



**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA**

---

**CLEUSA INES WEBER**

**EFEITO DA INJEÇÃO DE IVERMECTINA ASSOCIADA COM  
VITAMINAS A, D<sub>3</sub> e E EM BOVINOS SOBRE A QUALIDADE  
DA CARNE**

---

Londrina  
2006

**CLEUSA INES WEBER**

**EFEITO DA INJEÇÃO DE IVERMECTINA ASSOCIADA COM  
VITAMINAS A, D<sub>3</sub> e E EM BOVINOS SOBRE A QUALIDADE  
DA CARNE**

Dissertação a ser apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Prof<sup>a</sup>. Orientadora: Dr<sup>a</sup>. Elza Louko  
Ida

Londrina  
2006

**CLEUSA INES WEBER**

**EFEITO DA INJEÇÃO DE IVERMECTINA ASSOCIADA COM  
VITAMINAS A, D<sub>3</sub> e E EM BOVINOS SOBRE A QUALIDADE  
DA CARNE**

**Comissão Examinadora**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Elza louko Ida  
Universidade Estadual de Londrina

---

---

---

Londrina, 24 de março de 2006.

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus familiares pelo apoio e incentivo.

Ao Samael pelo companheirismo.

## **AGRADECIMENTOS**

À Profa. Elza Iouko Ida, pela orientação valiosa, compreensão, ensinamentos e incentivos.

Ao Prof. Massami Shimokomaki, pela colaboração e auxílio constantes.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina pela oportunidade da realização do mestrado.

Aos Professores do Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos, pelos ensinamentos.

A Capes/MEC – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de mestrado.

A Vetbrands, em especial ao César S. Hisasi, pela oportunidade em realizar esse projeto e pelo apoio financeiro.

Ao Supermercado Santarém pelas amostras.

Ao Prof. Makoto Matsushita, do Departamento de Química da Universidade Estadual de Maringá pelas facilidades e possibilidade em realizar a análise de Perfil de Ácidos Graxos.

Ao Prof. Osmar do Departamento de Agronomia e ao doutorando Rubens pelo auxílio nas análises de Cálcio.

Aos estagiários Diogo e Débora pela ajuda, amizade e auxílio no desenvolvimento do trabalho.

Ao Apoio técnico e amigo Denis pelo auxílio e amizade.

À Adriana Soares pela ajuda e empenho na análise dos resultados.

À amiga Lu por compartilhar todos os momentos bons e ruins, pela amizade e pela força.

Aos amigos de mestrado, pelos momentos de descontração e pela amizade. E a todos os amigos que conquistei durante esse período.

E Deus pela força em todos os momentos.

**“Todos os dias Deus nos dá um momento em que  
é possível mudar tudo que nos deixa infelizes.  
O instante mágico é o momento em que um 'sim'  
ou um 'não' pode mudar toda a nossa  
existência.”**

**Paulo Coelho**

WEBER, Cleusa Ines. **Efeito da injeção de ivermectina associada com vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos sobre a qualidade da carne.** 73p. 2006. Dissertação de Mestrado em Ciência de Alimentos – Universidade Estadual de Londrina. Londrina. 2006.

## RESUMO

Foi investigado o efeito da injeção subcutânea de vitaminas A, D<sub>3</sub> e E associadas com ivermectina em bovinos sobre a qualidade da carne bovina refrigerada e congelada. Foram utilizados 18 bovinos machos cruzados de raças européias (*bos taurus*) e zebuínas (*bos indicus*), criado a pasto, com peso médio de 350kg por animal e idade entre 18 e 24 meses. Os bovinos foram divididos aleatoriamente em Lote Controle (LC) e Lote Injetado (LI). Uma única injeção subcutânea de 8,0mL de uma emulsão de ivermectina (80mg) com as vitaminas A (2.000.000UI), D<sub>3</sub> (560.000UI) e E (400UI), (ADE-TEC<sup>®</sup>), foi aplicada. Estes animais foram mantidos sob confinamento por exatamente 52 dias. Eles foram abatidos em abatedouro comercial e as carcaças submetidas ao resfriamento a 6°C±1 por 2 dias e o músculo *Longissimus dorsi* foi, embalado e codificado individualmente. Não houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) na composição química, cor e pH do músculo *Longissimus dorsi* resfriado por 24, 48 e 72 horas. No músculo *Longissimus dorsi* congelado, o teor de vitamina A não apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os lotes, a vitamina E apresentou maior teor no LI, e a vitamina D<sub>3</sub> não foi detectada. Amostras refrigeradas por 2 dias *postmortem* e congeladas por 30 e 60 dias foram analisadas em relação a oxidação lipídica. Os resultados mostraram que a inibição da oxidação lipídica foi de 22,6%, no LI de amostras refrigeradas e em amostras congeladas por 30 e 60 dias, a inibição foi de 22,6% e 30,7% respectivamente. A maciez foi mensurada através da força de cisalhamento por meio de Warner Bratzler Shear em amostras refrigeradas por 2 dias e congeladas por 90 dias e cozidas, as amostras indicaram que LI apresentou 19,6% e 13,7% maior maciez em relação ao LC, respectivamente. O perfil de ácidos graxos, o cálcio e o aroma de requeijado do músculo *Longissimus dorsi* congelado não alteraram com a injeção de vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos.

**Palavras-chave:** Qualidade da carne bovina. Oxidação lipídica. Textura. *Longissimus dorsi*.

WEBER, Cleusa Ines. **Effect of bovine injectable ivermectin supplemented with vitamins A, D<sub>3</sub>, E on meat quality.** 73p. 2006. Dissertation (Master of Food Science) –Londrina State University. Londrina. 2006.

### ABSTRACT

Was to investigate the effect of bovine subcutaneous injection of vitamins A, D<sub>3</sub> and E associated with ivermectin on quality of refrigerated and frozen meats. Eighteen crossed breed bovine European, *Bos taurus*, and Nelore, *Bos indicus*, male, raised on pasture, averaged weight of app. of 350kg were randomly divided into two lots: Control Lot (CL) (n=9) and Injected Lot (IL) (n=9). Only one subcutaneous 8.0 ml injection of an oily emulsion (ADE-TEC®) containing 80mg of ivermectin mixed with vitamins A (2.000.000UI), D<sub>3</sub> (560.000UI) and E (400UI), (ADE-TEC®) was performed. These animals were shot exactly 52 days before slaughtering and were confined. They slaughtered in a commercial abattoir and the carcasses were kept under refrigeration at 6°C ± 1 for 2 days and Longissimus dorsi m. was selected, sliced, packed and individually coded. There was no significant difference in a proximate chemical composition, color and pH values in refrigerated 24, 48 and 72h LD from both lots. In frozen samples, there was no difference in residue of vitamin A content in both lots, while for vitamin E there was a higher amount in samples from IL and finally vitamin D<sub>3</sub> was not detected in both animal lots. IL refrigerated samples of 2 days post mortem and 30 e 60 days frozen samples were analyzed for lipid oxidation. Results showed that in refrigerated samples rancidity was inhibited by 22.6% while in frozen samples this rancidity was inhibited by 22.6 and 30.7%, respectively (p≤0.05). Texture measured by Warner Bratzler Shear force in 2 days refrigerated samples and 90 days frozen and cooked samples indicated that LD from IL were 19.6% and 13.7% more tender in relation to CL, respectively. Fatty acids profile, calcium and warmed over flavor did not show any significant difference in LD samples from both animal lots (p≤0.05).

**Keywords:** Bovine meat quality. Lipid oxidation. Meat tenderness. *Longissimus dorsi*.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fórmula estrutural da ivermectina.....	20
Figura 2	Estrutura do sarcômetro (adaptado: Swatz, et al., 1994).....	27
Figura 3	Estrutura do Retinol .....	30
Figura 4	Absorção da vitamina D <sub>3</sub> no organismo .....	32
Figura 5	Ação da vitamina E como antioxidante .....	34
Figura 6	Efeito do tempo de maturação na força de cisalhamento em animais com diferentes percentagens de sangue zebuíno .....	38
Figura 7	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sub>3</sub> , e E em bovinos no Ph do músculo <i>Longissimus dorsi</i> resfriado .....	51
Figura 8	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sub>3</sub> e E em bovinos na oxidação lipídica do músculo <i>Longissimus dorsi</i> resfriado.....	53
Figura 9	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sub>3</sub> e E em bovinos na oxidação líidica do músculo <i>Longissimus dorsi</i> congelado .....	54
Figura 10	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sub>3</sub> e E em bovinos sobre o aroma de requentado do músculo <i>Longissimus dorsi</i> congelado.....	56
Figura 11 -	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sub>3</sub> e E em bovinos na maciez do músculo <i>Longissimus dorsi</i> resfriado .....	58
Figura 12	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sub>3</sub> e E em bovinos na maciez do músculo <i>Longissimus dorsi</i> cozido .....	59
Figura 13	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sub>3</sub> e E em bovinos sobre a luminosidade do músculo <i>Longissimus dorsi</i> resfriado.....	61
Figura 14	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sub>3</sub> e E em bovinos sobre a cor do componente vermelho – verde do músculo <i>Longissimus dorsi</i> resfriado .....	62

Figura 15	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sub>3</sub> e E em bovinos sobre a cor o componente amarelo – azul do músculo <i>Longissimus dorsi</i> resfriado .....	62
Figura 16	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sub>3</sub> e E em bovinos sobre a composição de ácidos graxos do músculo <i>Longissimus dorsi</i> .....	64
Figura 17	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sub>3</sub> e E em bovinos no conteúdo de ácidos graxos ômega 3, 6 e 9 e ácidos linoléicos conjugados do músculo <i>Longissimus dorsi</i> .....	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Aceitação do consumidor de carcaças de animais com diferentes porcentagens de sangue <i>bos indicus</i> .....	37
Tabela 2	Atividade de capaiína e calpastatina no músculo de bovinos com diferentes porcentagens de cruzamento entre Brahman e Angus .....	39
Tabela 3	Ração dos animais durante o confinamento .....	41
Tabela 4	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sup>3</sup> e E em bovinos nos constituintes químicos do músculo <i>Longissimus dorsi</i> .....	50
Tabela 5	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sup>3</sup> e E em bovinos no pH do músculo <i>Longissimus dorsi</i> .....	51
Tabela 6	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sup>3</sup> e E em bovinos na oxidação lipídica do músculo <i>Longissimus dorsi</i> resfriado.....	52
Tabela 7	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sup>3</sup> e E em bovinos na oxidação lipídica do músculo <i>Longissimus dorsi</i> congelado .....	54
Tabela 8	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A D <sup>3</sup> e E em bovinos sobre o aroma da requeijado do músculo <i>Longissimus dorsi</i> congelado.....	56
Tabela 9	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sup>3</sup> e E em bovinos na maciez do músculo <i>Longissimus dorsi</i> resfriado .....	58
Tabela 10	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sup>3</sup> e E em bovinos na maciez do músculo <i>Longissimus dorsi</i> cozido .....	60
Tabela 11	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sup>3</sup> e E em bovinos na coloração do músculo <i>Longissimus dorsi</i> resfriado .....	63
Tabela 12	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sup>3</sup> e E em bovinos no conteúdo de ácidos graxos do músculo <i>Longissimus dorsi</i> .....	64

Tabela 13	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sup>3</sup> e E em bovinos na composição de ácidos graxos do músculo <i>Longissimus dorsi</i> ..... 66
Tabela 14	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sup>3</sup> e E em bovinos no conteúdo de ácidos graxos ômega 3, 6 e 9 e ácidos linolêicos conjugados do músculo <i>Longissimus dorsi</i> ..... 68
Tabela 15	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D <sup>3</sup> e E em bovinos na quantidade de vitaminas presentes no músculo <i>Longissimus dorsi</i> ..... 68
Tabela 16	Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A., D <sup>3</sup> e E em bovinos na quantidade de cálcio do músculo <i>Longissimus dorsi</i> ..... 70

## LISTA DE ABREVIATURAS

Nomenclatura	Ácidos Graxos
Ácido Cáprico	10:0
Ácido Láurico	12:0
Ácido Iso Mirístico	I 14:0
Ácido Mirístico	14:0
Ácido iso n-pentadecílico	A ISO15:0
Ácido iso n-pentadecílico	ISO15:0
Ácido n-pentadecílico	15:0
Ácido 5-pentadecenóico	15:1 n 10
Ácido iso palmítico	ISO16:0
Ácido palmítico	16:0
Ácido 6- hexadecenóico	16:1 n 10
Ácido 7-hexadecenóico	16:1 n 9
Ácido Palmitoléico	16:1 n 7
Iso Ácido Margárico	ISO 17:0
Ácido Margárico	17:0
Ácido 7-heptadecenóico	17:1 n 10
Ácido Esteárico	18:0
Ácido 7-trans-octadecenóico	18:1 T 11
Ácido oléico	18:1 n 9
Ácido cis-vacênico	18:1 n 7
Ácido 5-cis octadecenóico	18:1 c13
Ácido 4-cis octadecenóico	18:1 c 14
Ácido 3-cis octadecenóico	18:1 c 15
Ácido 6, trans 9, trans 12 octadecatrienóico	18:3 t 9 t 12
Ácido cis 9, trans 12 octadecadienóico	18:2 c 9 t 12
Ácido n-nonadecílico	19:0
Ácido trans 9, cis 12 octadecadienóico	18:2 T 9 C 12
Ácido linoléico	18:2 n 6
Ácido alfa-linolênico	18:3 n 3
Ácido cis 9, trans 11 octadecadienóico	18:2 C 9T 11
Ácido cis 11, trans 13 octadecadienóico	18:2 C 11 T 13
Ácido trans 10, cis12 octadecadienóico	18:2 T 10 C 12
Ácido -11,14-ecosadienóico	20:2 n 6
Ácido 21-tetracosenóico	24:1 n 3
Ácido 10,13,16,19 docosatetraenóico	20:4 n 3
Ácido araquidônico	20:4 n 6 (AA)
Acido behênico	22:0
Ácido timnodônico	20:5 n 3 (EPA)
Ácido 15-docosenóico	22:1 n 7
Ácido Lignocérico	24:0

---

Ácido docosapentaenóico	22:5 n 6
Ácido clupanodônico	22:5 n 3
Ácido nervônico	24:1 n 9
Ácido cervônico	22:6 n 3 (DHA)

---

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	19
2.1 OBJETIVO GERAL .....	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	20
3.1 IVERMECTINA.....	20
3.2 LIPÍDIOS .....	21
3.3 ÁCIDOS GRAXOS EM BOVINOS .....	21
3.3.1 Ácido Linoléico Conjugado .....	22
3.3.2 Ácidos Graxos Polinsaturados .....	23
3.4 OXIDAÇÃO LIPÍDICA DA CARNE .....	24
3.5 OXIDAÇÃO DA COR DA CARNE.....	26
3.6 MACIEZ .....	26
3.6.1 Estrutura Muscular .....	27
3.6.2 Enzimas Envolvidas no Processo de Amaciamento da Carne .....	27
3.7 ANTIOXIDANTES .....	29
3.8 VITAMINA A .....	30
3.9 VITAMINA D .....	31
3.9.1 Ação da Vitamina D no amaciamento da Carne.....	31
3.9.2 Cálcio no Sistema Contrátil .....	32
3.10 VITAMINA E .....	33
3.11 EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE ANIMAIS COM VITAMINAS SOBRE A QUALIDADE DA CARNE .....	34
3.12 A QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS DE RAÇAS ZEBUÍNAS.....	36
<b>4 MATERIAS E MÉTODOS</b> .....	40
4.1 PREPARO DE AMOSTRAS .....	40
4.1.1 Animais.....	40
4.1.2 Tratamentos .....	40
4.1.3 Confinamento .....	41

4.1.4 Abate .....	41
4.1.5 Coleta de Amostra.....	41
4.1.6 Delineamento Experimental e Análise Estatística .....	42
4.2 DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS .....	42
4.2.1 Constituintes Químicos.....	42
4.2.1.1 Umidade .....	42
4.2.1.2 Proteínas .....	43
4.2.1.3 Lípidios .....	43
4.2.1.4 Cinzas .....	43
4.2.2 Determinação do pH.....	44
4.2.3 Determinação da Cor .....	44
4.2.4 Determinação da Oxidação Lipídica.....	44
4.2.5 Determinação do Aroma de Requentado .....	45
4.2.6 Determinação da Maciez.....	45
4.2.7 Determinação da Composição de Ácidos Graxos .....	46
4.2.7.1 Extração dos Lipídios .....	46
4.2.7.2 Transesterificação dos Lipídios .....	46
4.2.7.3 Determinação de Ácidos Graxos por Cromatografia Gasosa.....	46
4.2.8 Determinação do Teor de Vitaminas .....	47
4.2.8.1 Determinação de Vitamina A.....	47
4.2.8.2 Determinação de Vitamina D <sup>3</sup> .....	47
4.2.9. Detrminação da Vitamina E.....	48
4.2.10 Determinação do Teor de Vitaminas .....	48
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>49</b>
5.1 INJEÇÃO SUBCUTÂNEA DA EMULSÃO DE IVERMECTINA COM VITAMINAS A, E E D <sup>3</sup> .....	49
5.2 CONSTITUINTES QUÍMICOS DO MÚSCULO <i>LONGISSIMUS DORSI</i> .....	49
5.3 MEDIDA DE PH DO MÚSCULO <i>LONGISSIMUS DORSI</i> .....	50
5.4 OXIDAÇÃO LIPÍDA DO MÚSCULO <i>LONGISSIMUS DORSI</i> .....	51
5.5 AROMA DE REQUENTAMENTO DO MÚSCULO <i>LONGISSIMUS DORSI</i> .....	55
5.6 MACIEZ DO MÚSCULO <i>LINGISSIMUS DORSI</i> .....	57
5.6.1 Maciez do Músculo <i>Longissimus Dorsi</i> Resfriado .....	57
5.6.2 Maciez do Músculo <i>Longissimus Dorsi</i> Cozido .....	59
5.7 COR DO MÚSCULO <i>LONGISSIMUS DORSI</i> RESFRIADO .....	60

5.8 COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DO MÚSCULO LONGISSIMUS DORSI CONGELADO .....	63
5.9 TEOR DE VITAMINAS A, D <sup>3</sup> E E NO MÚSCULO LONGISSIMUS DORSI .....	69
5.10 TEOR DA CÁLCIO NO MÚSCULO <i>LONGISSIMUS DORSI</i> .....	69
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A produção da carne está vinculada a intensa busca da manutenção e melhoria da sua qualidade desde a criação dos animais até a mesa do consumidor. Essa melhoria torna-se indispensável para obtenção da satisfação do consumidor e aumento da competitividade da carne brasileira no mercado mundial. Atualmente, o Brasil possui um rebanho de 195 milhões de bovinos (IBGE, 2005), porém o consumo nacional anual per capita de carne bovina é estimado em 36 kg, nível esse de consumo ainda muito pequeno quando comparado aos níveis de consumo de países desenvolvidos (GAGLEAZZI *et al.* 2004).

Os hábitos de consumo, de modo geral, têm se alterado mundialmente. Os aspectos antes pouco valorizados, como segurança, higiene, qualidade e confiabilidade, relacionados a alimentos, estão cada vez mais importantes na decisão de compra do consumidor. Diante dessa situação, as empresas buscam novas alternativas para melhorar a qualidade do produto satisfazendo o consumidor e também as exigências do mercado competitivo.

Atualmente, o critério simples de aparência não é considerado um dos atributos de melhoria da qualidade da carne, pois há exigência também de fatores relacionados a outros aspectos como maciez, suculência, sabor e cor. Estes critérios de qualidade estão todos relacionados a diversos fatores, desde alimentação do bovino até cuidados com o manejo pré e pós abate.

Fatores como coloração, maciez e estabilidade lipídica são limitantes da qualidade e aceitabilidade da carne. A estabilidade lipídica resulta em uma maior vida útil da carne, com a manutenção do sabor, cor e odor por um período maior. Esta estabilidade pode ser obtida, de diversas formas, sendo uma delas a ação de antioxidantes como a vitamina E (alfa-tocoferol) sobre a oxidação dos lipídios contidos no músculo (BUSTABAD, 1999, LYNCH *et al.*, 1999, DUFRASNE *et al.*, 2001). A qualidade da carne também está relacionada com a maciez e existem diversas formas de sua obtenção, sendo uma delas a eficiência da resolução do complexo actinmiosina. Essa eficiência pode ser atribuída ao teor de cálcio existente no músculo do animal no momento de abate (MONTGOMERY *et al.*, 2000, SWANEK *et al.*, 1999). O elevado teor de cálcio pode ser obtido através de uma boa

suplementação do animal com vitamina D que é a precursora do cálcio no organismo do animal (BLEZINGER, 2001).

O desenvolvimento da tecnologia de carnes é essencial para o crescimento do mercado, do consumo e do aumento da competitividade, especialmente pela diferenciação de produtos, segmentação de mercado e desenvolvimento de nichos já existentes. Assim, a busca de novas tecnologias seria necessária para garantir a qualidade da carne bovina, com aplicação efetiva e obtenção de resultados que assegurem a competitividade da carne bovina brasileira no mercado mundial.

Dessa forma, esta pesquisa visa melhorar a qualidade da carne bovina através da injeção de vitaminas lipossolúveis A, D<sub>3</sub> e E em bovinos. O efeito dessas vitaminas injetadas no animal será avaliado quanto às alterações físico-químicas na carne *in natura* resfriada e congelada.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar o efeito da injeção de mistura de vitaminas A, D<sub>3</sub> e E associadas com ivermectina em bovinos sobre a qualidade da carne bovina refrigerada e congelada.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Avaliar a coloração do músculo *Longissimus dorsi* refrigerado após 24, 48 e 72 horas de abate
- ✓ Analisar a oxidação lipídica do músculo *Longissimus dorsi* após 24, 48, 72 horas de abate sob refrigeração e 30 e 60 dias de congelamento
- ✓ Verificar o aroma de requeijado do músculo *Longissimus dorsi* após 5 e 60 dias de congelamento
- ✓ Determinar a influência da mistura vitamínica no perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi*
- ✓ Medir com texturômetro a maciez da carne *in natura* 24, 48 e 72 horas *postmortem* e da carne cozida;
- ✓ Determinar o nível de vitaminas A, D<sub>3</sub> e E presentes no músculo *Longissimus dorsi*
- ✓ Determinar o teor de cálcio presente no músculo *Longissimus dorsi*



### 3.2 LIPÍDIOS

Os lipídios são definidos como compostos heterogêneos insolúveis em água e solúveis em solventes apolares. Estão presentes em quase todos os alimentos, e na sua maioria são encontrados na forma de triacilgliceróis, e também como fosfolipídios, glicolipídios, esfingolipídios e lipoproteínas (ARAÚJO, 1999).

As principais funções dos lipídios de alimentos são: fisiológica, nutricional e na culinária. Os lipídios são vitais para as funções estruturais e biológicas das células, fornecem 9 kcal/g de energia química para humanos e fornecem também os ácidos graxos essenciais e vitaminas lipossolúveis A, E, D e K (POMERANZ E MELANON, 1994).

Na qualidade dos alimentos, os lipídios interferem no sabor, aroma, odor, textura e palatabilidade. Porém, quando os lipídios sofrem alterações oxidativas, há a formação de produtos oxidados que afetam esses atributos (St. ANGELO, 1996).

### 3.3 ÁCIDOS GRAXOS EM BOVINOS

A carne é considerada um alimento nobre e a presença de ácidos graxos essenciais é valorizada. A essencialidade de certos ácidos graxos foi descrita pela primeira vez por Burr em 1929 e confirmada por inúmeros trabalhos, e é determinada pela impossibilidade que os animais possuem, diferente dos vegetais, em sintetizar estes ácidos graxos a partir de precursores estruturalmente mais simples. A carência de ácidos graxos essenciais na alimentação dos mamíferos, em especial no homem conduz a transtornos de crescimento, mudanças na pele, alterações imunológicas, neurológicas e sérios transtornos comportamentais (TAUBES, 2001).

Os ácidos graxos são compostos monocarboxílicos de cadeia hidrocarbonada de tamanho variável, podendo apresentar duplas ligações em posições específicas entre os átomos de carbono. São classificados como saturados, aqueles que não contém duplas ligações entre os átomos de carbono da

cadeia, ou como insaturados que possuem um ou mais duplas ligações. Os insaturados ainda são subdivididos em monoinsaturados com uma dupla ligação, e poliinsaturados mais do que uma dupla ligação.

As gorduras saturadas são sólidas a temperatura ambiente e os mais comumente encontrados são o ácido graxo palmítico (16:0), mirístico (14:0) e láurico (12:0) e quando predominam na dieta tendem a aumentar o plasma. Nos ácidos graxos monoinsaturados, o principal é o oléico (18:1), encontrado em óleo de oliva, de canola e é o ácido graxo mais abundante na maioria dos músculos. Dentre os ácidos graxos polinsaturados, destacam-se o linoléico (18:2) com duplas ligações na posição ômega-6 e na posição ômega-3.

A porção de ácidos graxos saturados na carne bovina é composta principalmente por ácido palmítico e ácido esteárico. A gordura intramuscular é composta por mais de 20 ácidos graxos e são encontrados em maior quantidade os ácidos oléico, palmítico, esteárico, linoleico, palmitoleico e mirístico. A gordura de ruminantes é resultante da hidrogenação ruminal dos ácidos graxos insaturados da dieta pelas bactérias ruminais.

A composição de ácidos graxos varia entre animais, raças, dietas. A maior marmorização da carne está relacionada com maior conteúdo de ácidos graxos saturados e menor proporção de ácidos graxos moinsaturados e polinsaturados (TUME, 2004).

Nos últimos anos tem aumentado o interesse em manipular a composição de ácidos graxos da carne (WOOD *et al.*, 2003) com objetivo de aumentar a proporção de ácidos graxos da considerados saudáveis (BEAULIEU *et al.*, 2002).

### **3.3.1 Ácido Linoléico Conjugado**

Apesar de referido como uma única molécula, o ácido linoléico conjugado (CLA) é um grupo de isômeros de posição e geométricos com duplas ligações conjugadas, ou seja, separadas apenas por uma ligação simples carbono-carbono. Há 56 isômeros geométricos possíveis e de posição do CLA . Um isômero de CLA foi identificado como um potente anticarcinogênico natural (PARIZA & HÁ,

1990), ou então como agente repartidor de nutrientes muito efetivo (DUNSHEA *et al.*, 1998). O isômero mais relacionado à atividade anticarcinogênica é o C18:2 cis-9, trans-11, o implicado no metabolismo de gordura é o C18:2 trans-10, cis-12.

O CLA é formado no rúmen pela hidrogenação incompleta de ácidos graxos poliinsaturados da dieta, mas também endogenamente, através da dessaturação do ácido graxo C18:trans11 por uma enzima presente na glândula mamaria e tecido adiposo (BAUMAN & GRINARI, 1999; CORL *et al.*, 2000), a Delta-9-dessaturase. Como o C18:1 responsável pela existência de CLA e sua predominância em ruminantes explica a razão de serem seus produtos serem maiores fontes de CLA.

### 3.3.2 Ácidos Graxos Polinsaturados

Os ácidos graxos polinsaturados são ácidos graxos de cadeia longa com duas ou mais duplas ligações. Esses ácidos graxos são classificados de acordo com a posição da primeira dupla ligação, a partir do grupo terminal metil da cadeia de carbonos. Distinguindo-se assim dois diferentes grupos: ômega-6 e ômega-3, nas quais a primeira dupla ligação é observada respectivamente entre o sexta e o sétimo e o terceiro e o quarto átomo de carbono na cadeia do ácido graxo (NEWTON & SNYDER, 1997).

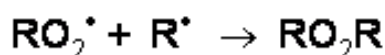
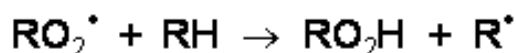
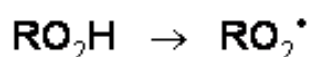
O ácido linoléico (n-6) e o ácido alfa-linolênico (n-3) são ácidos graxos polinsaturados essenciais, pois não podem ser conduzidos pelo organismo, logo precisam adquiridos através da dieta. A partir destes são sintetizados no organismo outros ácidos graxos polinsaturados de fundamental importância para o corpo como o ácido araquidônico a partir do ácido linoléico (n-6) e o ácido eicosapentaenóico e o ácido docosahexaenóico, ambos formados a partir do ácido alfa-linolênico (BROADHURST *et al.*, 1998; HORNSTRA *et al.*, 1995).

### 3.4 OXIDAÇÃO LIPÍDICA DA CARNE

A oxidação lipídica da carne é um processo de degradação que resulta em rancidez do produto. Portanto, é uma das causas primárias da deterioração da cor, da textura e do sabor da carne fresca, congelada e cozida (LIU *et al.*, 1995). É um fator limitante na qualidade e aceitabilidade de carnes e produtos cárneos (MORRISSEY *et al.*, 1998). O processo de rancidez causa o desenvolvimento de sabores indesejáveis, descoloração, produção de substâncias potencialmente tóxicas como o malonaldeído e óxidos de colesterol e também perda do valor nutricional devido à destruição de vitaminas e ácidos graxos essenciais (GRAY *et al.*, 1996; MORRISSEY *et al.*, 1998).

Os lipídios podem ser oxidados por vários sistemas catalíticos, como luz, temperatura, enzimas, metais pesados, metaloproteínas e microrganismos (St. ANGELO, 1996).

A oxidação lipídica ocorre em três etapas e o mecanismo está apresentado conforme segue:



Onde: RH: ácido graxo insaturado

$R^{\bullet}$ : radical livre

$RO_2^{\bullet}$ : radical peróxido

$RO_2H$ : hidroperóxido

Nas etapas do mecanismo de oxidação ocorrem:

a) Iniciação: o consumo de oxigênio é baixo, porém com aumento lento; a concentração de peróxidos é baixa; não há alterações sensoriais e ocorre o aumento dos radicais livres.

b) Propagação: o consumo de oxigênio é alto; a concentração de peróxidos cresce rapidamente e inicia-se sua decomposição; iniciam as alterações sensoriais com aparecimento de odor característico.

c) Terminação: o consumo de oxigênio tende a reduzir; a concentração de peróxidos diminui; ocorrem fortes alterações sensoriais, podendo alterar a cor e a viscosidade (BOBBIO e BOBBIO, 1992).

O fenômeno oxidativo atinge principalmente os ácidos graxos polinsaturados, que são componentes da estrutura da membrana, com possibilidade efetiva de alterar a qualidade do produto final quanto ao sabor. Em razão da crescente preocupação dos consumidores em exigir uma dieta saudável, é importante que ocorra a inibição da rancidez oxidativa. Os processos empregados durante a elaboração dos produtos cárneos associados ao elevado teor de ácidos graxos insaturados e a presença de mioglobina tornam as carnes um alimento propício à ocorrência da rancidez (GRAY *et al.*, 1996).

A estabilidade das carnes e derivados é um fator limitante na cadeia produtiva de todos envolvidos, incluindo produtores, indústrias, distribuidores e consumidores. A oxidação da carne é um dos fatores responsáveis pela perda de qualidade como sabor, cor, textura e valor nutritivo. A estabilidade oxidativa da carne depende do equilíbrio entre antioxidante e composição dos substratos de oxidação, incluindo ácidos graxos polinsaturados, colesterol, proteínas e pigmentos (MORRISSEY *et al.*, 1998).

Uma alternativa investigada para evitar a oxidação de lipídios na carne, é a utilização da vitamina E na suplementação de bovinos (BUSTABAD, 1999; LYNCH *et al.*, 1999; DUFRASNE *et al.*, 2001).

### 3.5 OXIDAÇÃO DA COR DA CARNE

Em relação à cor da carne há hipótese de que alguns radicais livres produzidos durante a oxidação lipídica atuam diretamente sobre os pigmentos, resultando na sua oxidação ou danificando os sistemas de redução do pigmento (LIU *et al.*, 1995).

Normalmente, a superfície da carne exposta ao oxigênio é vermelho brilhante porque a mioglobina está oxigenada, mas pode ocorrer deterioração dessa cor durante o armazenamento e exposição à luz devido à oxidação de pigmentos e de lipídios, que podem alterar o grupo heme e iniciar a oxidação da mioglobina, que causa a perda de cor da carne (LYNCH *et al.*, 1999).

### 3.6 MACIEZ

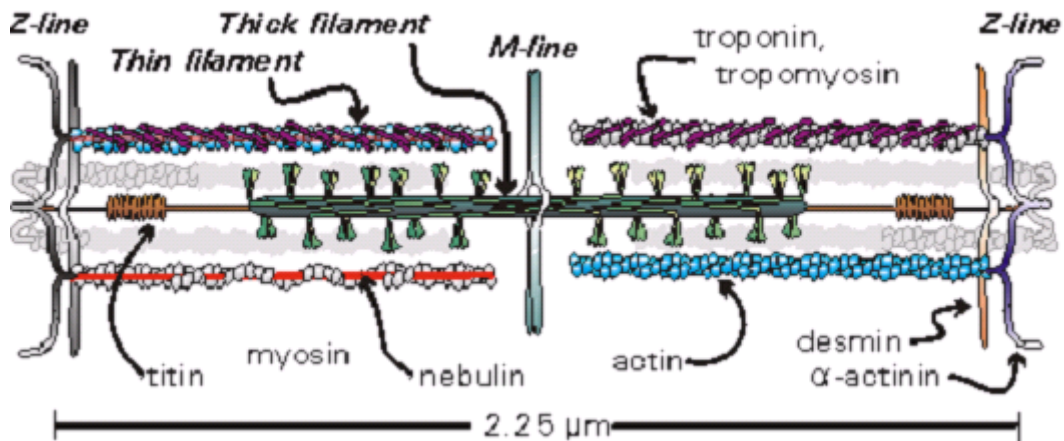
A maciez da carne é definida como a manifestação de seus elementos estruturais referentes à resistência à aplicação de uma força ou a mastigação. É fator determinante da qualidade e também importante característica sensorial considerada pelos consumidores. O aumento da textura pode ser explicado pela presença das proteínas do tecido conjuntivo e das miofibrilas. As primeiras são causadoras do aumento da dureza, devido ao aumento da idade dos animais e conseqüente formação de pontes cruzadas de colágeno. Outros fatores também podem afetar a maciez, fatores *ante* e *postmortem* que são responsáveis pelos efeitos sobre a capacidade de retenção de água, firmeza e suculência (SHIMOKOMAKI *et al.*, 2005).

A maciez da carne é determinada pela variação da proteólise que ocorre durante o período de *postmortem* na carne fresca (O'CONNOR *et al.*, 1997).

Whilppe *et al.* (1990) relataram que a maciez da carne e a atividade da calpastatina estão correlacionadas com a herança genética entre as raças. Assim, foi sugerida a seleção de raças com menor atividade de calpastatina pois implica em carne mais macia.

### 3.6.1 Estrutura Muscular

As miofibrilas são constituídas por uma unidade estrutural denominada de sarcômero, as quais possuem diversas proteínas, onde irá ocorrer o processo de amaciamento após o abate. O sarcômero é a distância entre duas linhas Z, e dentro do sarcômero estão distribuídos os filamentos grosso, constituídos principalmente pela miosina e os filamentos delgados que são compostos pela actina, tropomiosina, troponinas, beta e gama actininas.



**Figura 2** – Estrutura do sarcômero (adaptado: Swartz, *et al.*, 1994)

Nas linhas Z estão alocadas outras proteínas como a eu-actinina, desmina, filamina, vimetina e sinemina. Na banda I está a nebulina e espalhada por todo o sarcômero encontra-se a titina (Figura 2) (SWARTZ *et al.*, 1994).

### 3.6.2 Enzimas Envolvidas no Processo de Amaciamento da Carne

O processo de amaciamento da carne envolve reações enzimáticas e físico-químicas. As mudanças ocorridas no processo de amaciamento são resultantes da proteólise, onde proteases localizadas dentro da célula muscular

podem contribuir para o amaciamento, embora a regulação das enzimas envolvidas no processo ainda não está totalmente esclarecida (JIANG, 1998).

Vários sistemas proteolíticos estão relacionados com os processos de amaciamento, tais como: calpaína-calpastatina e proteosoma. O sistema calpaínas constitui-se de duas enzimas, as  $\mu$ -calpaínas e as m-calpaínas que atuam sobre certas proteínas na linha Z tais como desmina, filamina, nebulina e em menor extensão a titana e requerem íons  $\text{Ca}^{2+}$  para a sua atividade, onde uma requer cerca de 300  $\mu\text{M}$  para a ativação e outra requer cerca de 5  $\mu\text{M}$ . As calpaínas possuem proteínas que são inibidoras específicas de sua atividade, denominadas calpastatins, que também requerem íons  $\text{Ca}^{2+}$  para sua atividade. Além disso, as calpaínas apresentam a propriedade de autólise, ou seja, atuam sobre si mesmas inibindo a degradação excessiva das proteínas miofibrilares (SHIMOKOMAKI *et al.*, 2005).

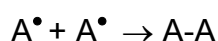
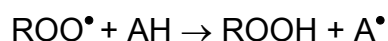
A atividade da calpaína depende da temperatura, pH e nível de calpaínas-ativadas. Este nível é determinado pelo balanço entre seu decréscimo pela autólise, sua ligação com a calpastatina e sua inativação na presença de concentrações inadequadas de íons  $\text{Ca}^{2+}$  (DRASNFIELD, 1993).

As catepsinas atacam a actina e miosina em pontos estratégicos, apresentando pH ótimo de 5,5 a 6,5, próximo ao encontrado em músculos esqueléticos *postmortem* (KOOHMARAIE *et al.*, 1989). As calpaínas e as catepsinas atuam sinergicamente no amaciamento sendo que ambas degradam a troponina T, desmina, titana e nebulina, enquanto que as miosinas,  $\alpha$ -actinina, troponina C e actina parecem ser sensíveis as catepsinas D, B e L (JIANG *et al.*, 1996).

No processo de amaciamento da carne as principais mudanças que ocorrem nos componentes miofibrilares, são: o enfraquecimento das linhas Z e sua degradação que conduzem à fragmentação das miofibrilas; o desaparecimento da troponina T e o surgimento simultâneo de polipeptídios de peso molecular entre 25 e 32 kDa; degradação da desmina, cuja consequência é a fragmentação das miofibrilas; degradação da titana e da nebulina; surgimento de um polipeptídio de peso molecular 96kDa, provavelmente derivado de uma proteína de peso molecular acima daquele valor (KOOHMARAIE, 1993).

### 3.7 ANTIOXIDANTES

Segundo o U.S.F.D.A (United State Food and Drug Administration), os antioxidantes são substâncias empregadas para preservar alimentos, pois retardam a deterioração, rancidez ou descoloração devido a oxidação. O efeito antioxidante consiste em inativar os radicais livres, absorver oxigênio e quelar íons metálicos (ARAÚJO, 1999; St. ANGELO, 1996). A geração de radicais livres produz danos aos ácidos graxos insaturados devido a formação dos radicais peróxidos e o oxigênio singleto. A atividade antioxidante consiste em evitar a propagação dos radicais peróxidos evitando continuidade da reação de oxidação (COHEN *et al.*, 2000). O esquema que segue apresenta a atividade antioxidante de um antioxidante primário:



Onde:

ROO<sup>•</sup>: radical peróxido

ROOH: hidroperóxido

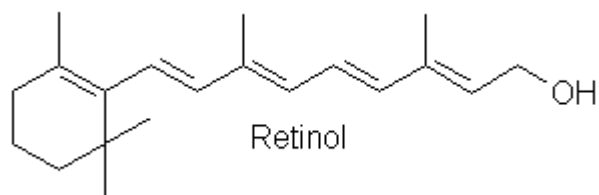
A: Antioxidante

Dentre os antioxidantes sintéticos utilizados com grau alimentar destacam-se o BHA (hidroxianisol butilado), BHT (hidroxitolueno butilado), TBHQ (terc-butil hidroquinona) e PG (galato de propila). Estes antioxidantes atuam na etapa de iniciação da reação de oxidação lipídica, e portanto são classificados como antioxidantes primários. Porém, devido aos riscos que os antioxidantes sintéticos podem oferecer a saúde humana, os antioxidantes naturais, provenientes de fontes vegetais, são considerados mais seguros. Os principais antioxidantes naturais são a vitamina E, vitamina C (St.ANGELO, 1996), e a vitamina A foi posteriormente classificada como antioxidante (PALACE *et al.*, 1999).

A vitamina C é considerada antioxidante, pois atua como agente quelante e por isso é classificada como antioxidante secundário. Já a vitamina E atua na fase de iniciação seqüestrando o oxigênio singleto ou reagindo com os radicais livres (St.ANGELO, 1996) e a vitamina A atua de forma similar (PALACE *et al.*, 1999).

### 3.8 VITAMINA A

A vitamina A é composta pelo retinol (Figura 3), lipossolúvel e necessita de ácidos graxos e minerais para a sua absorção. É encontrada em fontes vegetais que contêm  $\beta$ -carotenos, como pimenta, cenoura, tomates, espinafre e alface. As moléculas de  $\beta$ -caroteno atuam como provitaminas, sintetizando a vitamina A. Em animais a vitamina está armazenada no fígado. As principais fontes para consumo humano são os produtos de origem animal como produtos lácteos, gema de ovo e fígado de pescado. Nos vegetais pode ser encontrado em batata, brócolis, alface e espinafre. Nas frutas é encontrada em damasco, melão, mamão e manga (KRAUSE, 1995).



**Figura 3** – Estrutura do Retinol

A função tecnológica da vitamina A em produtos de origem animal pode ser caracterizada como uma substância antioxidante, que elimina os radicais livres e o DNA de ações mutagênicas, contribuindo assim para retardar o envelhecimento celular. Também atua protegendo os tecidos epiteliais e tem função importante na visão (DUTRA-DE-OLIVEIRA, 1998).

A atividade antioxidante da vitamina A ocorre através da extremidade hidrofóbica de sua cadeia, que seqüestra o oxigênio singlete, evitando a formação de radicais peróxidos (PALACE *et al.*, 1999).

### 3.9 VITAMINA D

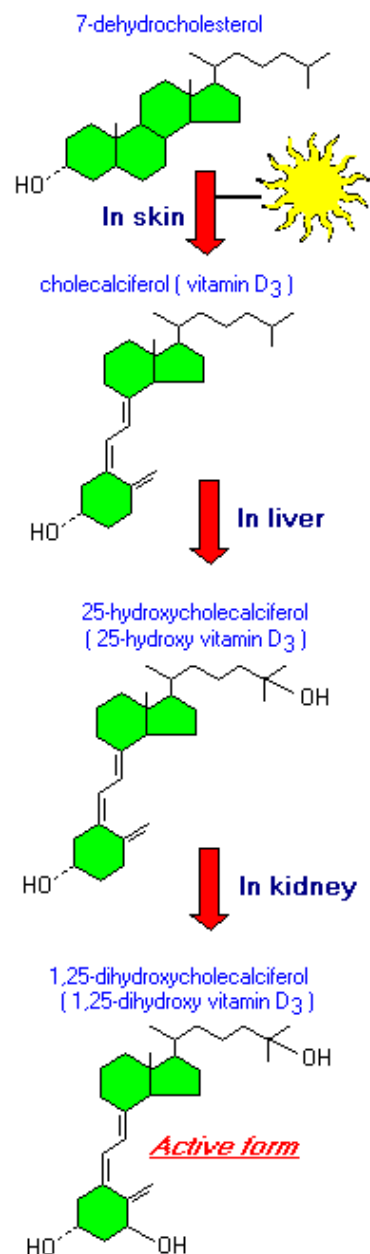
A vitamina D foi identificada em 1936 e sintetizada em 1959. Os primeiros estudos relacionaram com o metabolismo de fósforo e cálcio e seu efeito no sistema imunológico (KRAUSE, 1995). A absorção de vitamina D ocorre através dos lipídios no trato intestinal e ao percorrer o sangue é transferida para a maioria dos tecidos, principalmente o fígado (BONDI, 1998).

A vitamina D é necessária ao organismo para a absorção de cálcio e fósforo, formação dos ossos e imunidade, cuja principal função é elevar os níveis de cálcio e fósforo para a formação dos ossos (BLEZINGER, 2001).

#### 3.9.1 Ação da Vitamina D no Amaciamento da Carne

A vitamina D é absorvida da mesma forma que outros lipídios, no trato intestinal, e então é transferida para a maioria dos tecidos, especialmente o fígado. A vitamina D<sub>3</sub> é metabolizada no fígado na forma de [25(OH)D<sub>3</sub>] e então é transportada ao rim onde é hidrolisada a 1,25-dehidroxi-vitamina D [1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>], esta é a forma fisiologicamente ativa da vitamina D, apresentando cinco vezes mais atividade (Figura 4). O principal local de atividade da [1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>] é o intestino, onde aumenta a absorção de cálcio (BONDI, 1988), que é disponibilizado para ativar as proteases dependentes de cálcio e acelerar o processo de amaciamento (MONTGOMERY *et al.*, 2000).

O uso de vitamina D em níveis elevados na suplementação de animais aumenta a absorção e conseqüentemente os níveis de cálcio presente no organismo dos animais (TAYLOR e ETHERINGTON, 1999).



**Figura 4** – Absorção da vitamina D<sub>3</sub> no organismo  
(adaptado: MONTGOMERY *et al.*, 2000)

### 3.9.2 Cálcio no Sistema Contrátil

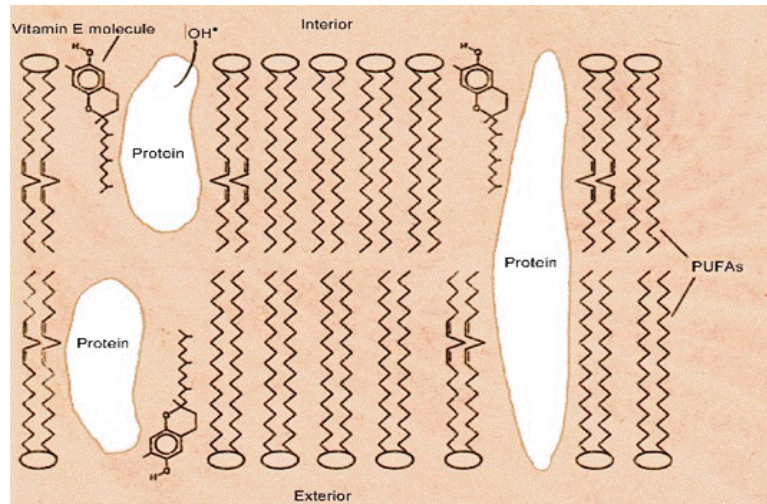
No sistema contrátil, o íon Ca<sup>2+</sup> é conhecido como agente regulador. Durante o processo de maturação ocorre o aumento dos níveis de cálcio, pois com a queda do nível de ATP intracelular, o cálcio ligado ao retículo sarcoplasmático e a

mitocôndria é liberado. Assim, os íons  $\text{Ca}^{2+}$  ativam as calpaínas e estas atuam sobre o complexo actinmiosina, enfraquecendo o mesmo. Quando o pH atinge em torno de 5,5 as membranas lisossômicas são rompidas, liberando as catepsinas que também atuam no processo de amaciamento (TAYLOR e ETHERINGTON, 1999).

### 3.10 VITAMINA E

A vitamina E foi descoberta em 1922 e isolada em 1936. Sua estrutura foi determinada em 1938 e a síntese foi concluída nesse mesmo ano. Os compostos de vitamina E são lipossolúveis ou insolúveis em meio aquoso (COMBS, 1998). É reconhecida como um nutriente essencial para o crescimento e saúde de todas as espécies animais (LIU *et al.*, 1995; HILL *et al.*, 1995a). Está envolvida em morte e reabsorção fetal, miopatia nutricional, degeneração de retina, hemólise de eritrócitos, biossíntese de prostaglandina e resposta de linfócitos T e B. Isso se deve principalmente pela sua função como antioxidante em sistemas biológicos. Os radicais livres são neutralizados pelo  $\alpha$ -tocoferol antes que a oxidação se propague entre ácidos graxos altamente insaturados em membranas celulares e subcelulares. O anel cromanol do  $\alpha$ -tocoferol é inserido entre os grupos dos fosfolipídios e a cadeia lateral fitol interage com as cadeias de ácidos graxos insaturados dos fosfolipídios através de interações de Van der Waals no interior da membrana (LIU *et al.*, 1995).

De acordo com Buckley *et al.* (1995) a localização específica do  $\alpha$ -tocoferol na membrana e a mobilidade lateral da molécula, permite maior proteção dos ácidos graxos polinsaturados altamente suscetíveis a peroxidação por espécies reativas do oxigênio produzidas pelas enzimas ligadas às membranas adjacentes (Figura 5).



**Figura 5** – Ação da vitamina E como antioxidante  
(Fonte: Buckley *et al.*, 1995)

Segundo McDowell (1996) a vitamina E é sintetizada e encontrada primariamente nas plantas. Os óleos encontrados nas plantas constituem uma fonte rica de vitamina E. Todas as plantas contêm  $\alpha$ -tocoferol em suas folhas e em outras partes verdes. Devido ao fato da presença do  $\alpha$ -tocoferol em grande parte nos cloroplastos das células das plantas, as plantas verdes contêm mais vitamina E do que as plantas amarelas. As principais fontes na dieta para humanos e animais são os óleos vegetais e em extensão menor em sementes e cereais.

### 3.11 EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DA DIETA DE ANIMAIS COM VITAMINAS SOBRE A QUALIDADE DA CARNE

Hill *et al.* (1995b) suplementaram animais com vitamina A, D e E, e analisaram os efeitos da vitamina A e E e observaram que o teor de vitamina A acumulado no fígado do animal foi três vezes maior do que o recomendado e o teor de  $\alpha$ -tocoferol foi reduzido no fígado e músculos. A partir dos resultados finais de oxidação lipídica foi sugerido que uma boa dieta do animal e suplementação com vitamina E resultaria em maior estabilidade de cor e vida útil.

A vitamina A quando suplementada na dieta dos animais, atua na proteção dos tecidos epiteliais e pode aumentar a cobertura de marmoreio das

carnes (AKIO *et al.*, 1997), além de exercer alguma atividade antioxidante nas carnes (MORRISEY *et al.*, 1998).

Faustman *et al.* (1989) observaram que o acúmulo de metamioglobina e a oxidação lipídica foram significativamente menor no lombo de bovinos tratados com vitamina E. Portanto, a taxa de descoloração pode estar relacionada com a eficiência dos processos oxidativos e enzimáticos, reduzindo os níveis de metamioglobina em carnes.

Segundo Augustini *et al.* (1998) e DenHertogmeischke *et al.* (1997) o uso de vitamina E na suplementação da dieta de bovinos apresentou efeito positivo na qualidade da carne, com garantia de estabilidade de coloração da carne resfriada, retardou a oxidação da gordura, melhorou a capacidade de retenção de água e reduziu as perdas por gotejamento.

Lynch *et al.* (1999) descreveram que a suplementação da dieta de bovinos com  $\alpha$ -tocoferol aumentou seus níveis nos músculos *Longissimus dorsi*, *Gluteus medius* e *Psoas major*, melhorando a coloração e a estabilidade oxidativa dos cortes cárneos in natura congelados e acondicionados a vácuo. Assim, foi demonstrado que a estabilidade lipídica e da oximioglobina, tornaram-se elevadas em carnes que continham alta concentração de antioxidantes.

Dufasne *et al.* (2001) avaliaram o efeito da suplementação de vitamina E na dieta de bovinos Belgian blue sobre a oxidação de lipídios e cor do músculo *Longissimus thoracis* armazenado a 4°C até 14 dias, com iluminação controlada. Observaram que o nível de  $\alpha$ -tocoferol no músculo dobrou em relação ao controle, provocando supressão na oxidação de lipídios, porém sem afetar significativamente a cor do músculo.

Formanek *et al.* (2001) suplementaram novilhos leiteiros por 50 dias antes do abate com 2000 U.I de  $\alpha$ -tocoferol. Utilizaram para análise amostras do músculo *Semimembranosus* moídos e armazenados a 4°C até 8 dias com iluminação controlada. Observaram que a estabilidade oxidativa e cor foram mantidas.

Yang *et al.* (2002) observaram que a suplementação de bovinos por 132 dias pré-abate com 2500 UI de vitamina E não alterou a coloração da carne e o teor de vitamina E na carne foi similar aos animais não suplementados com vitamina E.

Realini *et al.* (2004) verificaram que a suplementação bovina por 100 dias com 1.000 UI de vitamina E causou a estabilidade lipídica em bife e carne moída, porém não promoveu a estabilidade da cor. Entretanto, a adição através da dieta de vitamina C, nestes produtos, aumentou a estabilidade da cor sem afetar a oxidação lipídica.

Swanek *et al.* (1999) investigaram que a maciez de carne de bovinos suplementados com vitamina D<sub>3</sub> foi atribuída a ativação das calpaínas. Boleman *et al.* (2004), suplementaram cordeiros com vitamina D<sub>3</sub> e verificaram que não houve diferenças na maciez e nas características relacionadas com a vida útil das carnes obtidas.

Rentfrow *et al.* (2001) suplementaram novilhas com altos níveis de vitamina D<sub>3</sub> e também com uma mistura de vitamina D<sub>3</sub> e vitamina E e verificaram uma elevação no nível de cálcio sérico, sem apresentar redução na força de cisalhamento. A suplementação com vitamina D<sub>3</sub> aumentou o cálcio livre que provocou o aumento da maciez no músculo *Longissimus* através da ativação da m-calpaina (WHIPPLE & KOOHMARAIE, 1993).

Segundo Pedreira (2002) a suplementação de animais com vitamina D<sub>3</sub> por 10 dias de pré-abate, não apresentou diferenças nos níveis de cálcio e fósforo e no desenvolvimento da maturação da carne. Na avaliação sensorial detectaram que houve uma alteração positiva na maciez e sabor e a suculência não apresentou diferença.

### **3.12 A QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS DE RAÇAS ZEBUÍNAS**

Além do manejo pré e pós abate, a variação genética dos bovinos têm grande influência na palatabilidade da carne. Os animais *bos indicus* apresentaram menor aceitabilidade pelos consumidores, devido a textura e palatabilidade dessas carnes (THOMPSON, 1998; CROUSE *et al.*, 1989).

No Brasil a maioria dos animais criados são de raças *bos indicus* que apresentam carnes com menor maciez do que a carne obtida de animais *bos taurus*. A menor maciez dessas carnes é explicada pela maior atividade da calpastatina em raças *bos indicus* (WHIPPLE *et al.*, 1990). Na Austrália, observou-se

que carcaças comerciais de bovinos cruzados com *bos indicus* apresentaram grande efeito na palatabilidade da carne (Tabela 1). A maior porcentagem de sangue *bos indicus* implicou em menor palatabilidade das carcaças (THOMPSON, 1998).

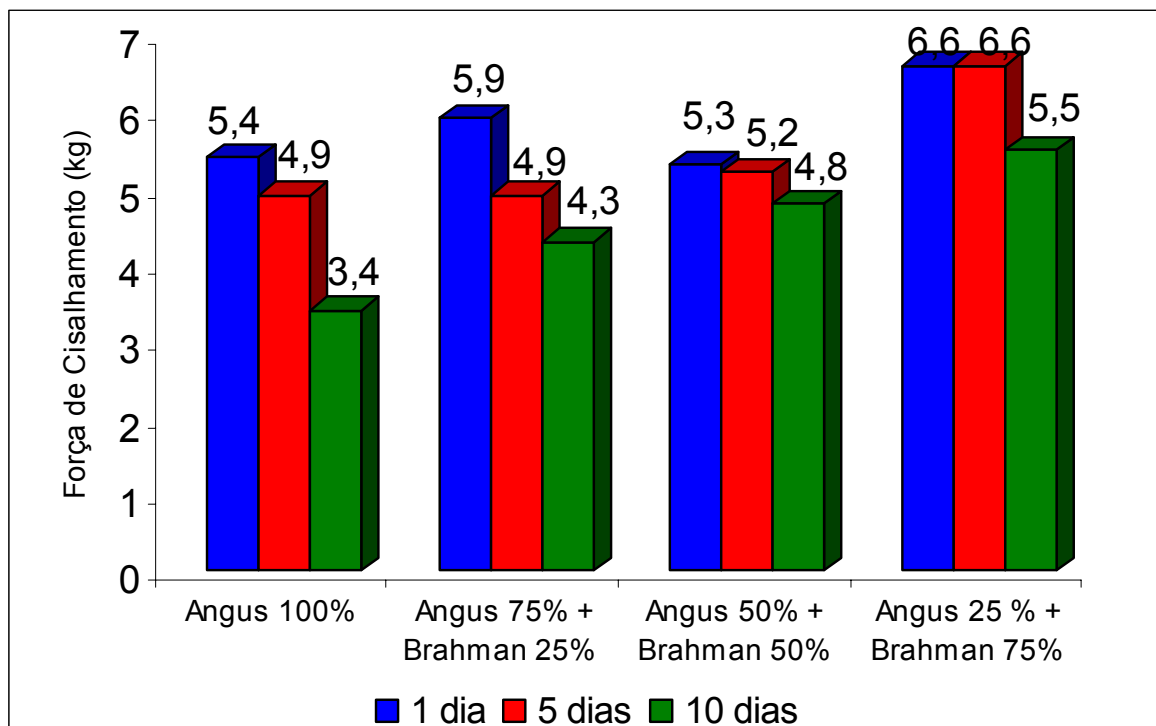
**Tabela 1** – Aceitação do consumidor de carcaças de animais com diferentes percentagens de sangue *bos indicus*\*

% de sangue <i>bos indicus</i>	% de carcaças reprovadas	% de carcaças aprovadas
> 75%	63	37
25 – 75 %	31	69
< 25%	11	89

\*Fonte: Thompson, 1998

Crouse *et al.* (1989) investigaram cruzamentos entre *bos indicus* (Brahman e Sahiwal) e *bos taurus* (Herefor e Angus) e observaram que com o aumento do sangue de *bos indicus* nos animais aumentou a força de cisalhamento da carne, além da tendência de decréscimo do peso de carcaças e grau de marmoreio.

Ao acompanhar o período de maturação, Jonhson *et al.* (1990) verificaram que a carne de animais com 75% de sangue zebuino após 10 dias de maturação apresentou força de cisalhamento semelhante a carne de animais Angus que não foi submetida à maturação (Figura 6)



Fonte: Jonhson, *et al.* 1990, adaptado

**Figura 6** – Efeito do tempo de maturação na força de cisalhamento em animais com diferentes percentagens de sangue zebuino.

Pringle *et al.* (1997), avaliaram atributos sensoriais, de textura e atividade da calpaína e calpastatina em animais com diferentes porcentagens de cruzamento da raça Brahman com a raça Angus e verificaram que o aumento da porcentagem de Brahman no cruzamento dos animais aumentou a atividade de calpastatina e a proporção de calpastatina presente em relação a calpaína (Tabela 2). Os atributos sensoriais e de textura também foram afetados negativamente com o aumento de sangue Brahman nos animais avaliados.

Assim para garantir a qualidade da carne bovina é necessário buscar alternativas tecnológicas com aplicações efetivas para o produtor para assegurar a competitividade da carne brasileira no mercado internacional.

**Tabela 2** – Atividade de calpaína e calpastatina no músculo de bovinos com diferentes porcentagens de cruzamentos entre Brahman e Angus\*.

	Grupo genético (%Brahman)					
	0%	25%	37%	50%	75%	100%
$\mu$ -calpaína (UI/50g)	60,4 <sup>b</sup>	58,2 <sup>ab</sup>	72,1 <sup>c</sup>	58,4 <sup>ab</sup>	53,0 <sup>ab</sup>	49,7 <sup>a</sup>
m-calpaína (UI/50g)	47,7	49,2	48,4	46,2	41,4	49,0
Calpastatina (UI/50g)	173,8 <sup>a</sup>	193,8 <sup>ab</sup>	181,4 <sup>ab</sup>	198,1 <sup>ab</sup>	205,8 <sup>bc</sup>	227,7 <sup>c</sup>
Calpastatina/ $\mu$ -calpaína	3,03 <sup>ab</sup>	3,36 <sup>ab</sup>	2,60 <sup>a</sup>	3,66 <sup>b</sup>	4,40 <sup>c</sup>	4,68 <sup>c</sup>

<sup>a-b-c</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente  $p \leq 0,05$ .

Fonte: Pringle *et al.* 1997, adaptado

## **4 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1 PREPARO DE AMOSTRAS**

#### **4.1.1 Animais**

Foram utilizados 18 bovinos machos castrados, cruzados de raças taurinas e zebuínas com peso médio por animal de 350 kg, com idade aproximada entre 18 e 24 meses. Estes animais foram provenientes de propriedade particular e permaneceram durante o período experimental em confinamento particular com destino comercial.

#### **4.1.2 Tratamentos**

Os bovinos foram divididos aleatoriamente em dois lotes. O Lote Injetado (LI) (n=9) recebeu como tratamento uma única aplicação subcutânea de 8,0mL de emulsão de endo/ectoparasiticida suplementada com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E contendo 80mg de ivermectina, 2.000.000UI de vitamina A, 560.000UI de vitamina D<sub>3</sub> e 400UI de vitamina E, produto comercialmente disponível no mercado sob a marca ADE-TEC<sup>®</sup>. O Lote Controle (LC) (n=9) não recebeu tratamento.

A ivermectina é comumente utilizada como parasiticida em animais em tem como finalidade eliminar parasitas gastrintestinais. Neste trabalho a ivermectina foi associada comercialmente as vitaminas A, E e D<sub>3</sub> e a emulsão obtida foi injetada nos bovinos.

### 4.1.3 Confinamento

Os bovinos com idade aproximada entre 18 e 24 meses selecionados para esse experimento foram divididos aleatoriamente em dois lotes para a aplicação do tratamento. Os animais foram confinados no mesmo piquete por 52 dias e receberam uma dieta constituída de volumoso, caroço de algodão, sojilho, aveia e minerais conforme apresentado na Tabela 3. A ração foi fornecida em cochos coletivos para que todos os animais tivessem acesso à mesma ração.

**Tabela 3** – Ração dos animais durante o confinamento

Quantidade/dia/animal	Componentes
0,5 kg	caroço de algodão
40-50 kg	volumoso (triticale e milho)
300 g	sojilho
1,43 g	calcário calcítico
1,43 g	fosfato de cálcio
137 g	sal comum

### 4.1.4 Abate

Os bovinos foram abatidos em frigorífico comercial e as carcaças mantidas sob refrigeração por 24 horas. As carcaças foram identificadas conforme o tratamento recebido.

### 4.1.5 Coleta da Amostra

Após 24 horas de abate foi coletado o músculo *Longissimus dorsi* (contrafilé) com retirada do excesso de gordura externa. As amostras de contrafilé foram divididas em bifés com espessura de dois cm e separadas em 3 parcelas subdivididas (sub-amostra), codificadas com numeração aleatória de dois dígitos para cada sub-amostra e embaladas em sacos plásticos. De cada sub-amostra, três

bifes foram acondicionados em bandejas de isopor envoltas com filme plástico e submetidos a refrigeração a  $6 \pm 1^\circ\text{C}$ , os demais bifes foram submetidas ao congelamento a  $-18^\circ\text{C}$ .

#### **4.1.6 Delineamento Experimental e Análise Estatística**

Para a seleção dos animais dos dois lotes, foi utilizado o delineamento experimental inteiramente ao acaso. Após o abate, o músculo *Longissimus dorsi* (amostra) foi dividido em parcelas subdivididas (sub-amostras) e foram codificadas numericamente com dois dígitos aleatórios. A análise dos resultados obtidos foi realizada com a utilização do programa STATISTICA versão 5.0 (OKLAHOMA, USA 1995). O teste t de Student foi utilizado para determinar as diferenças entre o LC e LI com relação ao pH, cor, oxidação lipídica, aroma de requentado, perfil de ácidos graxos, vitaminas A, D<sub>3</sub> e E, teor de vitaminas A, D<sub>3</sub> e E, e teor de cálcio.

### **4.2 DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS**

#### **4.2.1 Constituintes Químicos**

Os constituintes químicos das amostras provenientes do músculo *Longissimus dorsi* obtida dos dois lotes (LC e LI) foram realizadas em triplicata.

##### **4.2.1.1 Umidade**

A umidade das amostras foi determinada em estufa a  $105^\circ\text{C}$  em pesa-filtro até peso constante, com posterior resfriamento em dessecador até

temperatura ambiente e pesagem em balança analítica (INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

#### **4.2.1.2 Proteínas**

A proteína total do músculo *Longissimus dorsi* foi determinada pelo método de micro-kjedahl, que consistiu de digestão com ácido sulfúrico a temperatura elevada, seguida de destilação com hidróxido de sódio e o destilado foi recolhido com solução de ácido bórico. A solução destilada foi titulada com ácido sulfúrico 2N e o conteúdo de proteínas foi estimado utilizando o fator de conversão 6,25 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

#### **4.2.1.3 Lipídios**

A determinação de lipídios do músculo *Longissimus dorsi* foi realizada a partir de hidrólise ácida a quente da amostra com ácido clorídrico 0,8N e água fervente. A fase oleosa foi submetida a extração com éter de petróleo. O éter foi evaporado e o teor de lipídios foi determinado por diferença de peso (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

#### **4.2.1.4 Cinzas**

O teor de cinzas do músculo *Longissimus dorsi* foi determinado em mufla a 450°C por três horas, até peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

#### 4.2.2 Determinação do pH

As amostras do músculo *Longissimus dorsi* foram moídas e homogeneizadas com 5,0mL de água destilada e o pH das amostras foi medido com potenciômetro (HANNA modelo HI8314).

#### 4.2.3 Determinação da Cor

Para verificar a cor das amostras, foi utilizado o colorímetro Minolta CR10 no sistema de cor CIELAB que mediu os valores de L\* (Luminosidade), a\* (componente vermelho-verde) e b\* (componente amarelo-azul), com colorímetro Minolta. A leitura foi realizada nas amostras resfriadas por 24, 48 e 72h *postmortem*, com nove repetições para cada amostra.

#### 4.2.4 Determinação da Oxidação Lipídica

A oxidação lipídica foi determinada através da metodologia descrita por Tarladgis *et al.* (1964) e modificado por Crackel *et al.* (1988), que consistiu em determinar espectrofotometricamente a formação do complexo de dois mols de ácido tiobarbitúrico (TBA) com um mol de malonaldeído e outras substâncias que reagiram com o TBA, que resultou na formação de compostos de coloração vermelha.

Para a quantificação em triplicata foram utilizadas 10 gramas de amostra que foram submetidas a hidrólise com ácido clorídrico 4N. O destilado obtido foi submetido à reação de cor com o TBA e posterior leitura da absorbância em espectrofotômetro com comprimento de onda de 530nm.

A curva padrão foi elaborada com solução padrão de 1,1,3,3 Tetraetoxipropano.

Para verificar a exatidão do método foi realizado a recuperação do mesmo a partir da comparação de absorvâncias da solução padrão, da solução padrão adicionada de amostra, e da amostra.

$$\%R = \frac{\text{abs (tep+amostra)}}{\text{abs (tep) + abs (amostra)}} \times 100$$

#### 4.2.5 Determinação do Aroma de Requentado

O aroma de requentado ou warmed-over flavor (WOF) foi determinado com 10 gramas de amostra que foram embaladas a vácuo e cozidas em banho-maria por 35min a  $85 \pm 5^\circ\text{C}$ , até temperatura interna de  $75 \pm 5^\circ\text{C}$ . As amostras foram acondicionadas em geladeira por 48h, com posterior reaquecimento por 15min a  $85 \pm 5^\circ\text{C}$  (IGENE e PEARSON, 1979). A determinação prosseguiu seguindo a metodologia descrita por Tarladgis *et al.* (1964) modificada por Crackel *et al.* (1988) e conforme descrito no item 4.2.4.

#### 4.2.6 Determinação da Maciez

A maciez foi mensurada através da determinação da força de cisalhamento com Texturômetro TATX-2i utilizando lâmina Warner Bratzler. A determinação foi realizada em amostras *in natura* e amostras cozidas. As amostras foram cortadas nas dimensões de 1x1x2cm (altura x largura x comprimento). As amostras foram cortadas transversalmente ao sentido das fibras com a lamina Warner Bratzler e o resultado obtido foi expresso em Newton (GUARNIERI *et al.*, 2004).

Para determinação da força de cisalhamento de amostras *in natura* foram utilizadas amostras mantidas sob refrigeração a  $6 \pm 1^\circ\text{C}$  por 24, 48 e 72h *postmortem*.

Para determinação da força de cisalhamento de amostras cozidas, foram utilizadas amostras mantidas sob congelamento a  $-18^\circ\text{C}$  por 90 dias e então

embaladas em sacos plásticos e cozidas em banho-maria a 85°C até atingir temperatura interna de 75°C.

#### **4.2.7 Determinação da Composição de Ácidos Graxos**

A composição de ácidos graxos das amostras de LC e LI foi determinado através das etapas descritas a seguir.

##### **4.2.7.1 Extração dos Lipídios**

A extração de lipídios das amostras foi realizada com solução de clorofórmio e metanol. Com auxílio de um funil de separação, retirou-se a fase lipídica contendo clorofórmio e realizada a evaporação do clorofórmio em rotavapor (BLIGH E DYER, 1959).

##### **4.2.7.2 Transesterificação dos Lipídios**

A segunda etapa consistiu na transesterificação dos lipídios extraídos com solução de hidróxido de potássio em metanol e heptano (Método 5509 da ISO, 1978).

##### **4.2.7.3 Determinação de Ácidos Graxos por Cromatografia Gasosa**

A fase obtida contendo ésteres em solução de heptano, foi submetida à cromatografia gasosa (cromatógrafo Varian CP 3380) com coluna

capilar de sílica fundida CP7420 (100m x 0,25mm x 0,25 $\mu$ m) de cianopropil. A temperatura do detector de ionização de chama foi de 180°C, do injetor foi de 220°C e do detector foi de 240°C. O gás de arraste utilizado foi hidrogênio com fluxo de 1,0mL/min e nitrogênio com fluxo de 30mL/min. No detector de chama, foi utilizado hidrogênio com fluxo de 30mL/min e ar sintético com fluxo de 300mL/min. Para a injeção da amostra, foi utilizado o injetor automático de porção 1/100. A rampa de aquecimento da coluna durante a corrida de leitura foi de 165°C por 18 min, 180°C por 17 min com fluxo de aquecimento de 30°C/min e 240°C por 20 min com fluxo de aquecimento de 15°C/min.

Para a identificação dos ácidos graxos, foram comparados os tempos de retenção dos picos das amostras e dos padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos. As áreas dos picos foram calculadas pelo método da normalização de área e os resultados expressos em porcentagem de área relativa.

#### **4.2.8 Determinação do Teor de Vitaminas**

##### **4.2.8.1 Determinação de Vitamina A**

O teor de vitamina A presente no músculo *Longissimus dorsi* foi determinado em cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC) conforme metodologia descrita por Manz e Philipp (1981). Os resultados foram expressos em mcg/100g.

##### **4.2.8.2 Determinação de Vitamina D<sub>3</sub>**

O teor de vitamina D presente no músculo *Longissimus dorsi* foi determinado conforme metodologia descrita por Horwitz (AOAC 981,17, 2000). Os resultados foram expressos em mcg/100g.

#### **4.2.9 Determinação de Vitamina E**

O teor de vitamina E presente no músculo *Longissimus dorsi* foi determinado conforme metodologia descrita por Brubacher *et al.* (1985). Os resultados foram expressos em mg/100g.

#### **4.2.10 Determinação do Teor de Vitaminas**

O cálcio presente no músculo *Longissimus dorsi* foi determinado conforme metodologia descrita por Horwitz (AOAC 981,17, 2000). Os resultados foram expressos em mcg/100g.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 INJEÇÃO SUBCUTÂNEA DA EMULSÃO DE IVERMECTINA COM VITAMINAS A, E E D<sub>3</sub>

A ivermectina é um endo/ectoparasiticida comumente aplicado em animais (NDONG et al., 2005) e nesta pesquisa foi conciliada a injeção subcutânea da sua emulsão com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E com finalidade de investigar os efeitos das vitaminas na qualidade da carne refrigerada e congelada. Esta injeção subcutânea não apresentou reações adversas nos animais.

### 5.2 CONSTITUINTES QUÍMICOS DO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI*

O efeito da injeção subcutânea da emulsão de ivermectina com vitaminas A, D<sub>3</sub> e E foi verificada sobre os componentes químicos do músculo *Longissimus dorsi* e os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 4. Observa-se que não houve diferenças ( $p \leq 0,05$ ) entre os tratamentos do LC e LI para todos os constituintes químicos analisados. Forrest *et al.* (1979) relataram que em carnes bovinas o teor de umidade variou de 65 a 80%, cinzas de 1,0 a 2,0%, lipídios de 1,5 a 13,0%, e proteínas de 16,0 a 22,0%, e foram similares aos resultados apresentados na Tabela 4. Entretanto, Domene (2005) apresentou, em carnes bovinas, teor de água, proteínas e lipídios que variou de 74,0 a 57,0%, 16,0 a 20,0% e 5,0 a 25,0%, respectivamente, e corroboram com os resultados descritos na Tabela 4 com exceção do teor de lipídios. Pardi *et al.* (1995) descreveram que o teor de lipídios variou de 0,7 a 28,7% para bovinos adultos justificando que dentre os constituintes básicos da carne é o que possui maior variabilidade.

**Tabela 4** – Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos nos constituintes químicos do músculo *Longissimus dorsi*.

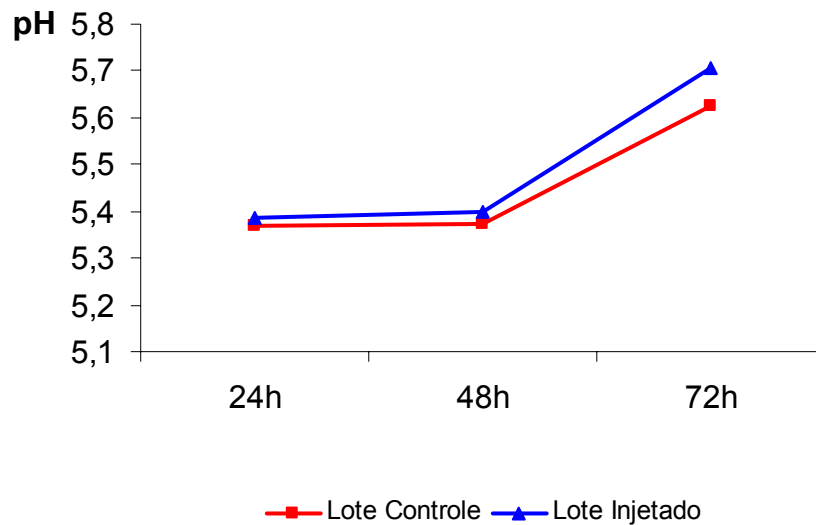
Tratamento	Proteína %	Lipídios %	Umidade %	Cinzas %
LC	17,62 <sup>a</sup> ± 3,72	2,27 <sup>a</sup> ± 0,86	74,28 <sup>a</sup> ± 1,63	0,92 <sup>a</sup> ± 0,06
LI	18,88 <sup>a</sup> ± 1,97	2,14 <sup>a</sup> ± 0,63	73,02 <sup>a</sup> ± 1,24	0,97 <sup>a</sup> ± 0,06

<sup>a-b</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste t de Student  $p \leq 0,05$ .

### 5.3 MEDIDA DE PH DO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI*

O pH do músculo *Longissimus dorsi* foi analisado para verificar o efeito da injeção subcutânea da emulsão de ivermectina com vitaminas A, D<sub>3</sub> e E sobre o acúmulo de ácido láctico, que é um dos fatores importantes na transformação do músculo em carne e sobre as condições de abate. A Figura 7 ilustra o efeito da injeção subcutânea da emulsão de ivermectina com vitaminas A, D<sub>3</sub> e E sobre o pH do músculo *Longissimus dorsi*.

Na Tabela 5, observa-se que o pH não apresentou diferença ( $p \leq 0,05$ ) entre LC e LI após 24, 48 e 72h *postmortem* sob refrigeração. Ao comparar os valores de pH para cada tratamento, verifica-se que não houve diferença significativa após 24 e 48h para os lotes LC e LI. Entretanto após 72h houve um aumento significativo ( $p \leq 0,05$ ) do pH tanto para LC quanto para LI. Montgomery, *et al.* (2004b) verificaram mudanças no pH do músculo *Longissimus dorsi* suplementado com vitamina D<sub>3</sub> e atribuíram essa mudança ao aumento do metabolismo celular e teor de glicogênio. Segundo THORNTON apud PARDI *et al.* (1995), após o abate os valores médios de pH variaram de 6,5 a 6,8, e 48h após o abate os valores atingiram 5,6 a 5,8, seguido de um aumento lento, devido à autólise e ao desenvolvimento bacteriano.



**Figura 7** – Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos no pH do músculo *Longissimus dorsi* resfriado.

**Tabela 5** – Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos no pH do músculo *Longissimus dorsi*.

Tratamento	24h <sup>1</sup>	48h <sup>1</sup>	72h <sup>1</sup>
LC	5,36 <sup>ab</sup> ± 0,05	5,37 <sup>ab</sup> ± 0,15	5,62 <sup>aA</sup> ± 0,10
LI	5,38 <sup>ab</sup> ± 0,03	5,40 <sup>ab</sup> ± 0,04	5,70 <sup>aA</sup> ± 0,16

<sup>a-b</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste t de Student, p≤0,05.

<sup>A-B</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste t de Student, p≤0,05.

#### 5.4 OXIDAÇÃO LIPÍDICA DO MÚSCULO LONGISSIMUS DORSI

Para verificar o efeito da injeção subcutânea da emulsão de ivermectina com vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos sobre a estabilidade lipídica do músculo *Longissimus dorsi*, foram quantificadas as substâncias reativas ao ácido

tiobarbitúrico (TBARS). O método utilizado apresentou recuperação de 87%, indicando uma boa exatidão.

O músculo *Longissimus dorsi* de LI e LC armazenados sob refrigeração por 24, 48 e 72h apresentaram valores de TBARS conforme apresentado na Figura 8. Os valores de oxidação lipídica (Tabela 6) do LI foram significativamente menor ( $p \leq 0,05$ ) do que as do LC quando o músculo foi submetido à refrigeração por 48 horas e a inibição da oxidação foi de 22,6% (WEBER *et al.*, 2005a). Nos tempos de 24 e 72 h *postmortem* sob resfriamento, as amostras do LI e LC não apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ).

Comparando os valores de TBARS para o mesmo tratamento com o decorrer do tempo, observa-se que ambos os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre os períodos que a oxidação lipídica foi monitorada.

Assim, nota-se que a injeção subcutânea de ivermectina com vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos promoveu ação inibitória da oxidação lipídica do músculo *Longissimus dorsi* até 48h *postmortem*. Augustini *et al.* (1998) e Denhartogmeicke *et al.* (1997) descreveram que a suplementação de bovinos com vitamina E na dieta retardou a oxidação de lipídios na carne armazenada sob refrigeração. Dufrasne *et al.* (2001); Formanek *et al.* (2001); Bustabad (1999); Lynch *et al.* (1999); também suplementaram bovinos com vitamina E e detectaram a ação antioxidante da mesma sobre a carne refrigerada.

**Tabela 6** – Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos na oxidação lipídica do músculo *Longissimus dorsi* resfriado.

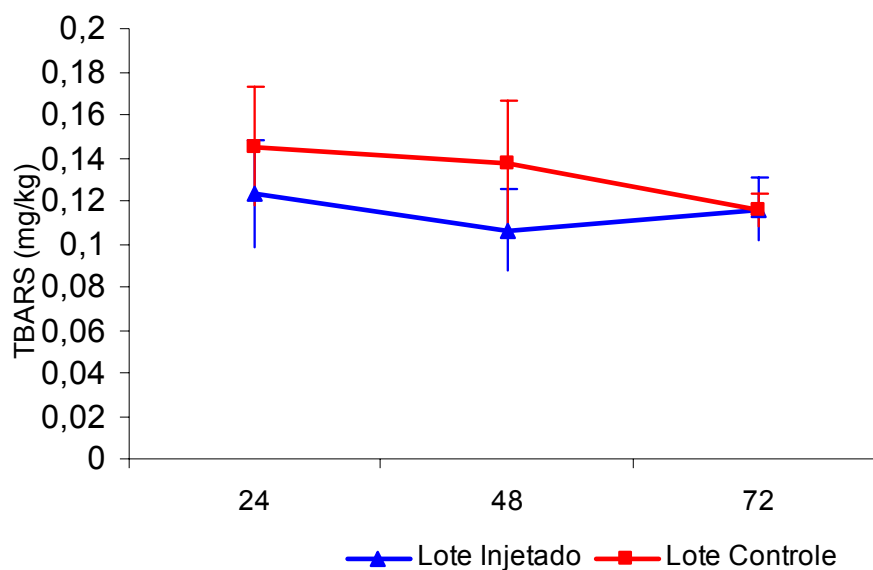
tratamento	24 h <sup>1</sup>	48 h <sup>1</sup>	72 h <sup>1</sup>
LC*	0,1450 <sup>aA</sup> ± 0,0274	0,1373 <sup>bA</sup> ± 0,0294	0,1152 <sup>aA</sup> ± 0,0075
LI*	0,1233 <sup>aA</sup> ± 0,0249	0,1063 <sup>aA</sup> ± 0,0188	0,1162 <sup>aA</sup> ± 0,0149

\* Média de TBARS (mg/kg de amostra) do tratamento do Lote Controle (LC) e Lote Injetado (LI)

<sup>a-b</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste t de Student  $p \leq 0,05$ .

<sup>A-B</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste t de Student  $p \leq 0,05$ .

<sup>1</sup> Músculo resfriado a  $6 \pm 1^\circ\text{C}$

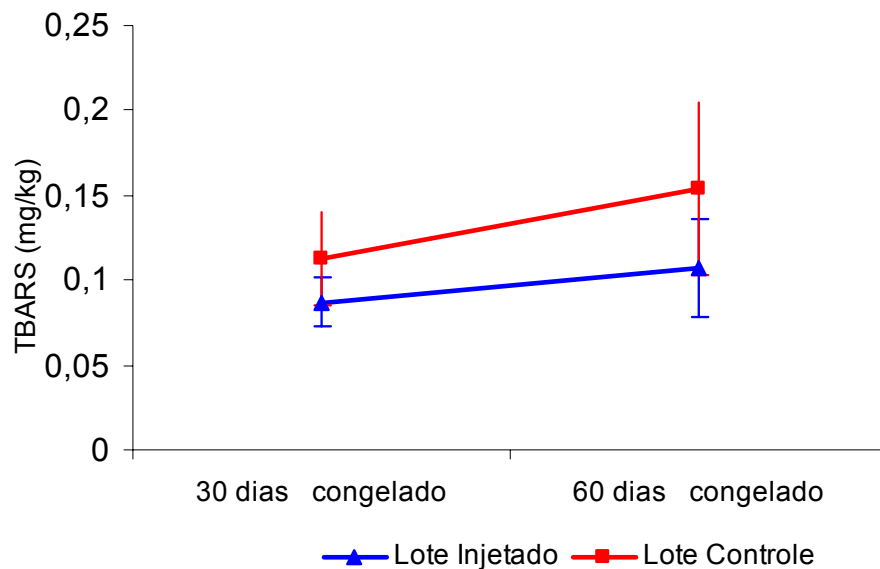


**Figura 8** – Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos na oxidação lipídica do músculo *Longissimus dorsi* resfriado.

Para verificar o efeito da injeção subcutânea da emulsão de ivermectina com vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos sobre a estabilidade lipídica do músculo *Longissimus dorsi* congelado, foram quantificadas as substâncias reativas ao TBA. O método de quantificação utilizado apresentou boa precisão, com recuperação de 86%. Os valores de TBARS do músculo *Longissimus dorsi* de LI e LC armazenados sob congelamento a -18°C por 30 e 60 dias estão ilustrados na Figura 9. Na Tabela 7 observa-se, que o LI apresentou valores de oxidação lipídica significativamente menor ( $p \leq 0,05$ ) do que as do LC no músculo submetido ao congelamento por 30 e 60 dias e a inibição da oxidação foi de 22,6% e 30,7%, respectivamente (WEBER *et al.*, 2005c, 2005e). Comparando os resultados de oxidação lipídica de cada tratamento ao longo do período de congelamento, observa-se que tanto LC e LI apresentaram maior valor de oxidação lipídica após 60 dias de armazenamento, porém não diferiu significativamente ( $p \leq 0,05$ ) dos resultados obtidos após 30 dias de armazenamento. Lynch *et al.* (1999) descreveram que a suplementação da dieta de bovinos com vitamina E aumentou a estabilidade lipídica no músculo *Longissimus dorsi* congelado.

Assim, observou-se que as vitaminas A e E, injetadas em bovinos atuaram parcialmente como antioxidantes na carne. Segundo Faustman *et al.* (1989)

a vitamina E quando suplementada posiciona-se com o anel cromanol localizado ao longo da porção polar dos fosfolipídios, permitindo que a sua cadeia fitol interaja com as cadeias acil graxos insaturados dos fosfolipídios, promovendo uma eficiente proteção contra a oxidação lipídica. A vitamina A, por sua vez atua através da extremidade hidrofóbica de sua cadeia, que seqüestra o oxigênio singlete e impede a formação de radicais peróxidos (Palace *et al.*, 1999).



**Figura 9** - Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos na oxidação lipídica do músculo *Longissimus dorsi* congelado.

**Tabela 7** – Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos na oxidação lipídica do músculo *Longissimus dorsi* congelado.

tratamento	30 dias <sup>1</sup>	60 dias <sup>1</sup>
LC*	0,1127 <sup>aA</sup> ± 0,0273	0,1538 <sup>aA</sup> ± 0,0505
LI*	0,0872 <sup>bA</sup> ± 0,0141	0,1066 <sup>bA</sup> ± 0,0289

\* Média de TBARS (mg/kg de amostra) do tratamento do Lote Controle (LC) e Lote Injetado (LI);

<sup>a-b</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste t de Student -  $p \leq 0,05$ .

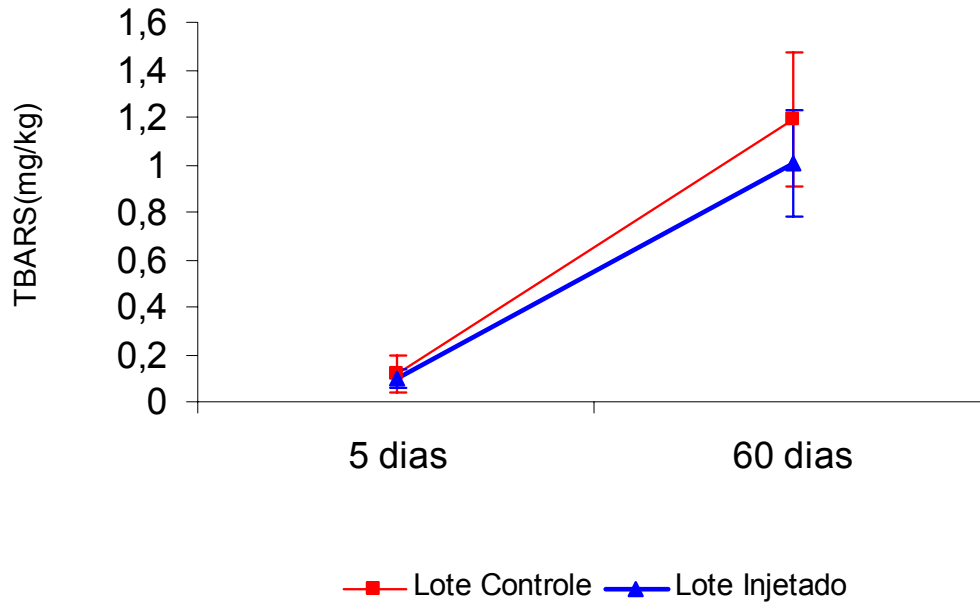
<sup>A-B</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste t de Student -  $p \leq 0,05$ .

<sup>1</sup> Músculo congelado a -18°C.

## 5.5 AROMA DE REQUENTADO DO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI*

Para verificar o efeito da injeção subcutânea da emulsão de ivermectina com vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos sobre a estabilidade lipídica do músculo *Longissimus dorsi* congelado foi efetuada a cocção e determinado o aroma de requentado. A determinação foi realizada através da quantificação das substâncias reativas ao TBA, em amostras congeladas a -18°C por 5 e 60 dias e os resultados estão ilustrados na Figura 10 e apresentados na Tabela 8. As amostras de LC e LI não apresentaram diferença significativa após período de congelamento de 5 e 60 dias e posterior cocção. Comparando os resultados de aroma de requentado para cada tratamento durante o armazenamento, observou-se que as amostras LC de 5 e 60 dias de armazenamento sob congelamento não apresentaram diferença significativa. Entretanto, LI apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre amostras de 5 e 60 dias de armazenamento.

Segundo Igene *et al.* (1979) *apud* Gray e Pearson (1984) o aroma de requentado é catalisado pelo íon  $Fe^{2+}$  proveniente da mioglobina. Nesta investigação, provavelmente a concentração de íons  $Fe^{2+}$  cataliticamente ativos não foi o suficiente para a formação do aroma de requentado das amostras analisadas, tanto de LI quanto de LC que continham antioxidantes suficientes para o controle da formação de radicais livres. Ao contrário de nossos resultados, Soares *et al.* (2004) verificaram que a suplementação com vitamina E na dieta de aves inibiu o desenvolvimento do aroma de requentado.



**Figura 10** – Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos sobre o aroma de requeijado do músculo *Longissimus dorsi* congelado.

**Tabela 8** – Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos sobre o aroma da requeijado do músculo *Longissimus dorsi* congelado.

tratamento	5 dias <sup>1</sup>	60 dias <sup>1</sup>
LC*	0,1177 <sup>aA</sup> ± 0,0800	1,1877 <sup>aA</sup> ± 0,2830
LI*	0,0947 <sup>aB</sup> ± 0,0406	1,0064 <sup>aA</sup> ± 0,2230

\* Média de TBARS (mg/kg de amostra) do tratamento do Lote Controle (LC) e Lote Injetado (LI).

<sup>a-b</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste t de Student  $p \leq 0,05$ .

<sup>A-B</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste t de Student  $p \leq 0,05$ .

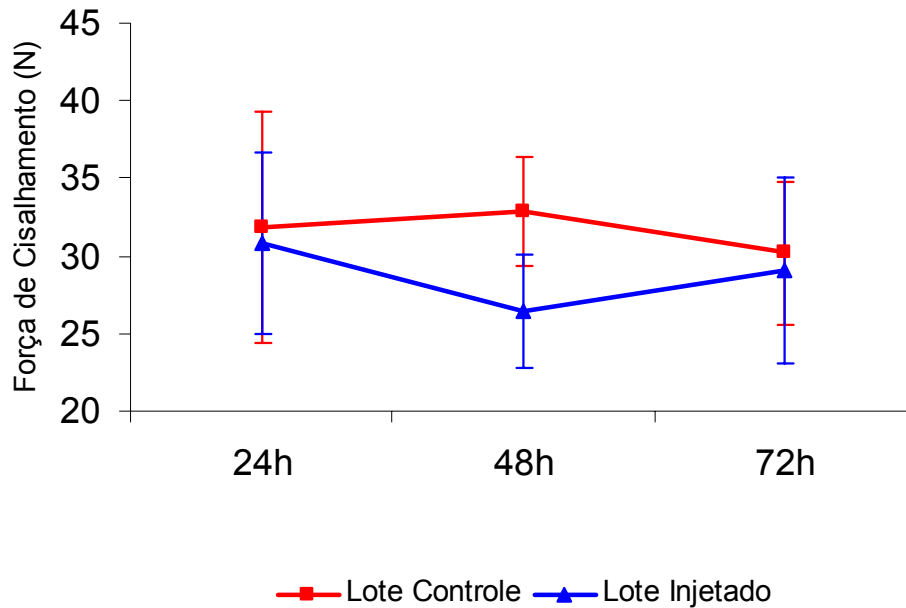
<sup>1</sup> Músculo congelado a -18°C.

## 5.6 MACIEZ DO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI*

### 5.6.1 Maciez do Músculo *Longissimus Dorsi* Resfriado

O efeito da injeção subcutânea da emulsão de ivermectina com vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos sobre a maciez do músculo *Longissimus dorsi* foi verificada através da determinação a força de cisalhamento e expressa em Newton. Os resultados da força de cisalhamento para o músculo *Longissimus dorsi* de LI e LC durante armazenamento sob refrigeração por 24, 48 e 72h estão ilustrados na Figura 11 e apresentados na Tabela 9. A força de cisalhamento das amostras refrigeradas por 24 e 72 h não apresentou diferença significativa entre LI e LC. Porém, as amostras de LI apresentaram valores de força de cisalhamento significativamente menor ( $p \leq 0,05$ ) em relação à LC quando o músculo foi submetido à refrigeração por 48 horas, ou seja ocorreu redução da força de cisalhamento de 19,6%. Montgomery *et al.* (2004a) verificaram que a quantidade diária de 500.000 UI de vitamina D<sub>3</sub> utilizada na suplementação na dieta animal causou efeito positivo na maciez de diversos músculos bovinos.

A redução da força de cisalhamento da carne foi atribuída ao efeito da suplementação com vitamina D<sub>3</sub> que provocou maior absorção do cálcio, ativando as calpaínas e promovendo o amaciamento da carne durante o período *postmortem* (TAYLOR E ETHERINGTON, 1999; SWANEK *et al.*, 1999; MONTGOMERY *et al.* 2000). Os íons Ca<sup>2+</sup> depositam próximos da linha Z, iniciando assim a degradação do sarcômero e conseqüentemente promovem o amaciamento da carne (WHIPPLE e KOOHMARAIE, 1993).



**Figura 11** - Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos na maciez do músculo *Longissimus dorsi* resfriado.

**Tabela 9** – Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos na maciez do músculo *Longissimus dorsi* resfriado.

tratamento	24 h <sup>1</sup>	48 h <sup>1</sup>	72 h <sup>1</sup>
LC*	31,8912 <sup>aA</sup> ± 7,4603	32,8697 <sup>aA</sup> ± 3,5434	30,1707 <sup>aA</sup> ± 4,6656
LI*	30,8553 <sup>aA</sup> ± 5,8662	26,4088 <sup>bA</sup> ± 3,6172	29,0871 <sup>aA</sup> ± 5,9819

\* Média de força de cisalhamento mensurado em Newton (N) do tratamento do Lote Controle (LC) e Lote Injetado (LI).

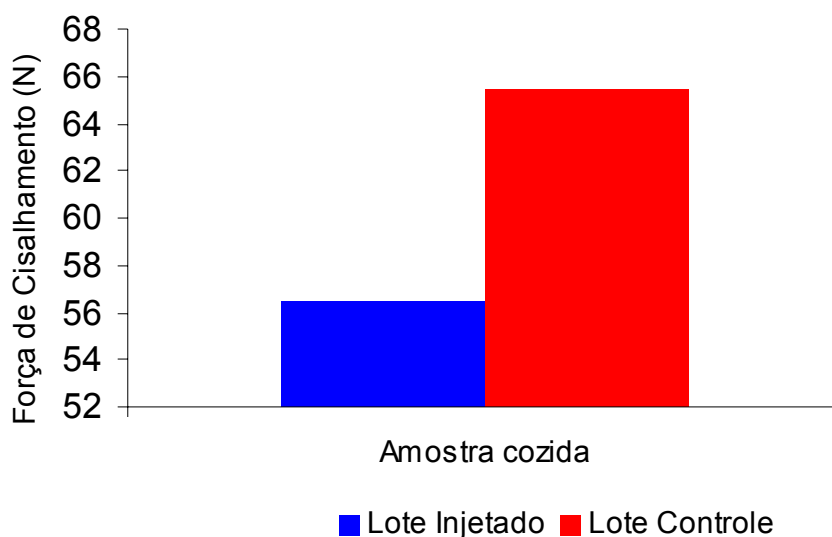
<sup>a-b</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste t de Student  $p \leq 0,05$ .

<sup>A-B</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste t de Student  $p \leq 0,05$ .

<sup>1</sup> Músculo resfriado a  $6 \pm 1^\circ\text{C}$ .

### 5.6.2 Maciez do Músculo Longissimus Dorsi Vozido

O efeito da injeção subcutânea da emulsão de ivermectina com vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos sobre a maciez do músculo *Longissimus dorsi* cozido foi verificada e determinada através da força de cisalhamento. Os resultados da força de cisalhamento para o músculo *Longissimus dorsi* congelado por 90 dias de LI e LC após o cozimento estão ilustrados na Figura 12 e apresentados na Tabela 10. O tratamento LI apresentou força de cisalhamento significativamente menor ( $p \leq 0,05$ ) do que o tratamento LC com de 13,6% (WEBER *et al.*, 2005b, 2005f). A suplementação de bovinos com vitamina D<sub>3</sub> também reduziu a força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* cozido (FOOTE *et al.* 2004). Karges *et al.*(2001); Montgomery *et al.* (2004ab, 2002, 2000); Boleman *et al.*(2004) também observaram o amaciamento da carne com o uso de suplementação animal com vitamina D<sub>3</sub>.



**Figura 12** – Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos na maciez do músculo *Longissimus dorsi* cozido.

**Tabela 10** - Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D3 e E em bovinos na maciez do músculo *Longissimus dorsi* cozido.

Tratamentos	Força de Cisalhamento (N)
	Cozidas
LC*	65,44 <sup>a</sup> ± 8,78
LI*	56,49 <sup>b</sup> ± 8,81

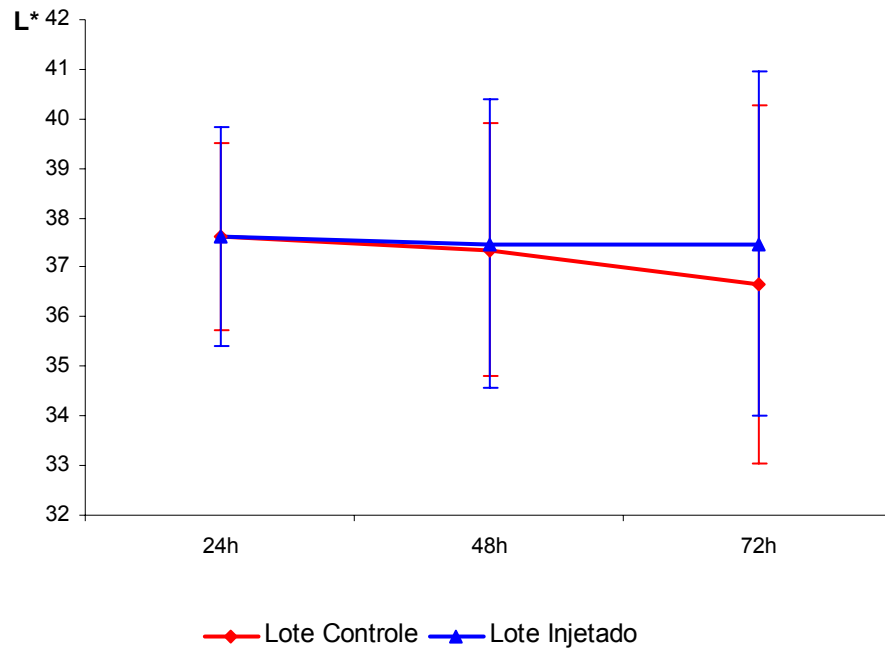
\* Média dos valores da força de cisalhamento do Lote Controle (LC) e Lote Injetado (LI) expressos em N=Newton

<sup>a-b</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste t de Student,  $p \leq 0,05$ .

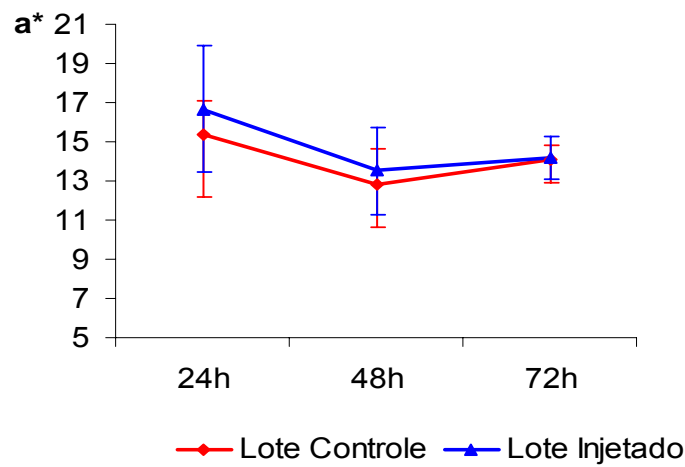
### 5.7 COR DO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI* REFRIGERADO

O método CIELAB foi utilizado para verificar o efeito da injeção subcutânea de vitaminas A, D<sub>3</sub> e E associadas com ivermectina em bovinos sobre a coloração do músculo *Longissimus dorsi* refrigerado. Os resultados obtidos através da obtenção dos valores de luminosidade (L\*), componente vermelho-verde (a\*) e componente amarelo-azul (b\*) para o músculo *Longissimus dorsi* de LI e LC durante armazenamento sob refrigeração por 24, 48 e 72h estão ilustrados nas Figuras 13, 14 e 15.

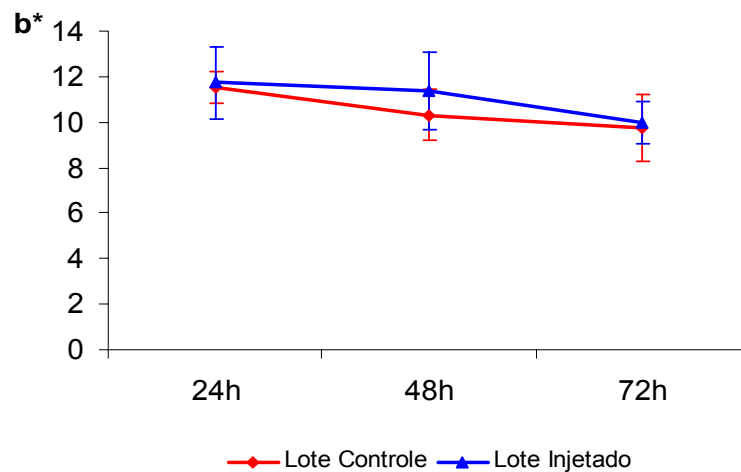
A cor da carne determinada através do método CIELAB não apresentou diferença de L\*, a\* e b\* entre LC e LI. Os resultados sugerem que a injeção subcutânea da emulsão ivermectina suplementada com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E não apresentou algum efeito sobre a estabilidade da cor do músculo *Longissimus dorsi* (Tabela 11). Dufrasne *et al.* (2001) e Realini *et al.* (2004) descreveram que o efeito da suplementação com vitaminas, em especial a vitamina E, não resultou na estabilidade da cor na carne. Porém, Augustini *et al.* (1998) e Denhertogmeichke *et al.* (1997), ao utilizarem vitamina E na suplementação de bovinos, obtiveram maior estabilidade na cor, além de outros efeitos positivos na qualidade da carne. Montgomey *et al.* (2004b) observaram que a coloração da carne não variou com relação ao teor de vitamina D<sub>3</sub> suplementada ao animal, porém verificaram que entre raças *bos indicus* e *bos taurus* ocorreu diferença de coloração vermelha.



**Figura 13** - Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos sobre a luminosidade do músculo *Longissimus dorsi* resfriado.



**Figura 14** - Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos sobre a cor do componente vermelho-verde do músculo *Longissimus dorsi* resfriado.



**Figura 15** - Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos sobre a cor o componente amarelo-azul do músculo *Longissimus dorsi* resfriado.

**Tabela 11** – Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos na coloração do músculo *Longissimus dorsi* resfriado.

Tratamento <sup>1</sup>	Cor L*		
	24h	48h	72h
LC <sup>1</sup>	37,62 <sup>aA</sup> ± 1,88	37,36 <sup>aA</sup> ± 2,57	36,65 <sup>aA</sup> ± 3,61
LI <sup>1</sup>	37,63 <sup>aA</sup> ± 2,21	37,47 <sup>aA</sup> ± 2,91	37,48 <sup>aA</sup> ± 3,47
Cor a*			
	24h	48h	72h
LC <sup>1</sup>	15,41 <sup>aA</sup> ± 1,68	12,83 <sup>aB</sup> ± 1,83	14,08 <sup>aA</sup> ± 0,77
LI <sup>1</sup>	16,68 <sup>aA</sup> ± 3,23	13,53 <sup>aA</sup> ± 2,23	14,18 <sup>aA</sup> ± 1,13
Cor b*			
	24h	48h	72h
LC <sup>1</sup>	11,55 <sup>aA</sup> ± 0,68	10,32 <sup>aB</sup> ± 1,13	10,12 <sup>aB</sup> ± 1,18
LI <sup>1</sup>	11,73 <sup>aA</sup> ± 1,59	11,38 <sup>aA</sup> ± 1,00	9,99 <sup>aA</sup> ± 0,94

<sup>1</sup> Média dos valores do Lote Controle (LC) e Lote Injetado (LI) resfriados a 6 ± 1°C.

<sup>a-b</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, para cada parâmetro analisado, diferem significativamente pelo teste t de Student, p ≤ 0,05.

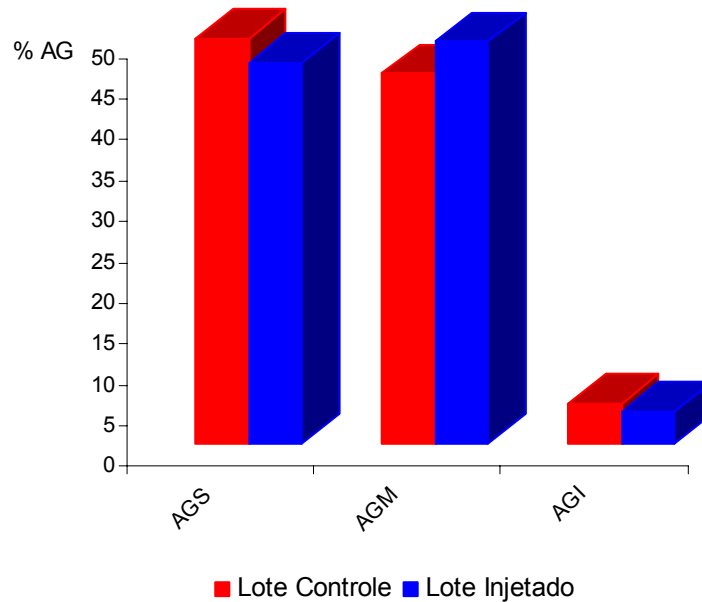
<sup>A-B</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, para cada parâmetro analisado, diferem significativamente pelo teste t de Student, p ≤ 0,05.

L\* = luminosidade; a\* = intensidade de vermelho-verde; b\* = intensidade de amarelo-azul

## 5.8 COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS DO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI* CONGELADO

O efeito da injeção subcutânea da emulsão de ivermectina com vitaminas A, D<sub>3</sub> e E, foi verificada sobre o perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* congelado. Os resultados obtidos através de análise de cromatografia gasosa estão ilustrados na Figura 16 e apresentados na Tabela 12. O teor de ácidos graxos saturados, ácidos graxos monoinsaturados e polinsaturados não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Em estudo realizado

por Souza (2001), a suplementação de suínos com vitamina E não influenciou a composição dos ácidos graxos.



**Figura 16** - Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos sobre a composição de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi*

**Tabela 12** – Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos no conteúdo de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi*.

Tratamento <sup>1</sup>	AGS*	AGM**	AGPI***
LC	50,08 <sup>a</sup> ± 10,37	45,79 <sup>a</sup> ± 13,22	4,12 <sup>a</sup> ± 0,76
LI	47,13 <sup>a</sup> ± 9,98	49,77 <sup>a</sup> ± 14,37	3,09 <sup>a</sup> ± 0,49

<sup>1</sup> Porcentagem de ácidos graxos em relação ao conteúdo total de ácidos graxos identificados do Lote Controle (LC) e Lote Injetado (LI) congelados -18°C.

<sup>a-b</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, para cada parâmetro analisado, diferem significativamente pelo teste t de Student, p≤0,05.

\* AGS – ácidos graxos saturados

\*\*AGM – ácidos graxos monoinsaturados

\*\*\*AGPI – ácidos graxos poliinsaturados

Os ácidos graxos presentes no músculo *Longissimus dorsi* estão apresentados na Tabela 13. Os ácidos graxos I16:0, I17:0 apresentaram diminuição significativo no LI em relação ao LC. Os demais ácidos graxos identificados não apresentaram diferença entre os lotes. Os níveis de ácidos graxos obtidos foram similares aos resultados obtidos por Padre *et al.* (2006) e Ruiz *et al.* (2005) em bovinos mestiços castrados. Observa-se que os ácidos graxos presentes no músculo *Longissimus dorsi* congelados de bovinos foram bastante diversificados, com a presença de ácidos graxos iso e ante-iso e, principalmente a presença de grande proporção de isômeros de CLAS (Tabela 13). Esta diversificação pode ser explicada, pelo processo de bio-hidrogenação que ocorre no rúmen dos bovinos e favorece a presença de CLAS em ruminantes (Tamminga e Doreau, 1991).

**Tabela 13** – Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos na composição de ácidos graxos do músculo Longissimus dorsi.

Ácidos Graxos	Lote Controle (LC)	Lote Injetado (LI)
14:0	1,8796±0,0672 <sup>a</sup>	2,0424±0,1577 <sup>a</sup>
ISO15:0	0,3445± 0,1280 <sup>a</sup>	0,3702±0,0418 <sup>a</sup>
15:0	0,2197± 0,0075 <sup>a</sup>	0,2136±0,0112 <sup>a</sup>
15:1 n 10	0,4120±0,0502 <sup>a</sup>	0,4047±0,0440 <sup>a</sup>
ISO16:0	0,2530±0,0091 <sup>a</sup>	0,2096±0,0045 <sup>b</sup>
16:0	25,9054±0,5947 <sup>a</sup>	26,3780±1,0621 <sup>a</sup>
16:1 n 7	2,7531±0,5289 <sup>a</sup>	3,6005±0,1952 <sup>a</sup>
ISO 17:0	0,6630±0,0348 <sup>a</sup>	0,4860±0,0147 <sup>b</sup>
17:0	1,0565±0,1416 <sup>a</sup>	0,8570±0,0146 <sup>a</sup>
17:1 n 10	0,7867±0,0533 <sup>a</sup>	0,7635±0,0171 <sup>a</sup>
18:0	19,7657±2,9987 <sup>a</sup>	16,5753±0,5853 <sup>a</sup>
18:1 T 11	0,4119 ±0,4746 <sup>a</sup>	0,2308±0,1634 <sup>a</sup>
18:1 n 9	40,2877±3,2382 <sup>a</sup>	43,7614±0,9124 <sup>a</sup>
18:1 n 7	0,7513±0,0090 <sup>a</sup>	0,6730±0,0865 <sup>a</sup>
18:1 c 15	0,2783± 0,0595 <sup>a</sup>	0,2843±0,0049 <sup>a</sup>
18:2 n 6	2,2452±0,4698 <sup>a</sup>	1,4686±0,3276 <sup>a</sup>
18:3 n 3	0,5483±0,0058 <sup>a</sup>	0,4422±0,0523 <sup>a</sup>
18:2 C 9T 11	0,4237±0,0330 <sup>a</sup>	0,5866±0,1105 <sup>a</sup>
20:5 n 3 (EPA)	0,5834±0,0360 <sup>a</sup>	0,3471±0,2376 <sup>a</sup>
22:1 n 7	0,0335±0,0128 <sup>a</sup>	0,0196±0,0025 <sup>a</sup>
22:5 n 6	0,0486±0,0113 <sup>a</sup>	0,0430±0,0117 <sup>a</sup>
22:5 n 3	0,2399±0,0120 <sup>a</sup>	0,1815±0,0798 <sup>a</sup>
24:1 n 9	0,0788±0,0360 <sup>a</sup>	0,0371±0,0383 <sup>a</sup>
22:6 n 3 (DHA)	0,0299±0,0072 <sup>a</sup>	0,0242±0,0113 <sup>a</sup>

<sup>1</sup> Porcentagem de ácidos graxos em relação ao conteúdo total de ácidos graxos identificados do Lote Controle (LC) e Lote Injetado (LI) congelados -18°C.

<sup>a-b</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, para cada ácido graxo analisado, diferem significativamente pelo teste t de Student, p≤0,05.

O ácido oléico (18:1 n-9) apresentou concentração de 43,76% no LI e 40,28% no LC. Este ácido graxo tem influência na concentração de colesterol – HDL (lipoproteína de alta densidade) no sangue de humanos e diminui o nível de colesterol LDL (lipoproteína de baixa densidade) (Katan *et al.*, 1994). O colesterol LDL é relacionado com a incidência de doenças cardiovasculares em humanos, portanto a produção de carne bovina rica em ácido oléico poderia ser utilizada no combate a doenças cardiovasculares.

O teor de ácidos graxos ômega-3, ômega-6 e ômega-9 presentes no músculo *Longissimus dorsi* está apresentado na Tabela 14 e Figura 17. O teor de ácidos graxos ômega-3, ômega-6 e ômega-9 entre LI e LC não apresentou diferença. A proporção de ingestão humana de ácidos graxos ômega-3 e ômega-6 recomendado pelo FDA e pela OMS é de 1:5 a 1:10. A proporção encontrada no músculo *Longissimus dorsi* foi de 1:1,64 para LC e 1:1,52 para LI. Esta proporção é maior que a recomendada, porem segundo Maillard *et al.* (2002) a razão de 1:1 é indicada para a redução de risco de câncer, pois ocorre a redução do colesterol LDL e de triglicérides. A proporção de ômega-3 e ômega-9 foi maior que a recomendada que é de 1:1, esta relação foi de 1: 28,8 no LC e 1:44,1 no LI. Uma elevada proporção de ômega-3 e ômega-9 provoca a inibição, pelo ômega-9, da atuação do ômega-3 sobre o colesterol LDL e os triglicérides (MAILLARD *et.al.*, 2002).

**Tabela 14** – Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos no conteúdo de ácidos graxos ômega 3, 6 e 9, e ácidos linolêicos conjugados do músculo *Longissimus dorsi*.

Tratamento*	n3 <sup>1</sup>	n6 <sup>2</sup>	n3/n6 <sup>3</sup>	n9 <sup>4</sup>	CLAS <sup>5</sup>
LC	1,40 <sup>a</sup> ± 0,26	2,29 <sup>a</sup> ± 1,55	0,61	40,36 <sup>a</sup> ± 28,43	0,42 <sup>a</sup> ± 0,12
LI	0,99 <sup>a</sup> ± 0,21	1,51 <sup>a</sup> ± 1,00	0,65	43,80 <sup>a</sup> ± 30,91	0,58 <sup>a</sup> ± 0,18

\* Porcentagem de ácidos graxos em relação ao conteúdo total de ácidos graxos identificados do Lote Controle (LC) e Lote Injetado (LI) congelados -18°C.

<sup>a-b</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem significativamente pelo teste t de Student, p≤0,05.

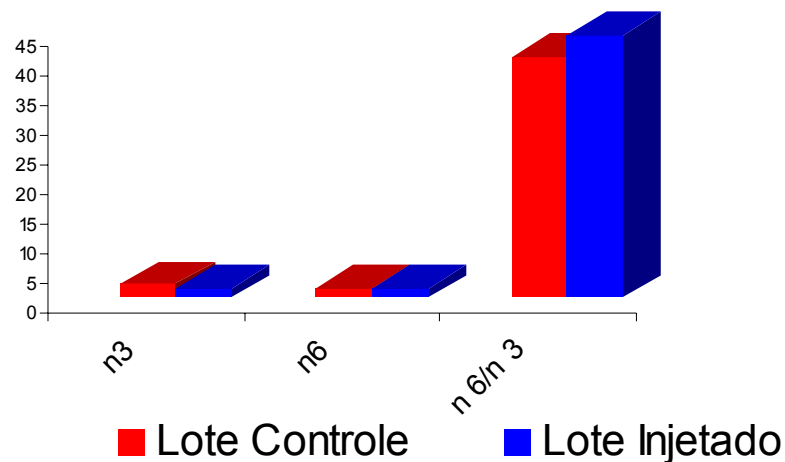
<sup>1</sup> n3 – ácidos graxos ômega 3

<sup>2</sup> n6 – ácidos graxos ômega 6

<sup>3</sup> n3/n6 – razão entre ácidos graxos ômega 3 e ômega 6

<sup>4</sup> n9 – ácidos graxos ômega 9

<sup>5</sup> CLAs – ácido linolêico conjugado



**Figura 17** - Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos no conteúdo de ácidos graxos ômega 3, 6 e 9, e ácidos linolêicos conjugados do músculo *Longissimus dorsi*.

### 5.9 TEOR DE VITAMINAS A, D<sub>3</sub> E E NO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI*

Para verificar o efeito da injeção subcutânea de vitaminas A, D<sub>3</sub> e E associadas com ivermectina em bovinos sobre a quantidade de vitaminas A, D<sub>3</sub> e E absorvidas pelo músculo *Longissimus dorsi* foram determinados suas respectivas quantidades e os resultados são apresentados na Tabela 15. O teor de vitamina A não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. O LC apresentou quantidade de vitamina E significativamente menor ( $p \leq 0,05$ ) que o LI (WEBER *et al.*, 2005e). A concentração de vitamina E e a Vitamina A no músculo, possivelmente foram as responsáveis pela inibição parcial da oxidação lipídica do músculo *Longissimus dorsi*. A vitamina D<sub>3</sub> não foi detectada pela metodologia utilizada, pois a sua quantidade presente no músculo foi inferior a 5,00 mcg/100g de amostra analisada. Provavelmente a vitamina D<sub>3</sub> atuou sobre a maciez do músculo *Longissimus dorsi*.

**Tabela 15** – Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos na quantidade de vitaminas presentes no músculo *Longissimus dorsi*.

Tratamento	Vit A – Retinol (mcg/100g)	Vit E - $\alpha$ -tocoferol (mg/100g)	Vit D <sub>3</sub> – colecalciferol (mcg/100g)
LC	1,77 <sup>a</sup> $\pm$ 0,29	0,11 <sup>b</sup> $\pm$ 0,01	nd < 5,00
LI	1,45 <sup>a</sup> $\pm$ 0,21	0,19 <sup>a</sup> $\pm$ 0,01	nd < 5,00

<sup>a-b</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna, diferem significativamente pelo teste t de Student,  $p \leq 0,05$ .

### 5.10 TEOR DE CÁLCIO NO MÚSCULO *LONGISSIMUS DORSI*

O efeito da injeção subcutânea de vitaminas A, D<sub>3</sub> e E associadas com ivermectina em bovinos sobre a quantidade de cálcio presente no músculo *Longissimus dorsi* foi determinado e os resultados estão apresentados na Tabela 16. A quantidade de cálcio presente no músculo não apresentou diferença entre os

tratamentos. Estes valores estão de acordo com os valores preconizados pelo USDA (2006) que indica valores de 5 a 6 mg/100g para carnes bovinas. Já Dutra-de-Oliveria (1998) relata valores de 11 mg/100g. A adição de vitamina D<sub>3</sub> por até 6 dias, na dieta de bovinos, não alterou a concentração de cálcio, e resultados obtidos entre 5,28 e 5,54mg/100g (LAWRENCE, *et al.*, 2006) e corroboram os valores apresentados anteriormente.

**Tabela 16** – Efeito da injeção subcutânea de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos na quantidade de cálcio do músculo *Longissimus dorsi*.

Tratamentos	Cálcio (mg/100g)
LC	5,70 <sup>a</sup> ± 1,37
LI	6,31 <sup>a</sup> ± 1,14

<sup>a-b</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste t de Student, p≤0,05.

## 6 CONCLUSÃO

As vitaminas A, D<sub>3</sub> e E não apresentaram alterações na composição química, cor e pH do músculo *Longissimus dorsi* resfriado por 24, 48 e 72 horas comparado ao lote que não recebeu tratamento.

No músculo *Longissimus dorsi* congelado, o teor de vitaminas A não apresentou diferenças entre os lotes, a vitamina E apresentou maior teor no LI, e a vitamina D<sub>3</sub> não foi detectada pelo método.

A injeção subcutânea da emulsão de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos, inibiu a oxidação lipídica em 22,6%, aumentou a maciez em 19,6% no músculo *Longissimus dorsi* refrigerado 48 horas *postmortem*, em relação ao lote que não recebeu tratamento.

A injeção subcutânea da emulsão de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos, inibiu a oxidação lipídica em 22,6% e 30,7%, no músculo *Longissimus dorsi* congelado por 30 e 60 dias, respectivamente, em relação ao lote que não recebeu tratamento.

A injeção subcutânea da emulsão de ivermectina com as vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos aumentou a maciez em 13,6%, no músculo *Longissimus dorsi* congelado por 90 dias e cozido comparado ao lote que não recebeu tratamento.

O perfil de ácidos graxos, o cálcio e o aroma de requentado do músculo *Longissimus dorsi* congelado não alteraram com a injeção de vitaminas A, D<sub>3</sub> e E em bovinos.

## REFERÊNCIAS

AKIO O.; MARUO Y.; MIKI, T; YAMASAKI, T.; SAITO, T. Influence of Vitamin A on the Quality of Beef from the Tajima Strain of Japanese Black Cattle. **Meat Science**, v. 1/2, p. 159-167, 1997.

**AOAC** - Oficial Methods of Analysis, International, Gaithers-. burg, MD, 2000. AOAC Method 981:17

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos – teoria e prática**. 2ª ed. Viçosa-MG: UFV, 1999.

AUGUSTINI, C.; SCWARTZ, F.J.; KIRCHGESSNER, M. Improvement of the quality of beef dietary vitamin E supplementation in the finishing period of young bulls. 2. Color, fat stability and drip loss. **Fleischwirtschaft**, v. 78, n.3, p. 208-215, 1998

BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**. V.70, p.15-29, 2001.]

BEALIEU, A.D.; DRACKLEY, J.K.; MERCHEN, N.R. Concentrations of conjugated linoleic acid (cis-9, trans-11-octadecadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed high-concentrate diet supplemented with soybean oil. **Journal of Animal Science**, v. 80, p.847-861, 2002.

BLEZINGER, S.B. Small vitamin imbalances can be critical. **Walden Farms – Cattle Today online**, June 2001.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Química do processamento de alimentos**. 2ªed. São Paulo: Varela, 1992.

BOLEMAN, C.T., McKEMNA, W.S., RAMSEY, W. S., PEEL, R.K., SAVELL, J.W. Influence of feeding vitamin D3 and aging on the tenderness of four lamb muscles. **Meat Science**, v.67 p. 185-190, 2004.

BONDI, A.A. **Nutricion animal**. Zaragoza; Acribia. p. 244-250, 1998.

BROADHURST, C.L.; CUNNANE, S.C.; CRAWFORD, M.A. Rift valley lake fish and shell fish provided brain-specific nutrition for early Homo. **British Journal of Nutrition**, v.2, p.757-761, 1998.

BRUBACHER, G., MULLER-MULOT, W. & SOUTHGATE, D. A. T. Vitamin E (only  $\alpha$ -tocopherol) in foodstuffs: HPLC method. In *Methods for the Determination of Vitamins in Food*. **Applied Science**. pp. 97-106, 1985.

BUCKLEY, D.J.; MORRISEY, P.A.; GRAY, J.I. Influence of dietary vitamin E on oxidative stability and quality of pig meat. **Journal of Animal Science**. V. 73, p. 3122-3130, 1995.

BUSTABAD, O.M. Weight loss during freezing and the storage of frozen meat. **Journal of Food Engineering**, v. 41, p. 1-11, 1999.

COHEN, M., ROBINSON, R.S., BHAGAVAN, H. Antioxidants in dietary lipids. In: CHOW, C.K. **Fatty acids in foods and their health implications**. New York: Marcel Dekker, 2000.

COMBS, G.F.J., *The Vitamins. Fundamental Aspects In Nutrition and Health*. **Academic Press**, San Diego, p. 618, 1998.

CORL, B.A.; BAUMGARD, L.H.; DWYER, D.A.; GRINARI, J.M.; PHILIPS, B.S.; BAUMAN, D.E. The role of delta-9-desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA and other delta-9 desaturated fatty acids in milk fat. **Journal of Dairy Science**. V.83, supp.1, .164. 2000.

CRACKEL, R.L., GRAY, J.I., BOOREN, A.M., PEARSON, A.M., BUCKELY, D.J. Effect of antioxidants on lipid stability in restructured beef steaks. **Journal of Food Science**, v.53, n. 2. p. 656, 1988.

CROUSE, J.D.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M.; KOOMARAIE, M.; SEIDEMAN, C. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Journal of Animal Science**, v.67, p.2661-2668, 1989.

DenHERTOGMEISCHKE, M.J.A.; SMULDERS, F.J.M.; HOUBEN, J.H.; IKELENBOOM, G. The effect of dietary vitamin E supplementation on drip loss bovine Longissimus lumborum, Psoas major and Semitendinosus muscles. **Meat Science**, v. 45, n.2 p. 165-160, 1997.

DOMENE, S. M.A., A contribuição da carne bovina para uma alimentação saudável. Disponível no site: <http://www.sic.org.br/PDF/Contribuicaodecarne.pdf> capturado em 27/05/2005.

DRANSFIELD, E. Modeling pos-mortem tenderization – IV: Role of calpains and calpastatina in conditioning. **Meat Science**. V.34 p.217-234, 1993.

DUFRASNE, C.; MARCHE, A.; CLINQUART, J.L.; HORNICK, C.; VAN EENAEME, L. Effects of dietary vitamin E supplementation on performance and meat characteristics in fattening bulls from the Belgian Blue breed. **Livestock Production Science**, v. 65, p. 197-201, 2001.

DUNSHEA, T.R.; OSTROWSKA, E.; MURILITARAM, M.; CROSS, R.; BAUMAN, D.E., PARIZA, M.W.; SKARIE, C. Dietary conjugated linoleic acid decrease back fat in finisher gilts. *Journal Animal Science*. V.76, supp.1, 1998.

DUTRA-DE-OLIVEIRA, J.E., MARCHINI, J.S.. **Ciências Nutricionais**. Sarvier ed. São Paulo, 1998.

FAUSTMAN, C.; CASSENS, R.G.; SCHAEFER, D.M.; BUEGE, D.R.; SCHELLER, K.K.; WILLIAMS, S.N. Improvement of pigment and lipid stability in Holstein steer beef by dietary supplementation with vitamin E. **Journal of Food Science**, v. 54, p. 858-862, 1989.

FOOTE, M.R., HORST, R.L., HUFF-LONERGAN, E.J., TRENKLE, A.H. PARRISH, F.C.Jr., BEITZ, D.C. The use of vitamin D<sub>3</sub> and its metabolites to improve beef tenderness. **Journal of Animal Science**, v.82, p. 242, 2004.

FORMANEK, Z. KERRY, J.P.; HIGGINS, F.M.; BUCKLEY, D.J., MORRISEY, P.A.; FARKAS, J. Addition of synthetic and natural antioxidants and packaging on lipid oxidation. **Meat Science**, v. 58, p. 337-341, 2001.

FORREST, J.C., ABERLE, E.D., HEDRICK, H.B., JUDGE, M. D., MERKEL, R. A. **Fundamentos de ciencia de la carne**. Editora Acribia, Zaragoza. 1979.

GAGLEAZZI U. A.; GARCIA F. T.; BLISKA, F. M. M; ARIMA, H. K. Caracterização do Consumo de Carnes no Brasil. **Revista Nacional da Carne**, 310 ed., dezembro de 2002. São Paulo. Disponível no site: [www.dipemar.com.br](http://www.dipemar.com.br) capturado em: 13/09/2004.

GRAY, J. I., GOMAA, E. A., & BUCKLEY, D. J.. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, 43, S111–S123. 1996.

GUARNIERI, P.D.; SOARES, A.L.; OLIVO, R.; SCHNEIDER, J.P.; MACEDO, R.M.; IDA, E.I.; SHIMOKOMAKI, M. Preslaughter handling with water shower spray inhibits PSE (Pale, Soft, Exsudative) broiler breast meat in a commercial plant. Biochemical and ultrastructural observations. **Journal of Food Biochemistry**, v.28 n.3, p. 269-277, 2004.

HILL, G.M.; WILLIAMS, S.E. **Vitamin and effects on performance of growing-finishing beef cattle and meat quality**. 1995a Disponível no site: [http://www.ads.uga.edu/annrpt/1995/95\\_025.htm](http://www.ads.uga.edu/annrpt/1995/95_025.htm) capturado em 08/05/2004.

HILL, G.M.; WILLIAMS, S.N.; WILLIAMS, S.E.; McDOWELL, L.R.; WILKINSON, N.; MULLINIX, B.E. **Vitamin A And Vitamin E Fed At High Levels In Steer Feedlot Diets: Tissue Alpha-Tocopherol And Performance**. 1995b. Capturado do site: [http://www.ads.uga.edu/annrpt/1995/95\\_038.htm](http://www.ads.uga.edu/annrpt/1995/95_038.htm), em 08/05/2004

HORNSTRA, G.; AI, M. D.M.; VON HOUWELINGEN, A.C.; FOREMAN-VAN DORGELEN, M.M.H.P. Essential fatty acids in pregnancy and early human development. **European Journal of obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology**. V.61, p.57-62, 1995.

I.A.L. – Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 3 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz. 533p., volume 1, 1985.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2005. Available in: <http://www.ibge.gov.br>, captured at 21/09/2005.

IGENE, J.O. and PEARSON, M.A. Role of phospholipids and triglycerides in warmed-over flavor development in meat model systems. **Journal of Food Science**. v.44, p. 1285. 1979.

ISO, **INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION**. Animal and vegetable fats and oils preparation of methyl esters of fatty acids. Geneve: ISO. Method ISO 5509, p. 01-06, 1978.

JIANG, S.T. Contribution of muscle proteinases to meat tenderization. **Proceedings of the National Science Council, ROC**. Part B: Life of Sciences. V. 22. No.3 p. 97-107, 1998.

JIANG, S.T. LEE, J.J., CHEN, H.C. Proteolysis of Actomyosin by cathepsins B, L, L-like and X from mackerel (*Scomber antralicus*). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.44, p.769773, 1996.

JOHNSON, D.D.; HUFFMAN, R.D.; WILLIAMS, S.E.; HARGROVE, D.D. Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age-season of feeding and slaughter and point on meat palatability and muscle characteristics. **Journal of Animal Science**, v.68. p.1980-1986. 1990.

KARGES, K., BROOKS, J.C., GILL, D.R., BREAZILE, J.E., OWNES, F.N., MORGAN, J.B. Effects of supplemental vitamin D<sub>3</sub> on feed intake, carcass characteristics, tenderness, and muscle properties of beef steers. **Journal of Animal Science**, v.79, p. 2844, 2001.

KATAN, M.B., SOCK, P.L., MENSINK, R.P. Effects of fats and fatty acids on blood lipids in humans: an review. **American Journal clinical Nutrition**. v.60, sup 1, p. 1017, 1994.

KOOHMARAIE, M. The role of the neutral proteinases in post-mortem muscle protein degradation and meat tenderness. **Reciprocal Meat Conference**, v.45, p.63-71, 1993.

KOOHMARAIE, M., CROUSEM H.J., MERSMANN, H.J. Acceleration of *postmortem* tenderization in ovine carcasses through infusion of calcium chloride: effect of concentration and ionic strength. **Journal of Animal Science**, v.67, p.934-942, 1989.

KRAUSE, M.V., **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. São Paulo: Roca, 1995.  
LAWRENCE, R.W., DOYLE, J., ELLIOTT, R., LOXTON, I., McMEMIMAN, J.P., NORTON, B.W., REID, D.J., TUME, R.W. The efficacy of a vitamin D-3 metabolite for improving the myofibrillar tenderness of meat from *Bos indicus* cattle. **Meat Science** V. 72, sup. 1. p 69. 2006.

LIU, Q.; LANARI, C.; SCHAEFER, D.M. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. **Journal of Animal Science**. v. 73, p.3131-3140, 1995.

LYNCH, M.P.; KERRY, J.P.; BUCKLEY, D.J.; FAUSTMAN, C.; MORRISSEY, P.A. Effect of dietary vitamin E supplementation on the color and lipid stability of fresh, frozen and vacuum-packaged beef. **Meat Science**, v.52, p. 95-99, 1999.

MAILLARD, V., BOURGNOUZ, P., FERRARI, P., JOURDAN, M., PINAULT, M., LAVILLONNNNIERE, F., BODY, G., FLOCH, O., CHAJES, V. N-3 and N-6 fatty acids in breast adipose tissue and relative risk of breast cancer in a case. Control study in Tours, France. **International Journal of cancer**. v.98, sup 1, p. 78, 2002.

MANZ, U., PHILIPP, K. A method for the routine determination of tocopherols in animal feed and human foodstuffs with the aid of high performance liquid chromatography. **International Journal of Vitamin and Nutrition**. v.51, p. 342. 1981.

McDOWELL, L.R.; WILLIAMS, S.N.; HIDIROGLOU, N.; NJERU, C.A.; HILL, G.M., OCHO, L.; WILKINSON, N.S. Vitamin E supplementation for ruminant. **Animal Feed Technology**, v.60, p. 273-296, 1996.

MONTGOMERY, J.L.; PARRISH, Jr., BEITZ, D.C., HORST, R.L. The use of vitamin D3 to improve beef tenderness. **Journal of Animal Science**, 78, 2615, 2000.

MONTGOMERY, J.L.; CARR, M.A.; KERTH, C.R.; HILTON, C.G.; PRICE, B.P. GALYEAN, M.L.; HORST, R.L.; MILLER, M.F. Effect of vitamin D<sub>3</sub> supplementation level on the postmortem tenderization of beef from steers. **Journal of Animal Science**, 80, 971, 2002.

MONTGOMERY, J.L.; KING, M.B.; GENTRY, J.G. Supplemental vitamin D3 concentration and biological type of steers. II. Tenderness, quality, and residues of beef. **Journal of Animal Science**, 82, 2092, 2004(a).

MONTGOMERY, J.L.; GALYEAN, M.L.; HORST, K.J.; *et al.* Supplemental vitamin D<sub>3</sub> concentration and biological type of steers. I. Feedlot performance and carcass traits. **Journal of Animal Science**, 82, 2050, 2004(b).

MORRISEY, P.A., SHEEHY, P.J.A., GALVIN, K.; KERRY, J. P., BUCKLEY, D. L., Lipid stability in meat and meat products. **Meat Science**, v. 49, p s73 – s86, 1998.

NEWTON, I. E SNYDER, D. Nutritional aspects of long-chain omega-3 fatty acids and their use in bread enrichment. **Cereal Foods World**, v.42, n.3, p.126-131, 1997.

NDONG, T.B., KANE, Y., BA, M.A., SANE, I., SUTRA, J.F., ALVINERIE, M. Pharmacokinetics of ivermectin in zebu Gobra (*Bos indicus*). **Veterinary Parasitology**, v.128, p.169-173, 2005.

O'CONNOR, S.F., TATUM, J.D., WULF, D.M., GREEN, R.D., SMITH, G.C. Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 1822-1830, 1997.

OKLAHOMA, USA 1995 - **STATISTICA** versão 5.0

PADRE, R.G. **Ácido linléico conjugado no musculo *Longissimus dorsi* de bovinos terminados em pastagem**. Dissertação de mestrado em química – Universidade Estadual de Maringá – PR. 2006.

PALACE, V.P., KHAPER, N., QIN, Q., SINGAL, P.K.; Antioxidant potential of vitamin A and carotenoids and their relevance to heart disease. **Free Radical Biology & Medicine**. V. 26 nos. 5/6 p. 746 – 761, 1999.

PARDI, M.C., SANTOS, I. F., SOUZA, E. R., PARDI, H. S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da carne**. 1ª edição. Editora EDUFF, Goiânia, 1995.

PARIZA, M. W. and HA, Y.L. Conjugated dienoic of linoleic acid: a new class of anticarcinogenc. **Medical Oncology Tumor Pharmacotherapy**. v.7, p.169-171. 1990.

PEDREIRA, A.C.M.S., **Características qualitativas do músculo longissimus dorsi de animais *Bos indicus* tratados com vitamina D<sub>3</sub>**. Tese de doutorado - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” de São Paulo. São Paulo, 2002.

POMERANZ, Y.; MELOAN, C. **Foods analysis theory and practice**. 3ª ed. New York: Chapman & Hall, 1994.

PRINGLE, T.D.; WILLIAMS, S.E.; LAMB, B.S.; JOHNSON, D.D.; WEST, R.L. Carcass characteristics the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. **Journal of Animal Science**. v. 75. p. 2955-2961, 1997.

REALINI, C.E.; DUCKETT, S.K.; BRITO, G.W., DALLA RIZZA, M., MATTOS, D. De. Effect of pasture vs. Concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. **Meat Science**, v. 66, p. 567-577, 2004.

RENTFROW, G.K.; BERGER, L.; CARR, T.; McKEITH, F.; BREWER, M.S.; BERG, E.P. The effects of feeding levels of vitamins D3 and beef *longissimus* tenderness. **Journal of Animal Science**, v. 79 suppl.2, p. 56, 2001.

RUIZ, M.R., MATSUSHITA, M., VISENTAINER, J.V., HERNANDEZ, J.A., RIBEIRO, E.L. de A., SHIMOKOMAKI, M., REEVES, J.J., SOUZA, N.E. de. Proximate chemical composition and fatty acid profiles of *Longissimus thoracis* from pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact *Bos indicus* bulls. **The South African Journal of Animal Science**. V. 35, p. 13. 2005.

SHIMOKOMAKI, M., SOARES, A.L., KRIESE, P.R., IDA, E.I. Calpaínas e Calpastatinas. In: OLIVO, R., SHIMOKOMAKI, M., TERRA, N., FRANCO, B.D.G.M. **Atualidades em Ciência e Tecnologia de carnes**. São Paulo: Varela, 2005, no prelo.

SOARES, A.L.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E.I. Synergism between dietary vitamin E and exogenous phytic acid in prevention of warmed-over flavor development in chicken breast meat, Pectoralis major, M. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, n.1, p.57-62, 2004.

SOUZA, V.L.F. **A influência de dietas suplementares com vitamina E desde o crescimento e terminação do suíno até o presunto cozido no seu período de validade: índices zootécnicos, estabilidade oxidativa, perfil de ácidos graxos, colesterol e óxidos de colesterol**. Dissertação de mestrado em ciência de alimentos – Universidade Estadual de Londrina – PR. 2001.

St ANGELO, A.J. Lipid oxidation in foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.36, n.3, p.175-224, 1996.

SWANEK, S.S., MORGAN, J.B., OWENS, F. N., GILL, D.R., STRASIA, C.A., DOLEZAL, H.G., RAY, F.K. Vitamin D3 supplementation of beef steers increases longissimus tenderness. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 874-881, 1999.

SWARTZ, D.R., LIM, S.S., FASSEL, T., GREASER, M.L. Mechanism of myofibril assembly. Annual Reciprocal Meat Conference, **Proceedings**, v.47, p.141-153, 1994.

TAMMINGA, S., and DOREAU, M. Lipids and rumen gigestion. IN: Rumen microbial metabolism and ruminant digestion. Paris, 1991.

TARLADGIS, B.G.; PEARSON, A. M.; DUGAN, L. R. Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods – II Formation of the TBA – Malonaldehyde complex without acid-heat treatment. **Journal Science and Food Agriculture**, 15, 602, 1964.

TAYLOR, M.A.J.; ETHERINGTON, D.J. The solubilization of miofibrillar proteins by calcium ions. **Meat Science**, v. 29, p. 211-219, 1999.

TAUBES, G. The soft science of dietary fat. **Science**, v.251, p.2536-2541, 2001.

THOMPSON, J.M., Grading – The meat standards Australia (MSA) experience. **Armidale Feede Steer School**. Armidale, 1998.

TUME, R.K.; The effects of environmental factors on fatty acid composition and the assessment of marbling in beef cattle: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.44, p.663-668, 2004.

**USDA** – United States Department of Agriculture. online  
<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/SR18/nutrlist/sr18a301.pdf> Capturado em 17/01/2006

WEBER, C. I., SOARES, A. L., HISASI, C. S., SHIMOKOMAKI, M., IDA, E. I. Efeito da ivermectina injetável suplementada com vitaminas A, E, D<sub>3</sub> em bovinos sobre a oxidação lipídica da carne In: **3º Simpósio em Ciências de Alimentos** - Simposal, Florianópolis - SC. 2005a.

WEBER, C. I., SOARES, A. L., HISASI, C. S., IDA, E. I., SHIMOKOMAKI, M. Effect of emulsion ivermectin with vitamins A, D<sub>3</sub>, E injection on commercial Brazilian mixed crossed breed beef quality In: **51st International Congress of Meat Science and Technology**, Baltimore - Maryland- USA. 2005b.

WEBER, C. I., SOARES, A. L., HISASI, C. S., SHIMOKOMAKI, M., IDA, E. I. Inibição da rancidez da carne bovina por ivermectina injetável suplementada com vitaminas A, E, D<sub>3</sub>. **A Hora Veterinária**. v.146, p.37. 2005c.

WEBER, C. I., SOARES, A. L., HISASI, C. S., SHIMOKOMAKI, M., IDA, E. I. Qualidade da Carne Bovina. Efeito da mistura injetável de vitaminas A, D<sub>3</sub> e E associadas com ivermectina In: **6º Simpósio Latino Americado de Ciência de Alimentos - SLACA**, Campinas-SP. 2005d.

WEBER, C. I., SOARES, A. L., HISASI, C. S., SHIMOKOMAKI, M., IDA, E. I. Ivermectina suplementada com vitaminas A, E, D<sub>3</sub> no bovino inibe a rancidez da carne. **Revista Nacional da Carne**. N. 340 p.21, 2005e.

WEBER, C. I., SOARES, A. L., HISASI, C. S., SHIMOKOMAKI, M., IDA, E. I. Injection of ivermectin with vitamins A, D<sub>3</sub>, E on commercial brazilian mixed breed beef and its meat quality. **Feedinfo News Service**. 24/08/2005. 2005f.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M. Calcium chloride marination effects on beef steak tenderness and calpain proteolytic activity. **Meat Science**, 33, 265, 1993.

WHIPPLE, G; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, E.; CROUSE, J.D.; HUNT, M.C.; KLEMM, R.D. Evaluation of attributes that affect *longissimus* muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v.68, p. 2716, 1990.

WOOD, J.D.; RICHARDSON, G.R.; MUTE, G.R.; FISHER, A.V.; CAMPO, M.M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P.R.; ENSER, M. Effect of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, p.21-32, 2003.

YANG, A.; LANARI, M.C.; BREWSTER, M.; TUME, R.K. Lipid stability and meat color of beef from pasture-and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement . **Meat Science**. v. 60, p.41-50, 2002.