. & Bates, D. B. 1984. Ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. *Journal of Animal Science*, 58, 1465-1483.
- Burt, S. 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94, 223-253.
- Busquet, M., Calsamiglia, S., Ferret, A. & Kamel, C. 2006. Plant extracts affect *in vitro* rumen microbial fermentation. *Journal of Dairy Science*, 89, 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, 2580-2595.

- Cardozo, P. W., Calsamiglia, S., Ferret, A. & Kamel, C. 2005. Screening for the effects of natural plant extracts at different pH on in vitro rumen microbial fermentation of a high-concentrate diet for beef cattle. *Journal of Animal Science*, 83, 2572-2579.
- Chaves, A. V., Dugan, M. E. R., Stanford, K., Gibson, L. L., Bystrom, J. M., McAllister, T. A., Van Herk, F. & Benchaar, C. 2011. A dose-response of cinnamaldehyde supplementation on intake, ruminal fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Livestock Science*, 141, 213-220.
- Chaves, A. V., Stanford, K., Dugan, M. E. R., Gibson, L. L., McAllister, T. A., Van Herk, F. & Benchaar, C. 2008a. Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Livestock Science*, 117, 215-224.
- Chaves, A. V., Stanford, K., Gibson, L. L., McAllister, T. A. & Benchaar, C. 2008b. Effects of carvacrol and cinnamaldehyde on intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Animal Feed Science and Technology*, 145, 396-408.
- Cruz, O. T. B., Valero, M. V., Zawadzki, F., Rivaroli, D. C., Prado, R. M., Lima, B. S. & Prado, I. N. 2014. Effect of glycerine and essential oils (*Anacardium occidentale* and *Ricinus communis*) on animal performance, feed efficiency and carcass characteristics of crossbred bulls finished in a feedlot system. *Italian Journal of Animal Science*, 13, 790-797.
- Etaio, I., Gil, P. F., Ojeda, M., Albisu, M., Salmerón, J. & Elortondo, F. J. P. 2013. Evaluation of sensory quality of calf chops: A new methodological approach. *Meat Science*.
- FAO. 2015. *Statistical Yearbook*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- FAPRI. 2015. Food and Agricultural Policy Research Institute. In: Database, W. A. O. (ed.) *Food and Agricultural Policy Research Institute*. Iowa State University and University of Missouri-Columbia Ames, IA, USA.
- Ferguson, D. M. & Warner, R. D. 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? *Meat Science*, 80, 12-19.
- Fernqvist, F. & Ekelund, L. 2014. Credence and the effect on consumer liking of food – A review. *Food Quality and Preference*, 32, 340-353.
- Ferraz, J. B. S. & Felício, P. E. 2010. Production systems – An example from Brazil. *Meat Science*, 84, 238-243.
- Font-i-Furnols, M. & Guerrero, L. 2014. Consumer preference, behaviour and perception about meat and meat products: an overview. *Meat Science*, 98, 361-371.

Franz, C., Baser, K. H. C. & Windisch, W. 2010. Essential oils and aromatic plants in animal feeding - a European perspective. A review. *Flavour and Fragrance Journal*, 25, 327-340.

Geraci, J. I., Garcarena, A. D., Gagliostro, G. A., Beauchemin, K. A. & Colombatto, D. 2012. 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*, 176, 123-130.

Gladine, C., Morand, C., Rock, E., Bauchart, D. & Durand, D. 2007. Plant extracts rich in polyphenols (PERP) are efficient antioxidants to prevent lipoperoxidation in plasma lipids from animals fed *n-3* PUFA supplemented diets. *Animal Feed Science and Technology*, 136, 281-296.

Gobert, M., Gruffat, D., Habeanu, M., Parafita, E., Bauchart, D. & Durand, D. 2010. Plant extracts combined with vitamin E in PUFA-rich diets of cull cows protect processed beef against lipid oxidation. *Meat science*, 85, 676-683.

Goñi, P., López, P., Sánchez, C., Gómez-Lus, R., Becerril, R. & Nerín, C. 2009. Antimicrobial activity in the vapour phase of a combination of cinnamon and clove essential oils. *Food Chemistry*, 116, 982-989.

Guerrero, A., Valero, M. V., Campo, M. M. & Sañudo, C. 2013. Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork. Review. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 35, 335-347.

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, 8-35.

Helander, I. M., Alakomi, H.-L., Latva-Kala, K., Mattila-Sandholm, T., Pol, I., Smid, E. J., Gorris, L. G. & von Wright, A. 1998. Characterization of the action of selected essential oil components on Gram-negative bacteria. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46, 3590-3595.

Jacob, R. H. & Pethick, D. W. 2014. Animal factors affecting the meat quality of Australian lamb meat. *Meat Science*, 96, 1120-1123.

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, 96-108.

Jeleníková, J., Pipek, P. & Staruch, L. 2008. The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. *Meat Science*, 80, 870-874.

Kerth, C. R. & Miller, R. K. 2015. Beef flavor: a review from chemistry to consumer. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, in press.

- Khan, M. I., Jo, C. & Tariq, M. R. 2015. Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors - A systematic review. *Meat Science*, 110, 278-284.
- Killinger, K., Calkins, C. R., Umberger, W., Feuz, D. M. & Eskridge, K. M. 2004. Consumer visual preference and value for beef steaks differing in marbling level and color. *Journal of Animal Science*, 82, 3288-3293.
- Koohmaraie, M. 1994. Muscle proteinases and meat aging. *Meat Science*, 36, 93-104.
- Koohmaraie, M. & Geesink, G. H. 2006. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Science*, 74, 34-43.
- Mancini, R. A. & Hunt, M. C. 2005. Current research in meat color. *Meat Science*, 71, 100-121.
- Neethling, J., Hoffman, L. C. & Muller, M. 2015. Factors influencing the flavour of game meat: A review. *Meat Science*, 13, 113-159.
- Newbold, C. J. & Rode, L. M. 2006. Dietary additives to control methanogenesis in the rumen. *International Congress Series*, 1293, 138-147.
- 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*. Brussels, Belgium.
- Patison, K. P., Swain, D. L., Bishop-Hurley, G. J., Pattison, P. & Robins, G. 2010. Social companionship versus food: The effect of the presence of familiar and unfamiliar conspecifics on the distance steers travel. *Applied Animal Behaviour Science*, 122, 13-20.
- Prado, I. N. 2010. *Produção de bovinos de corte e qualidade da carne*. Eduem, Maringá, Paraná, Brasil.
- Prakash, B., Kedia, A., Mishra, P. K. & Dubey, N. K. 2015. Plant essential oils as food preservatives to control moulds, mycotoxin contamination and oxidative deterioration of agri-food commodities - Potentials and challenges. *Food Control*, 47, 381-391.
- Priolo, A., Micol, D. & Agabriel, J. 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Animal Research*, 50, 185-200.
- Realini, C. E. & Marcos, B. 2014. Active and intelligent packaging systems for a modern society. *Meat Science*, 98, 404-419.
- Resconi, V. C., Campo, M. M., Montossi, F., Ferreira, V., Sañudo, C. & Escudero, A. 2010. Relationship between odour-active compounds and flavour perception in meat from lambs fed different diets. *Meat Science*, 85, 700-706.

- Rivaroli, D. C., Torrecilhas, J. A., Fugita, C. A., Prado, R. M., Jorge, A. M. & Prado, I. N. 2014. Effect of essential oils inclusion and ageing on texture of crossbred young bulls finished on feedlot. In: Science, M. (ed.) *60th International Congress of Meat Science and Technology*. Meat Science, Punta del Este.
- Russell, J. B. & Houlihan, A. J. 2003. Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. *FEMS Microbiology Reviews*, 27, 65-74.
- Turek, C. & Stintzing, F. C. 2013. Stability of essential oils: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 12, 40-53.
- Valero, M. V., Prado, R. M., Zawadzki, F., Eiras, C. E., Madrona, G. S. & Prado, I. N. 2014a. Propolis and essential oils additives in the diets improved animal performance and feed efficiency of bulls finished in feedlot. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 36, 419-426.
- Valero, M. V., Torrecilhas, J. A., Zawadzki, F., Bonafé, E. G., Madrona, G. S., Prado, R. M., Passetti, R. A. C., Rivaroli, D. C., Visentainer, J. V. & Prado, I. N. 2014b. Propolis or cashew and castor oils effects on composition of *Longissimus* muscle of crossbred bulls finished in feedlot. *Chilean Journal of Agricultural and Research*, 74, 445-451.
- 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.
- Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J. & Pérez-Álvarez, J. A. 2010. Effect of orange dietary fibre, oregano essential oil and packaging conditions on shelf-life of bologna sausages. *Food Control*, 21, 436-443.
- Yang, W. Z., Ametaj, B. N., Benchaar, C., He, M. L. & Beauchemin, K. A. 2010a. Cinnamaldehyde in feedlot cattle diets: Intake, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. *Journal of Animal Science*, 88, 1082-1092.
- Yang, W. Z., Benchaar, C., Ametaj, B. N. & Beauchemin, K. A. 2010b. Dose response to eugenol supplementation in growing beef cattle: Ruminal fermentation and intestinal digestion. *Animal Feed Science and Technology*, 158, 57-64.
- Zawadzki, F., Prado, I. N., Marques, J. A., Zeoula, L. M., Prado, R. M., Fugita, C. A., Valero, M. V. & Maggioni, D. 2011a. Sodium monensin or propolis extract in the diet of Nellore bulls finished in feedlot: chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus* muscle. *Semina: Ciências Agrárias*, 32, 1627-1636.
- Zawadzki, F., Prado, I. N., Marques, J. A., Zeoula, L. M., Rotta, P. P., Sestari, B. B., Valero, M. V. & Rivaroli, D. C. 2011b. Sodium monensin or propolis extract in the diets of feedlot-finished

bulls: effects on animal performance and carcass characteristics. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 20, 16-25.

II. OBJETIVOS GERAIS

Objetivou-se avaliar os atributos sensoriais (visual, aroma, sabor, maciez e aceitabilidade geral) da carne (um e sete dias de maturação) de novilhos mestiços ($1/2$ Pardo Suíço- $1/2$ Nelore), terminados em confinamento alimentados com alto concentrado e suplementados com óleo essencial de cravo (*Eugenia caryophyllus*) ou canela (*Cinnamomumzeylanicum*) na dieta.

III. SENSORY ACCEPTABILITY OF MEAT FROM YOUNG BULLS FINISHED IN FEEDLOT WITH HIGH CONCENTRATE DIET AND CLOVE OR CINNAMON ESSENTIAL OILS

BACKGROUND:The essential oils are natural additives that could modify carcass and meat quality of beef, replacing other kind of substances used on animal production as antibiotics, modulating ruminal fermentation and improving nutrient utilization, representing no risk to human health. This study examined the effect of clove and cinnamon essential oil in the diet of young bulls finished in feedlot on the perception (sensorial and visual) by consumers of the final product (meat).

RESULTS:The inclusion of essential oil in the finishing diet of young bulls did not influence the visual or the sensory acceptability of meat (smell, flavor, tenderness or overall acceptability) evaluated by consumers. On the other hand, ageing effect which was also studied on meat showed the best acceptance by consumers ($P<0.05$) at seven days on smell, flavor, tenderness and overall attribute.

CONCLUSIONS: The addition of clove or cinnamon essential oil on finished feedlot diets had not negative effect for consumers' acceptability on sensory and visual attributes of meat.

Keywords: antioxidant; consumers; meat quality, sensory analysis, vegetable extract

INTRODUCTION

Although the debate about the impact of the use of antibiotics in livestock and the possible transference of resistant pathogens to humans continues ¹, an European report from the Commission on Antimicrobial Feed Additives concluded that antibiotic resistance represents a threat to animal and human health ². Consequently, since January 2006 the use of ionophores in animal diets were forbidden in the European Union, due to the possible risk for public health (OJEU ³- 1831/2003/EC). Recently the Food and Drug Administration (FDA), governmental organ of the United States responsible for the control of food industries, reported that want to forbid the use of antibiotics in animal production. With the major changes in the production chain of beef in last years, consumers are more informed and are increasing concern about aspects related to health, welfare and food safety. Consumers are demanding quality on meat products at the time of purchase⁴, being this quality frequently associated with concepts of tenderness, flavor, fat quality or absence of health risk on consumption ⁵.

Consequently, considerable efforts have been devoted towards developing alternative products to antibiotics ^{6,7,8}. Plant extracts offer an opportunity in this regard ⁹. These compounds have shown capacity for modulate ruminal fermentation and improve nutrient utilization by ruminants ^{10,11}.

The essential oils (EO) are lipophilic substances; its main action in plants is related to protection against predators, and also has characteristic odors that have intended as lure to attract insects. Natural oils can be obtained from plants or parts of them as stem, flowers, seeds, twigs, buds, leaves, bark, herbs, wood, fruits and roots. There is a wide difference in the composition of the compounds found in EO^{12, 13}. Chemically, EO are variable mixtures of principally terpenoids, especially monoterpenes (C10) and sesquiterpenes (C15) although diterpenes (C20) may also be present, and a variety of low molecular weight aliphatic hydrocarbons, acids, alcohols, aldehydes, acyclic esters or lactones ¹⁴. EO particularly rich in phenolic compounds have been shown to possess high levels of antimicrobial activity against both Gram-negative and -positive bacteria ^{15, 16}.

There is scarce the information about meat sensory quality from cattle fed different EO^{17, 18}, although some studies were performed on effect of EO^{19, 20} of meat from lamb rated by trained panelist. Therefore, this study was conducted to investigate if the addition of clove essential oil (*Eugenia caryophyllus*) and cinnamon essential oil

(*Cinnamomumzeylanicum*) on young bulls diets finished in feedlot for 187 days have modified meat quality parameters related to sensory and visual acceptability of meat evaluated by consumers.

MATERIAL AND METHODS

Ethic committee and local

This experiment was approved by Department of Animal Science and Research Ethic Committee at the State University of Maringá and followed the guiding principles of biomedical research with animals²¹, in accordance with Article 10 of Resolution UEM 032/2006 - CEP (Annex A), and was carried out at the Rosa & Pedro Sector, State University of Maringá, Farm Experimental Station at Iguatemi city, Paraná, Brazil South.

Animals and diets

A total of 40 ($1/2$ Brown Swyssh- $1/2$ Nellore) young bulls, half-brothers with 10 ± 2.2 month-old and an average initial body weight (BW) of 219.0 ± 11.7 kg were used in a complete randomized design. The young bulls were weighed at the beginning of the experiment and assigned to individual pens with 10 m^2 , partially covered and with concrete floors. The young bulls were distributed within treatments according to BW in individual pens. Before the beginning of the experiment, the animals had a period of adaptation of two weeks. The young bulls were weighed every 28 days.

The basal diet was the same for all animals, and consisted on 90% concentrate and 10% of pellets cane sugar offered *ad libitum*, formulated to be isonitrogenous and isoenergetics (Table 1) according to NRC²². The young bulls were randomly assigned to one of five diets: CON- control, no clove or cinnamon, CLO35 - inclusion of 3500 mg/animal/day of the leaf clove; CLO70 inclusion of 7000 mg/animal/day of the leaf clove, CIN35 - inclusion of 3500 mg/animal/day of leaf cinnamon, and CIN70 - inclusion 7000 mg/animal/day of essential oil of the leaf cinnamon. The clove essential oils contained 84.5%, 13.3% and 1.3% of eugenol, carophyllene and eugenyl acetate, respectively, and cinnamon essential oils contained 78.8%, 4.7% and 3.2% of cinnamaldheyde, carophyllene and α -pinene, respectively, as was determined by Biondo, Carbonera, Zawadzki, Chiavellia, Pilau, Prado and Visentainera²³ using gas chromatography-mass spectrometry. The essential oils were obtained from

FERQUIMA[®] (Vargem Grande Paulista, São Paulo, Brazil) and stored at 4°C. The essential oils had liquid texture and the inclusion of essential oils was made every 15 days, in order to calculate and adjust the dose by period depending of the intake of dry matter/day per animal. Preparation of diets was made with a pre-mix with ground corn and then added the essential oils to feed mixer with another ingredients to diet. It was reviewed by the ORAC method (Oxygen Radical Absorbance Capacity) as reported by Zulueta, Esteve and Frígola²⁴ that the antioxidant power of essential oils in the diet, and it was not lost for up to 30 days of exposure.

Slaughter procedure and muscle sampling

After 187 days finished in feedlot, young bulls reached an average BW of 443.5 ± 26.2 kg, and were transported to a commercial slaughterhouse (Arapongas city, Paraná, Brazil south). Truck stocking density was 0.8 ± 0.2 bulls/m², and transport distance was less than 60 km. The young bulls were slaughtered, following the usual practices of the Brazilian beef industry according to the Brazilian RIISPOA – Regulation of Industrial and Sanitary Inspection of Animal Products. Afterwards, the carcasses were divided medially from the sternum and spine, resulting in two similar halves, which were weighed to calculate hot carcass weight. Next, the half-carcasses were washed, identified and stored in a chilling chamber at 4°C, where they remained for a 24 h period.

Twenty-four hours later, after chilling, *Longissimusdorsi* (*thoracis* and *lumborum*) muscle samples were taken between 6th and 13th ribs. The samples were identified and stored in plastic bags, then immediately transported to the Animal Science Laboratory at the State University of Maringá.

Visual acceptability of meat and willingness to buy

Two centimeters thick steaks were cut between 7th and 8th ribs, immediately packed in polystyrene trays over wrapped with a retractile films and stored at expositor (Klima Expositor Practice, model 05B0500.1, Venâncio Aires – Rio Grande do Sul, Brazil) refrigerated in an illuminated display at $4 \pm 1^\circ$ C and fluorescent light (1200 lx, 12h) simulating typical Brazilian market conditions. Each day, forty sample (one per animal) were evaluated by 30 consumers, for 11 days, using a hedonic 9-point scale (from 1 = dislike extremely to 9 = like extremely) to assess the visual acceptability of the meat and the willingness to buy each piece (yes or no). Every 2 days, the individual

codes of the samples and the positions of the trays inside the expositor in the same display conditions were randomly changed to avoid sample recognition.

Microbiological analyzes

In order to ensure the microbiological quality of the meat *Staphylococcus* spp., Coliforms, at 45° C, Clostridium sulphite reducing to 46° C and *Salmonella* spp were evaluated, quantified and detected. For the analyses, 25 g of ground meat was homogenized with 225 ml of peptone water for 1 minute in order to carry out the initial dilution (10^{-1}) and was conducted from serial dilutions (up to 10^{-4}). The methodology used for detection of bacteria was followed according to methodology described by Silva, Junqueira and Silveira ²⁵.

Sampling consumer eating test

Four steaks (two-half centimeters thick) were cut between 11° to 13° ribs, vacuum packaged individually and assigned to 1 and 7 days ageing periods. Those steaks with one day of ageing were frozen immediately. The rest of the samples were kept at 4°C until the ageing reached 7 days before being frozen and stored at -18°C for consumers' analysis.

The test involved a total of 155 consumers. They were selected based on the Brazilian demographic characteristics²⁶ regarding gender (48.7% males, 51.3% females) and age (25.5% of the individuals were <24 years old, 39.6% were between 25 and 44 years old, 21.5% were between 45 to 64 years old and 13.4% were >65 years old. Before consumer testing, a questionnaire was applied (Table 3), including closed questions with multiple choices, based on previous research on beef quality attributes ²⁷.

The day before each session, the frozen samples previously aged for 1 and 7 days were thawed for 24 h at 4+ 1°C. Afterwards they were cooked at 200°C on a pre-heated, double-grill hotplate (Philco Grill Jumbo Inox, Philco S.A., Brazil) until the internal temperature reached 72°C, which was monitored using a penetration thermocouple (Incoterm, 145mm, Incoterm LTDA, Brazil). Subsequently, 10 homogeneous cubes (2 x 2 cm) per steak were obtained, wrapped individually in aluminum foil, marked with an unique three-digit code and kept warm at 50°C for less than 10 min until they were served. Consumers were given instructions before the test and were supervised to ensure that the proper procedures were followed. Each consumer evaluated ten samples, one from each treatment group (5 diets and 2 ageing times), which were tasted individually

in a random order to avoid the effect of sample order presentation, first-order or carry-over effects²⁸. To standardized the condition of the mouth before each sample tasting, the consumers were instructed to eat a small piece of bread and drink some mineral water at the beginning of the sensory evaluation and between samples. Consumers evaluated smell, flavor, tenderness and overall acceptability using a 9-point structured hedonic scale from (1 = dislike extremely to 9 = like extremely), which does not have a neutral central point (neither like nor dislike) and obliges the consumer to make either a positive or a negative decision²⁹.

Statistical analysis

The field data were introduced into an Excel matrix after checking for missing data and outliers. Subsequent visual acceptability and consumer tests were assessed via analysis of variance using General Lineal Model (GLM) procedures with SPSS v15.0 (IBM SPSS Statistics, SPSS Inc., Chicago. USA) for Windows. Diet and ageing were considered as fixed effects and consumers as random effect in the sensory test. The mean and standard error of mean (SEM) were calculated for each variable. Statistical differences between diet and ageing were assessed using a Duncan Test ($P \leq 0.05$). After, hierarchical cluster analysis was used to determine the different segments of consumers depending on overall acceptability, using XLSTAT (v.7.5.3). Then groups of consumers with similarities were selected from the dendrogram trying to find a relation between homogeneity within clusters and heterogeneity between clusters. The Principal Component Analyses was used to identify the relationships between treatments and meat attributes. Results are presented graphically in a biplot that included the attributes and the treatment. Correlations between attributes were evaluated using the Pearson correlation coefficient.

RESULTS AND DISCUSSION

Visual evaluation

There was no difference ($P > 0.05$) among diets on consumers acceptance except on the days 6, 8, 9 and 10 of display (Table 3). From sixth day, except seventh day, to ninth day the score assessed to meat from bulls fed CON diet was higher ($P < 0.05$) than scores assessed to meat bulls fed essential oils. However, in the last two days of assessment, the scores assigned to meat from five diets were similar ($P > 0.05$) with scores of

acceptability lower than 3 points. Overall, essential oils addition in the diet fed to bulls finished in feedlot had no effect on the meat visual assessment.

Throughout the 11-day display period, consumer acceptance for appearance of the meat decreased exponentially (Table 3). The gradual decline in visual acceptability was expected because oxidative processes cause meat to deteriorate, which is particularly relevant in meat from concentrate-fed animals³⁰ due to the lower composition in natural antioxidants of the diet. Prado, Campo, Muela, Valero, Catalan, Olleta and Sañudo³¹ also observed the similar decline in visual acceptability of meat from Friesian animals finished in feedlot.

The maximum exposure time was 6 days. After the seventh day of display the values were below 5, which can be considered improper for consumer acceptance. The oxidation is a natural process which reduces the shelf life of meat and is linked to deterioration of the product where oxidation-reduction of myoglobin occurs, which is the change of oxymyoglobin to metmyoglobin³². As observed for visual acceptability, there were no differences ($P>0.01$) among treatments related to willingness to buy (Figure 1). The consumers purchase option on the 5th day of display had value between 65.9 – 69.6%. Eiras, Guerrero, Valero, Pardo, Ornaghi, Rivaroli, Sañudo and Prado³³ working with crossbred young bulls finished on three high grain diets, evaluated the effects on display and aging time on consumers visual, and reported the willingness to buy were between 50 – 65% for consumers on 4th day of display.

Microbiological analyses

For all treatments the total coliform was $<10\text{NMP} / \text{g}$ at 45°C . There was no detection of *Staphylococcal spp* in coagulase test. There was no detection in 25 g of *Salmonella spp*. Also *Clostridium sulfite* was not detected in samples at 46°C reducer. Thus, all the results were in accordance with what is established by the Brazilian legislation³⁴, certifying that samples were adequate to human consumption.

Consumer questionnaire

According to consumers' responses, Brazilian participants on the study consume beef between 1 and 4 times by week (48.4% answers, Table 4). Moreover, the meat consumption was even higher (more than 4 times a week) for 33.3% of consumers. Thus, the sum of persons who consume meat with a frequency 1 or more than 4 times a week is 81.7%. The current study is one of the few surveys that estimate meat

consumption in Brazil. The results show that meat is consumed almost universally in the Maringá city. We observed that average meat intake exceeded the maximum intake limit recommended by the World Cancer Research Fund CRF³⁵. Similar results were observed elsewhere^{36, 37}. What draws attention in our study is that meat consumption in Maringá, Brazil South, was even greater than in the USA, the world's largest beef consumer³⁸.

The highest consumers' percentage (65.4%) preferred to buy meat at the supermarket (Table 4). The preference to buy meat at the butcher is lower (30.1%) and buy at the specialized meat boutique is unrepresentative (4.6%). This result is a direct reflection of the buying habit by the Brazilian people. This consumer behavior can be explained for the great advertising, marketing and promotions that these invest companies, an important factor is that shelf supermarkets gained more space and prominence with differentiated products to meet the consumers.

Although Brazilian people prefer to buy meat at the supermarket, buying meat in packed form has low frequency (18.3%, Table 3); while most will prefer to buy fresh meat (71.7%). This behavior can be explained by Brazilian people habit at the time of meat purchase: talk to the seller about aspects of quality, origin, price, sanity and others on meat quality.

The questionnaire showed that the most important factor when buying meat was the color (55.0%); while de meat price was de second factor (29.1%). Other attributes of the meat had little importance for the consumers, such as the animal's age and breed. The color is the main factor influencing the purchase decision, because the consumer uses this attribute to whether the product is fit for consumption^{32, 39}. On the other hand, according to Kirinus, Fruet, Klinger, Dörr and Nörnberg⁴⁰ the main factor that influenced the meat purchase was per capita income. The difference in behavior observed among consumers can be the region where the studies were performed. In Brazil there is a large difference in per capita income of consumers between the different regions, such as south and north.

According to the answers presented in Table 4, Brazilian consumer has higher preference to purchase meat from heifers (54.1%) and, secondly, from steers (31.1%). On the other hand, the preference for purchase from bulls and cows is low (7.5%). This behavior is explained by the Brazilian consumer's credence that the meat from heifer and steers is better and more tender. Similar answer was obtained by Guerrero, Rivaroli, Sañudo, Campo, Valero, Jorge and Prado⁴¹ where meat from heifers were preferred that

those from bulls. Traditionally beef consumption in South America had a greater preference for meat from animals finished on pasture, the more common production system⁴². However, this habit is changing gradually. Although in the current study the preference was meat from animals finished on pasture (48.0%) than meat from cattle finished in feedlot (24.3%) it was reported that for 27.6% of consumers the origin of meat (pasture or feedlot) had not importance on meat choice.

Consumer eating test

Results of sensory evaluation from consumers are shown in table 5. The addition of different dosages or type of essential oils (clove or cinnamon) did not affect sensorial characteristics of meat. In the current study, consumers did not report changes between beef from the different diets in the acceptability of any of studied attributes (smell, flavor, tenderness and overall acceptability). These findings agree with those reported by Chaves, Dugan, Stanford, Gibson, Bystrom, McAllister, Van Herk and Benchaar²⁰ who observed that supplementation with cinnamaldehyde (100, 200, 300 and 400 mg/kg of dry matter) in a concentrate-based diet fed to growing lambs did not alter palatability or meat flavor attributes evaluated by a trained panel. Similarly, in previous work, Chaves, He, Yang, Hristov, McAllister and Benchaar⁴³ evaluated the supplementation (200 mg/ kg of dry matter) of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on diet of growing lambs and did not found influences on juiciness, tenderness or overall palatability of meat. These results suggest that eugenol and cinnamaldehyde can be included (up to 7000 g/anima/day) without affecting properties and eating quality of meat.

The percentage of lipids and marbling are the main factors that can affect scores of flavor on consumers^{44, 45}. According to chemical analyses of the current samples (results not show), there were not differences on those cited attributes between treatments. The percentage of lipids was determined by Neers (FoodScan Foss Meat Analyser) and it had values of 2.4, 2.4, 2.3, 2.3 and 2.3% for CON, CLO35, CLO70, CIN35 and CIN70, respectively (P=0.99). Values for marbling were: 4.1, 4.7, 4.1, 4.4 and 4.1 points (P=0.66) in a point scale (from 1 to 5).

Time of ageing was a significant factor for all attributes studied (Table 5). Consumers preferred meat aged for 7 days than 1 day, improving the smell, flavor, tenderness and overall acceptability. In general, according to our results, consumers preferred tender meat, and sensory values for tenderness are higher when ageing time

increased due to the enzymatic activity implicated that cause beef tenderness and differences between ageing times. In this regard, our results agree with those of Campo, Sañudo, Panea, Alberti and Santolaria ⁴⁶. Miller, Kerth, Wise, Lansdell, Stowell and Ramsey ⁴⁷. The increase of tenderness reported by consumers within ageing period was also observed instrumentally by measurements of shear force. Values of shear force from the five diets observed at 7 days were lower and statistically different to those observed at 1 day of ageing (5.23, 5.22, 5.17, 5.52 and 4.89 kg and 3.54, 3.76, 3.71, 4.45 and 3.34 kg for 1 and 7 day ageing time, respectively; CON, CLO35, CLO70, CIN35 and CIN70). So the shear force necessary to cut a piece of beef decreased from the 1st to the 7th day of ageing and consumer noticed it, increasing the acceptability.

The increase on acceptability of smell and flavor attributes at 7th day of ageing can be related to the formation of volatiles compounds due to the enzymatic changes developed during the ageing period ⁴⁸.

Cluster analyses

For beef acceptability, different groups of consumers exist, which constitute significant market segments that demand beef with different characteristics ⁴⁹; those segments also occur when consumption habits, preferences for meat choice and attitudes to certain meat attributes are considered ^{49,50}. This segmentation is important to know in order to identify different market niches.

Four different clusters of consumers, related to overall acceptability, were found in the current study (Table 6). The larger cluster (1) of consumers (46.5%) did not report differences ($P > 0.05$) among diets, as happened on the global results, being only ageing the most important factor of variation ($P < 0.001$), preferring meat aged for 7 days than meat aged for 1 day. Acceptability scores for all diets were high (between 7.9 and 8.1) according to point scale used (from 1 to 9). This cluster included a similar percentage of men (46.3%) and women (53.7%), defined as 41.8% between 25 – 44 years old.

The second largest cluster (4) comprised 41.9% of consumers, and as cluster 1 reported overall acceptability was not modified by diet and it only was affected by ageing time ($P < 0.001$), preferring meat aged for 7 days than meat aged 1 day. However, scores from this cluster were lower than those given on cluster 1, defined by 53.8% of men and 46.2% of women, 70.3% between 18 – 44 years old.

A small percentage of consumers, cluster 3: 6.5% of sample, comprised 70% women and 30% men, did not report differences on overall acceptability neither between diets

nor ageing, being the scores of acceptability lower than on the others clusters. Ages of participants of this cluster were 40% between 25-44 years and 40% between 45- 64 years, with no person younger than 24 years.

Finally, 5.16% of consumers (cluster 2), defined by half man and women, and 75% between 25 – 44 years old, identified differences between treatments with oils ($P < 0.001$), where treatment with greater inclusion of clove (CLO70) oil had a lower acceptance and treatment with low inclusion of clove (CLO35) presented the greater overall acceptability. The ageing time was not a significant factor for overall acceptability on this cluster. However, according to Oliver, Nute, Font i Furnols, San Julián, Campo, Sañudo, Cañeque, Guerrero, Alvarez, Díaz, Branscheid, Wicke and Montossi⁴⁹, when the cluster is formed by a small number of consumers conclusions based on the group preference cannot be made.

Principal component analyses

The first two principal component (PC) axes explained 93.5% of the total variance (Figure 2). Attributes of smell, flavor, tenderness and overall acceptability are on the right side of F1, closely located on the graph to the diets with 7 days of ageing. Meats with short ageing (1 day) were placed on the left side of F1, inversely related to acceptability attributes. According to Pearson coefficients, the overall acceptability of this study was mainly correlated with tenderness ($r = 0.977$) and afterward with flavor acceptability ($r = 0.961$), and smell presented the lowest correlation ($r = 0.777$). Monsón, Sañudo and Sierra⁵¹ indicated that the flavor ($r = 0.78$) had a higher correlation with the general acceptance than tenderness ($r = 0.52$). The flavor is an important attribute that contributes to consumer satisfaction of beef.

CONCLUSIONS

Inclusion of essential oils of clove or cinnamon at studied levels (3500 and 7000mg/ animal/ day), did not produce significant changes on visual or sensorial acceptability of meat from young bulls finished in feedlot fed those additives. However, on terms of sensorial acceptability, consumers preferred meat aged for 7 days comparing to those of 1 day. Clove and cinnamon, which addition can present benefit on cattle productive

parameters, had not impact on consumer visual or sensory acceptance, which related to the acceptability of the final product (meat) make feasible its use on cattle diets.

REFERENCES

1. Russell JB and Houlihan AJ, Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. *FEMS Microbiol Rev* **27**:65-74 (2003).
2. Chesson A. *Phasing out antibiotic feed additives in the EU: worldwide relevance for animal food production. Antimicrobial growth promoters - where do we go from here?* Wageningen Academic Publications, Netherlands (2006).
3. OJEU, Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and the Council of 22 September 2003 on additives for use in animal nutrition, in *Official Journal of European Union*, Brussels, Belgium, p L268/236 (2003).
4. Hocquette JF, Richardson RI, Prache S, Medale F, Duffy G and Scollan ND, The future trends for research on quality and safety of animal products. *Ital J Anim Sci* **4**:49-72 (2005).
5. Hocquette J-F, Botreau R, Picard B, Jacquet A, Pethick DW and Scollan ND, Opportunities for predicting and manipulating beef quality. *Meat Sci* **92**:197-209 (2012).
6. Zawadzki F, Prado IN, Marques JA, Zeoula LM, Rotta PP, Sestari BB, Valero MV and Rivaroli DC, Sodium monensin or propolis extract in the diets of feedlot-finished bulls: effects on animal performance and carcass characteristics. *J Anim Feed Sci* **20**:16-25 (2011).
7. Valero MV, Prado RM, Zawadzki F, Eiras CE, Madrona GS and Prado IN, Propolis and essential oils additives in the diets improved animal performance and feed efficiency of bulls finished in feedlot. *Acta Scient Anim Scie* **36**:419-426 (2014).
8. Cruz OTB, Valero MV, Zawadzki F, Rivaroli DC, Prado RM, Lima BS and Prado IN, Effect of glycerine and essential oils (*Anacardium occidentale* and *Ricinus communis*) on animal performance, feed efficiency and carcass characteristics of crossbred bulls finished in a feedlot system. *Ital J Anim Sci* **13**:790-797 (2014).
9. Wallace RJ, Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. *Proc Nutr Soc* **63**:621-629 (2004).
10. Russell JB and Strobel HJ, Effect of ionophores on ruminal fermentation. *Appl Environ Microbiol* **55**:1-6 (1989).
11. Benchaar C, Calsamiglia S, Chaves AV, Fraser GR, Colombatto D, McAllister TA and Beauchemin KA, A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. *Anim Feed Sci Technol* **145**:209-228 (2008).
12. Kumar P, Kumar S, Tripathi M, Mehta N, Ranjan R, Bhat Z and Singh PK, Flavonoids in the development of functional meat products: A review. *Veterinary World* **6**:573-578 (2013).
13. Franz C, Baser KHC and Windisch W, Essential oils and aromatic plants in animal feeding - a European perspective. A review. *Flavour Fragr J* **25**:327-340 (2010).

14. Dorman HJD and Deans SG, Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. *J Appl Microbiol* **88**:308-316 (2000).
15. Jayasena DD and Jo C, Essential oils as potential antimicrobial agents in meat and meat products: A review. *Trends in Food Science & Technology* **34**:96-108 (2013).
16. Patra AK, Effects of essential oils on rumen fermentation, microbial ecology and ruminant production. *Asian J Anim Vet Adv* **6**:416-428 (2011).
17. Valero MV, Zawadzki F, Françoço MC, Farias MS, Rotta PP, Prado IN, Visentainer JV and Zeoula LM, Sodium monensin or propolis extract in the diet of crossbred (½ Red Angus vs. ½ Nellore) bulls finished in feedlot: chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle. *Semina: Cienc Agrar* **32**:1617-1626 (2011).
18. Zawadzki F, Prado IN, Marques JA, Zeoula LM, Prado RM, Fugita CA, Valero MV and Maggioni D, Sodium monensin or propolis extract in the diet of Nellore bulls finished in feedlot: chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus* muscle. *Semina: Cienc Agrar* **32**:1627-1636 (2011).
19. Chaves AV, Stanford K, Dugan MER, Gibson LL, McAllister TA, Van Herk F and Benchaar C, Effects of cinnamaldehyde, garlic and juniper berry essential oils on rumen fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Livest Sci* **117**:215-224 (2008).
20. Chaves AV, Dugan MER, Stanford K, Gibson LL, Bystrom JM, McAllister TA, Van Herk F and Benchaar C, A dose-response of cinnamaldehyde supplementation on intake, ruminal fermentation, blood metabolites, growth performance, and carcass characteristics of growing lambs. *Livest Sci* **141**:213-220 (2011).
21. CIOMS/OMS, Council for International Organizations of Medical Services, in *International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals*. WHO Distribution and sales service, Geneva, Switzerland (1985).
22. NRC. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. Natl. Acad. Press, Washington, DC, USA (2000).
23. Biondo PBF, Carbonera F, Zawadzki F, Chiavellia LUR, Pilau EJP, Prado IN and Visentainera JV, Antioxidant capacity and identification of bioactive compounds by GC-MS of essential oils commercialized in Brazil. *Journal of Essential Oil Research in press* (2016).
24. Zulueta A, Esteve MJ and Frígola A, ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. *Food Chem* **114**:310-316 (2009).
25. Silva N, Junqueira VCA and Silveira NFA. *Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos*. Editora Varela, Campinas, Brazil (1997).
26. IBGE, *Contas nacionais trimestrais. Jul.-set. 2013*.
27. Behrens JH, Barcellos MN, Frewer LJ, Nunes TP, Franco BDGM, Destro MT and Landgraf M, Consumer purchase habits and views on food safety: A Brazilian study. *Food Control* **21**:963-969 (2010).
28. Macfie HJ, Bratchell N, Greehoff K and Vallis LV, Designs to balance the effect of order of presentation and first order carry over effect in hall tests. *Journal of Sensory Studies* **4**:129-148 (1989).
29. Font-i-Furnols M, González J, Gispert M, Oliver MA, Hortós M, Pérez J, Suárez P and Guerrero L, Sensory characterization of meat from pigs vaccinated against

- gonadotropin releasing factor compared to meat from surgically castrated, entire male and female pigs. *Meat Sci* **83**:438-442 (2009).
30. Warren HE, Scollan ND, Nute GR, Hughes SI, Wood JD and Richardson RI, Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. II: Meat stability and flavour. *Meat Sci* **78**:270-278 (2008).
 31. Prado IN, Campo MM, Muela E, Valero MV, Catalan O, Olleta JL and Sañudo C, 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**:1423-1430 (2015).
 32. Mancini RA and Hunt MC, Current research in meat color. *Meat Sci* **71**:100-121 (2005).
 33. Eiras CE, Guerrero A, Valero MV, Pardo JA, Ormaghi MG, Rivaroli DC, Sañudo C and Prado IN, 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* (2016).
 34. ANVISA. *Farmacopeia Brasileira*. Agência Nacional de Vigilância Sanitária e Fundação Oswaldo Cruz, Brasília (2010).
 35. Glade MJ, World Cancer Research Fund/American Institute for Cancer Research Food, Nutrition, Physical Activity and the Prevention of Cancer: A Global Perspective 2007. *Nutrition* **24**:393-398 (2008).
 36. Aguiar DRD and Silva AL, Changes in beef consumption and retailing competitiveness in Brazil: a rapid appraisal. *Agribusiness* **18**:145-161 (2002).
 37. Carvalho AM, César CLG, Fisberg RM and Marchioni DML, Excessive meat consumption in Brazil: diet quality and environmental impacts. *Public Health Nutr* **16**:1893-1899 (2013).
 38. FAPRI, *Food and Agricultural Policy Research Institute*. <http://www.fapri.iastate.edu/tools/outlook.aspx>.
 39. Troy DJ and Kerry JP, Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Sci* **86**:214-226 (2010).
 40. Kirinus JK, Fruet APB, Klinger ACK, Dörr AC and Nörnberg JL, Relação entre faixas de renda e o perfil dos consumidores de carne bovina da região sul do Brasil. *Revista Monografias Ambientais* **12**:2776-2784 (2013).
 41. Guerrero A, Rivaroli DC, Sañudo C, Campo MM, Valero MV, Jorge AM and Prado IN, Consumer's sensory acceptability of beef from two/different commercial types supplemented with essential oils. *Animal Science Production in press* (2016).
 42. Lobato JFP, Freitas AK, Devincenzi T, Cardoso LL, Tarouco JU, Vieira RM, Dillenburg DR and Castro I, Brazilian beef produced on pastures: sustainable and healthy. *Meat Sci* **98**:336-345 (2014).
 43. Chaves AV, He ML, Yang WZ, Hristov AN, McAllister TA and Benchaar C, Effects of essential oils on proteolytic, deaminative and methanogenic activities of mixed ruminal bacteria. *Can J Anim Sci* **88**:117-122 (2008).
 44. O'Quinn T, Woerner D, Engle T, Chapman P, Legako J, Brooks J, Belk K and Tatum J, Identifying consumer preferences for specific beef flavor characteristics in relation

- to cattle production and postmortem processing parameters. *Meat Sci* **112**:90-102 (2016).
- 45.Khan MI, Jo C and Tariq MR, Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors - A systematic review. *Meat Sci* **110**:278-284 (2015).
- 46.Campo MM, Sañudo C, Panea B, Alberti P and Santolaria P, Breed type and ageing time effects on sensory characteristics of beef strip loin steaks. *Meat Sci* **51**:383-390 (1999).
- 47.Miller M, Kerth C, Wise J, Lansdell J, Stowell J and Ramsey C, Slaughter plant location, USDA quality grade, external fat thickness, and aging time effects on sensory characteristics of beef loin strip steak. *J Anim Sci* **75**:662-667 (1997).
- 48.Resconi VC, Campo MM, Montossi F, Ferreira V, Sañudo C and Escudero A, Relationship between odour-active compounds and flavour perception in meat from lambs fed different diets. *Meat Sci* **85**:700-706 (2010).
- 49.Oliver MA, Nute GR, Font i Furnols M, San Julián R, Campo MM, Sañudo C, Cañeque V, Guerrero L, Alvarez I, Díaz MT, Branscheid W, Wicke M and Montossi F, Eating quality of beef, from different production systems, assessed by German, Spanish and British consumers. *Meat Sci* **74**:435-442 (2006).
- 50.Realini CE, Font i Furnols M, Sañudo C, Montossi F, Oliver MA and Guerrero L, Spanish, French and British consumers' acceptability of Uruguayan beef, and consumers' beef choice associated with country of origin, finishing diet and meat price. *Meat Sci* **95**:14-21 (2013).
- 51.Monsón F, Sañudo C and Sierra I, Influence of breed and ageing time on the sensory meat quality and consumer acceptability in intensively reared beef. *Meat Sci* **71**:471-479 (2005).

Table 1.Ingredients and chemical diets composition (% DM).

Ingredient	CON ¹	CLO35 ²	CLO70 ³	CIN35 ⁴	CIN70 ⁵
Pellet sugar cane	10.31	10.31	10.31	10.31	10.31
Cracked corn	79.31	79.31	79.31	79.31	79.31
Soybean meal	5.28	5.28	5.28	5.28	5.28
Econbeef*	4.22	4.22	4.22	4.22	4.22
Limestone	0.42	0.43	0.42	0.43	0.42
Salt	0.42	0.43	0.42	0.43	0.42
Yeast	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Essential oils		0.035	0.070	0.035	0.070
Total	100	100	100	100	100

¹CON = control (without essential oil); ²CLO35 = 3500mg/d clove essential oil; ³CLO70 = 7000mg/d clove essential oil; ⁴CIN35=3500mg/d cinnamon essential oil; ⁵CIN70 = 7000 mg/d cinnamon essential oil.*Econbeef: Calcium (50 g/kg), magnesium (57 g/kg), sodium (81 g/kg), sulfur (3.75 g/kg), cobalt (20 mg/kg), copper (500 mg/kg), iodine (25 mg/kg), manganese (1.500 mg/kg), selenium (10 mg/kg), zinc (2.000 mg/kg), vitamin A (400.000 UI/kg), vitamin D3(50.000 UI/kg), vitamin E (750 UI/kg), ether extract (168 g/kg) and urea (200 g/kg).

Table 2. Chemical composition of diets (% DM).

Ingredient	DM ¹	CP ²	OM ³	Ash ⁴	EE ⁵	NDF ⁶	ADF ⁷	TDN
Pellet sugar cane	94.7	1.8	98.0	2.0	0.5	78.7	49.2	45.0
Cracked corn	88.9	10.0	99.1	0.9	3.5	17.7	4.4	90.0
Soybean meal	88.6	49.7	93.7	6.2	1.3	13.7	5.9	72.0
Econbeef	88.0	56.0	94.7	4.3	17.0	12.0	6.0	90.0
Limestone	98.0			98.0				
Salt	98.0			98.0				
Yeast	98.0	30.0	98.0	2.0				
<hr/>								
Diet								
CON	89.9	13.3	97.5	2.49	3.99	29.3	12.5	82.5
CLO35	89.5	13.3	97.7	2.50	3.98	29.5	12.4	82.7
CLO70	89.9	13.3	97.4	2.56	3.98	29.2	12.3	82.3
CIN35	89.4	13.3	97.5	2.54	3.95	29.3	12.4	82.5
CIN70	89.2	13.3	97.8	2.55	3.96	29.5	12.3	82.3

¹Dry matter, ²Crude protein, ³Organic matter, ⁴Ashes, ⁵Ether Extract, ⁶Neutraldetergent fiber, ⁷Acid detergent fiber, ⁸Total digestible nutrients.

Table 3. Visual acceptability of meat from young bulls fed with essential oil in high-grain during display time (n=30 consumers).

Days	CON	CLO35	CLO70	CIN35	CIN70	SEM	P-value
1	7.60A	7.74A	7.49A	7.75A	7.63A	0.046	0.373
2	7.26AB	7.49AB	7.16AB	7.30AB	7.41A	0.046	0.172
3	6.85BC	7.06BC	7.03AB	6.93BC	6.91B	0.043	0.512
4	6.54C	6.70C	6.75BC	6.85BC	6.62BC	0.062	0.553
5	6.41C	6.16D	6.28C	6.39C	6.30C	0.045	0.400
6	5.59D a	4.85E c	5.05D bc	5.46D ab	5.06D bc	0.055	0.001
7	4.87E	4.41E	4.49E	4.63E	4.47E	0.063	0.148
8	3.95F a	3.40F b	3.65F ab	3.59F ab	3.76F ab	0.052	0.014
9	3.95F a	3.24F b	3.35F b	3.21F b	3.48F b	0.050	0.001
10	2.74G a	2.41G ab	2.45G ab	2.53G ab	2.35G b	0.042	0.034
11	1.86H	1.84H	2.07G	2.04G	1.83H	0.035	0.066
P-value	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001		
SEM	0.049	0.053	0.050	0.054	0.050		

CON = control (without essential oil); CLO35 = 3500 mg/d clove essential oil; CLO70 = 7000 mg/d clove essential oil; CIN35 = 3500 mg/d cinnamon essential oil; CIN70 = 7000 mg/d cinnamon essential oil.

A-J: different letters in the same column indicate significant differences ($P \leq 0.05$) on time of display; a-b: different letters in the same row indicate significant differences ($P \leq 0.05$) on diets. SEM: Standard error of mean.

Table 4. Answer of questionnaire about consumer preferences and habits of consumption (n=155 consumers).

Question	Answer	% sample
Frequency of beef consumption?	1 time /month	2.00
	2 times /month	5.20
	1 times / week	11.1
	1-4 time/ week	48.4
	More than 4 times /week	33.3
Place where buy meat?	Butcher	30.1
	Supermarket	65.4
	Meat boutique	4.60
How do you prefer buy meat?	Fresh cut	81.7
	Vacuum packed	11.8
	On tray	6.50
The most important factor when buy meat?	Price	29.1
	Colour	55.0
	Age of the animal	9.30
	Breed	2.00
	Another	4.60
Which beef cattle category do you prefer?	Steers	31.1
	Bulls	6.80
	Heifers	54.1
	Cows	8.10
What system of beef cattle production do you prefer?	Pasture	48.0
	Feedlot	24.3
	Little importance	27.6

Table 5. Sensory attributes of grilled *Longissimus* aged for 1 and 7 days from young bulls feedlot finished with essential oil fed[§].

Acceptability	Diets				Ageing time		SEM	P-value			
	CON	CLO35	CLO70	CIN35	CIN70	1 d		7 d	D	A	D x A
Smell	7.12	6.87	6.97	7.01	7.01	6.90	7.10	0.046	0.228	0.015	0.761
Flavor	7.32	7.22	7.35	7.22	7.32	7.15	7.42	0.039	0.506	0.001	0.804
Tenderness	7.16	7.14	7.20	7.11	7.26	6.76	7.59	0.047	0.774	0.001	0.952
Overall	7.23	7.16	7.25	7.11	7.26	6.93	7.48	0.042	0.609	0.001	0.834

¹CON = control (without essential oil); ²CLO35 = 3500 mg/d clove essential oil; ³CLO70 = 7000 mg/d clove essential oil; ⁴CIN35 = 3500 mg/d cinnamon essential oil;

⁵CIN70 = 7000 mg/d cinnamon essential oil. SEM: Standard error of mean. D = Diet. A = Ageing time. D x A = Interaction between diet and ageing time.

[§]Based on a hedonic 9 points scale (1: dislike extremely; 9: like extremely).

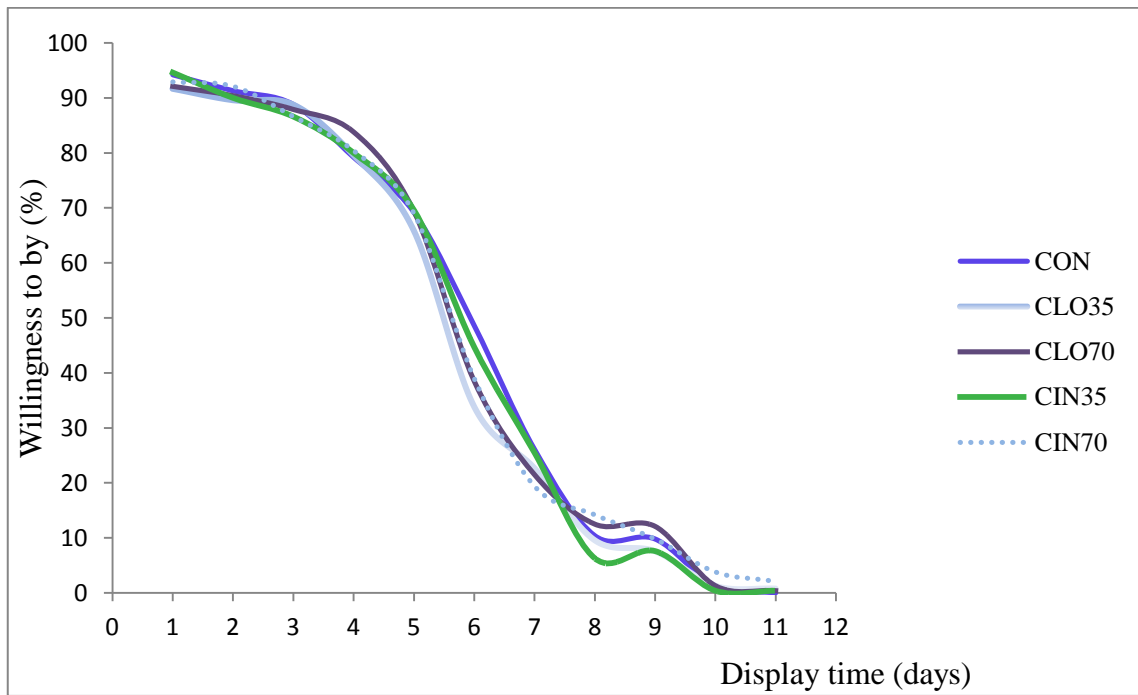
Table 6. Cluster classes of grilled *Longissimus* aged for 1 and 7 days from young bulls feedlot finished with essential oil fed.

Overall acceptability			Diets					Ageing time		SEM	P-value		
	n	%	CON	CLO35	CLO70	CIN35	CIN70	1d	7d		D	A	D x A
Cluster 1	72	46.45	7.94	7.99	8.13	7.97	7.99	7.87	8.14	0.034	0.372	0.001	0.078
Cluster 2	8	5.16	6.81a	7.38ab	4.38c	4.75c	5.19bc	5.38	6.03	0.312	0.001	0.353	0.019
Cluster 3	10	6.45	4.85	5.05	6.00	5.85	5.70	5.28	5.70	0.198	0.120	0.238	0.001
Cluster 4	65	41.94	6.86	6.54	6.81	6.65	6.95	6.33	7.20	0.063	0.191	0.001	0.019

CON = control (without essential oil); ²CLO35 = 3500 mg/d clove essential oil; ³CLO70 = 7000 mg/d clove essential oil; ⁴CIN35 = 3500 mg/d cinnamon essential oil; ⁵CIN70 = 7000 mg/d cinnamon essential oil. SEM: Standard error of mean. D = Diet. A = Ageing time. D x A = Interaction between diet and ageing time.

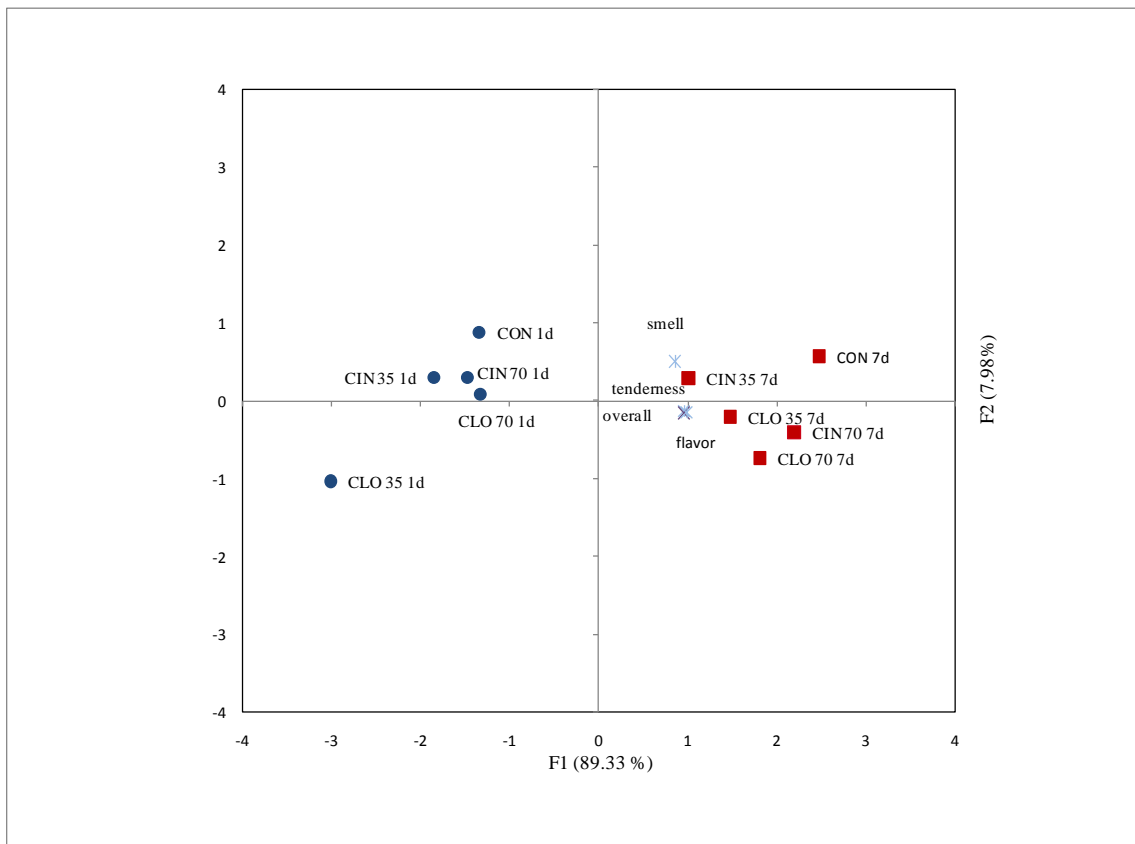
[§]Based on a hedonic 9 points scale (1: dislike extremely; 9: like extremely).

Figure 1. Willingness to buy meat from young bulls fed with essential oil in high-grain system during display time (n=30 consumers).



CON = control (without essential oil); ²CLO 35 = 3500 mg/d clove essential oil; ³CLO 70 = 7000 mg/d clove essential oil; ⁴CIN 35 = 3500 mg/d cinnamon essential oil; ⁵CIN 70 = 7000 mg/d cinnamon essential oil. SEM: Standard error of mean.

Figure 2. Principal component analysis of the scores for tenderness, flavour and overall acceptability of beef from young bulls fed with clove and cinnamon essential oil and two ageing time (1 and 7 days).



CON = control (without essential oil); ²CLO 35 = 3500 mg/d clove essential oil; ³CLO 70 = 7000 mg/d clove essential oil; ⁴CIN 35 = 3500 mg/d cinnamon essential oil; ⁵CIN 70 = 7000 mg/d cinnamon essential oil. SEM: Standard error of mean.

IV. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O sistema de produção de bovino de corte está mudando de forma muito rápida no Brasil. Até o início do século, o sistema de produção de bovino de corte no Brasil era realizado na quase totalidade com animais terminados em pastagens. No entanto, após uma redução significativa no preço das *commodities*, principalmente milho e soja, o sistema de produção apresentou algumas alterações, entre elas o aumento nos sistemas de produção de animais suplementados a pasto ou confinados. No entanto, o fornecimento de altos níveis de concentrado na alimentação de ruminantes exige a utilização dos moduladores do rumen para aumentar o desempenho animal e melhorar a eficiência alimentar e, ainda, reduziu a emissão de metano ao meio ambiente. Desta forma, desde o ano de 1986 antibióticos e ionóforos são adicionados de forma sistemática à dieta dos ruminantes. No entanto, a adição destas substâncias, consideradas invasivas à saúde animal e até à saúde humana, foram ou estão sendo proibidas nas diversas partes do mundo. Assim sendo, torna-se necessária a procura por outras substâncias, preferencialmente naturais, não invasivas à saúde animal e saúde humana, para serem usadas na dieta de animais de alta produção. Neste contexto, os extratos de plantas e óleos essenciais se mostram como alternativas interessantes e saudáveis.

Desta forma, este estudo foi realizado para avaliar a possibilidade de utilização de dois níveis de adição óleos de cravo e óleo de canela na dieta de bovinos terminados em confinamento sobre a avaliação visual da carne e sua aceitação pela população. Estes dois compostos foram escolhidos em função dos resultados obtidos em ensaios anteriores sobre a caracterização de 20 óleos essenciais e poder antioxidante destes

mesmos óleos. Nestes ensaios, os óleos de cravo e canela apresentaram os melhores resultados como antioxidantes. Por outro lado, os dados da literatura mostram que a resposta animal com adição de antioxidantes na adieta de ruminantes é dose dependente. As doses usadas foram baixas como, por exemplo, 100 mg/kg de matéria seca, ou extremamente elevadas como, por exemplo, 30.000 mg/kg de matéria seca. No entanto, as doses mais frequentemente usadas e médias situam-se por volta de 300 a 900 mg/kg de matéria seca da dieta.

Na enquete sobre a preferência, foi observado que o consumidor brasileiro tem um perfil muito característico. Em primeiro lugar, o consumo de carne na semana é muito elevado, podendo ser um dos mais elevados do mundo, com uma frequência de consumo (acima de 80%) de 4 ou mais vezes na semana. Este mesmo consumidor prefere comprar a carne no supermercado, maior frequência, ou açougue, baixa frequência. No entanto, a compra de carne em boutiques especializadas é muito baixa (menos de 5%). Este comportamento pode ser explicado por questões culturais e pela renda *per capita* do consumidor brasileiro. Outro fator interessante é que o consumidor analisado compra a carne muito mais pela cor do que pelo preço; diferentes de enquetes realizadas em outras regiões do Brasil. Como poderia ser esperado, o consumidor prefere a carne de novilhas, na sua maioria, ou de novilhos. As carnes de vaca e machos não castrados são rejeitadas. Diferente do observado antes da virada do século, o consumidor começa a aceitar a carne produzida em sistema de confinamento (34%) e, ainda mais, boa percentagem dos consumidores (28%) não se importam com a origem da carne: pastagem ou confinamento. Menos de 50% dos consumidores gostariam de comprar carne de animais terminados a pasto. Este é um ponto da enquete interessante e merece atenção. No passado, não muito recente, para maioria absoluta dos consumidores brasileiros a preferência seria de animais terminados em pastagem. Dentro deste contexto, estamos vivenciando uma mudança de comportamento que, com certeza, é de interesse do sistema de terminação dos animais e, sobretudo, dos diferentes segmentos da indústria da carne bovina.

A adição de óleo de cravo (3,5 ou 7,0 gramas/animal/dia) e óleo de canela (3,5 ou 7,0 gramas/animal/dia) não alterou a avaliação visual e aceitação de compra pelo consumidor ao longo dos 11 dias de avaliação. Desta forma, quando for de interesse do sistema de produção, os óleos essenciais podem ser adicionados às dietas de bovinos sem alterar o aspecto visual da carne. Por outro lado, o longo do tempo de exposição da

carne na vitrine alterou de forma representativa a avaliação da carne, sobretudo sua cor e oxidação. O ponto de corte da carne (ponto abaixo de cinco na escala hedônica usada de 1 a 9) foi no sexto dia para a carne de todos os tratamentos. A partir do sétimo dia, a carne foi avaliada como imprópria para consumo e para sua compra.

A adição de óleo de cravo ou de canela não alterou os valores das análises sensoriais (cheiro, gosto, textura e aceitabilidade global). Desta forma, a adição destes óleos essenciais na dieta de bovinos não tem implicações importantes nas características da carne e poderia ser realizada conforme interesse do sistema de produção.

Por outro lado, o tempo de maturação (sem maturação – 1 dia ou com maturação – 7 dias) alterou todas as características sensoriais usadas para avaliação da carne. Ao contrário do esperado, o consumidor brasileiro prefere a carne maturada por 7 dias em vez da carne sem maturação – 1 dia. De modo geral, para o consumidor brasileiro, existe uma crença natural de que a carne de animais recém abatidos tem melhor sabor do que a carne maturada por uma semana ou mais.

A classificação dos consumidores por clusters nos possibilitou a separação dos mesmos em 4 diferentes classes, mostrando um comportamento diferente dos consumidores estudados, que pode estar relacionado ao sexo, idade, classe social, entre outros. Todavia, não foi objetivo deste trabalho estudar as classes de comportamento do consumidor, mas apenas este fator como um apêndice do estudo realizado.

Para finalizar, o estudo sobre a análise dos componentes principais nos mostra uma correlação alta com a textura da carne, seguida pelo aroma, e com menor importância para cheiro.

Em conclusão geral, a adição de óleos essenciais de cravo ou de canela na dieta de bovinos jovens (entre 8 e 14 meses), terminados em confinamento e alimentados com uma dieta de alto concentrado (90% de concentrado – milho quebrado, farelo de soja, uréia e premix mineral e 10% de volumoso – pellets de cana de açúcar), não altera a avaliação visual da carne, assim como sua aceitação de compra. Desta forma, a adição destes óleos essenciais é dependente de outras variáveis, uma vez que a qualidade da carne não foi alterada.