



**LEONARDO DE CASTRO SANTAROSA**

**DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE  
CARÇA E QUALIDADE DA CARNE DE  
BOVINOS ALIMENTADOS COM LIPÍDEOS E  
IONÓFORO**

**LAVRAS - MG  
2011**

**LEONARDO DE CASTRO SANTAROSA**

**DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E  
QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS ALIMENTADOS COM  
LIPÍDEOS E IONÓFORO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Márcio Machado Ladeira

**LAVRAS – MG  
2011**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca da UFLA**

Santarosa, Leonardo de Castro.

Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de  
bovinos alimentados com lipídeos e ionóforo / Leonardo de Castro  
Santarosa. – Lavras : UFLA, 2011.

100 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

Orientador: Márcio Machado Ladeira.

Bibliografia.

1. CLA. 2. Gordura protegida. 3. Monensina. 4. Soja. 5. Bovino  
de corte. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.213

**LEONARDO DE CASTRO SANTAROSA**

**DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E  
QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS ALIMENTADOS COM  
LIPÍDEOS E IONÓFORO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 30 de junho de 2011.

Dr. Mário Luis Chizzotti            UFLA

Dr. Tarcisio Gonçalves de Moraes    UFLA

Dr. Eduardo Mendes Ramos            UFLA

Dr. Márcio Machado Ladeira

Orientador

**LAVRAS - MG  
2011**

*Aos meus pais, João Batista Santarosa e Neuza Maria de Castro Santarosa pela educação, pelos incentivos e todo apoio, que tornou possível a realização desse curso.*

*Aos meus irmãos Marcelo, Renata e Fernanda pela ajuda, ensinamentos e terem feito com que eu não desistisse desta nova jornada nos momentos em que me senti incapaz.*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e por me proporcionar desfrutar desse momento de grandes oportunidades e conhecimentos.

Ao meu orientador, Márcio Machado Ladeira, pela amizade e ensinamentos transmitidos.

Ao professor e amigo, Tarcísio Gonçalves de Moraes, pelos conselhos e pela atenção dada nos momentos em que precisei.

Ao professor Eduardo, por todo apoio, amizade e paciência nos momentos de dúvidas.

Ao professor Mário Chizzotti por toda ajuda, paciência e pela amizade.

A professora Ana Carla pela imensa ajuda e atenção dada durante a realização das análises no DCA.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade concedida para a realização deste trabalho.

Ao departamento de Ciências dos Alimentos por ter dado apoio na realização das análises.

Ao Departamento de Química, em especial, ao professor Mário Guerreiro.

Ao NEPEC e todos seus integrantes pelo companheirismo e ajuda durante todo experimento.

Aos amigos Otávio, Dalton, Magal, Erika e Renato pela amizade e ajuda na condução do experimento.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia.

Aos funcionários do departamento de zootecnia, em especial, aos funcionários de campo e da fábrica de ração.

Ao Carlos, secretário do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, e aos demais professores e funcionários do Departamento de Zootecnia pela educação, disponibilidade e amizade.

## **BIOGRAFIA**

Leonardo de Castro Santarosa, filho de João Batista Santarosa e Neuza Maria de Castro Santarosa, nasceu em 5 de setembro de 1979 na cidade de Barbacena-MG.

Em fevereiro de 2001, ingressou na Universidade Federal de Lavras, onde, em junho de 2006 obteve o título de Zootecnista.

Em março de 2009 iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia na mesma universidade, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes

No dia 30 de junho de 2011 submeteu-se à defesa de dissertação para obtenção do título de “Mestre”.

## RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho, características de carcaça, as características qualitativas e o perfil de ácidos graxos na carne de tourinhos alimentados com grão de soja moído ou gordura protegida, suplementados ou não com ionóforos. Foram utilizados 40 bovinos, com idade média de 20 meses e peso vivo inicial médio de  $359 \pm 47$  kg, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 2 x 2. As dietas tiveram a silagem de milho como volumoso e quatro diferentes tipos de concentrados foram utilizados, tendo como variáveis a adição de fontes de lipídeos: grão de soja moído e gordura protegida oriunda de óleo de soja (Megalac®), e a inclusão (230 mg/cabeça/dia) ou não do ionóforo monensina sódica (Rumenpac®). O abate dos animais foi realizado utilizando a técnica de concussão cerebral e secção da veia jugular, seguido de remoção do couro e evisceração. Na desossa, às 24h post mortem, foram coletadas amostras do músculo Longissimus dorsi (LD), da meia carcaça esquerda, para as análises de composição centesimal, cor, oxidação lipídica (TBARS) e perfil de ácidos graxos, que foi determinado por cromatografia gasosa de alta resolução. As fontes de lipídeos utilizadas, com a adição ou não do ionóforo monensina sódica não influenciaram ( $P > 0,05$ ) o desempenho e as características de carcaça. A monensina sódica, na dosagem utilizada, não afetou ( $P > 0,05$ ) o perfil de AG da carne. As dietas não afetaram as concentrações dos ácidos mirístico e palmítico ( $P > 0,05$ ) no músculo dos animais. No entanto, a carne dos animais que receberam gordura protegida apresentaram maiores concentrações ( $P < 0,05$ ) de ácido oleico e linolênico no músculo. As concentrações de CLA (C18: 2 cis-9, trans-11) e ácido linoleico foram maiores no músculo de animais alimentados com soja ( $P < 0,05$ ). A inclusão de gordura protegida aumentou ( $P < 0,05$ ) os níveis de ácido oleico e CLA na gordura subcutânea. O grão de soja proporcionou maior ( $P < 0,05$ ) oxidação lipídica da carne; carnes mais escuras e menos vermelhas. O grão de soja proporciona carnes com melhor perfil de ácidos graxos, ou seja, mais benéficas à saúde humana. No entanto, proporciona maior oxidação da carne, o que influencia negativamente o tempo de prateleira.

Palavras-chave: cla, gordura protegida, monensina, soja

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the performance, carcass characteristics, the quality characteristics and fatty acid profile in meat from young bulls fed soybean meal or fat-protected, or not supplemented with ionophores. A total of 40 cattle aged 20 months and average initial weight of  $359 \pm 47$  kg, distributed in a completely randomized design in a 2 x 2 factorial arrangement. Diets were corn silage as forage and four different types of concentrates were used, with the addition of variables to lipid sources: soybean ground and protected fat originating from soybean oil (Megalac ®), and the inclusion (230 mg / head / day) or not the ionophore monensin (Rumenpac ®). The slaughter of animals was performed using the technique of brain concussion and section of the jugular vein, followed by removal of leather and evisceration. In bones, the 24 post-mortem samples were collected from the Longissimus dorsi (LD), of the half left, the analysis of chemical composition, color, lipid oxidation (TBARS) and fatty acid profile, which was determined by gas chromatography high resolution. The sources of lipids used, with or without addition of the ionophore monensin did not influence ( $P > 0.05$ ) performance and carcass traits. The monensin, at the dosage used did not affect ( $P > 0.05$ ) the profile of fatty acids of meat. Diets did not affect the concentrations of myristic and palmitic acids ( $P > 0.05$ ) in muscle of animals. However, meat from animals fed protected fat had higher concentrations ( $P < 0.05$ ) of oleic acid and linolenic acid in the muscle. The concentrations of CLA (C18: 2 cis-9, trans-11) and linoleic acid were higher in muscle from animals fed with soy ( $P < 0.05$ ). The inclusion of protected fat increased ( $P < 0.05$ ) levels of oleic acid and CLA in subcutaneous fat. The soybean showed higher ( $P < 0.05$ ) lipid oxidation of meat, meat darker and less red. The soybean meats provides better fatty acid profile, which is more beneficial to human health. However, providing increased oxidation of meat, which negatively influences the shelf.

Keywords: Cla. Protected fat. Monensin. Soybean.

## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO I</b> Introdução geral .....	11
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
<b>2.2</b>	<b>Ionóforos em dietas para ruminantes</b> .....	19
<b>2.3</b>	<b>Características de carcaça</b> .....	22
<b>2.3.1</b>	<b>Peso de abate e rendimento de carcaça</b> .....	24
<b>2.3.2</b>	<b>Área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS)</b> .....	26
<b>3</b>	<b>PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS</b> .....	29
<b>3.1</b>	<b>Ácido linoleico conjugado e seus possíveis benefícios à saúde humana</b> .....	32
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	34
	<b>CAPÍTULO 2</b> Desempenho e características de carcaça de tourinhos alimentados com lipídeos e ionóforos .....	46
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	47
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	49
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	53
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	58
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	59
	<b>CAPÍTULO 3</b> Características qualitativas e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos alimentados com lipídeos e ionóforo .....	62
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	63
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	65
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	71
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	94
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	95

## **CAPÍTULO I Introdução geral**

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, na maioria dos países desenvolvidos e em desenvolvimento, os consumidores estão cada vez mais informados da relação entre dieta e saúde, o que tem aumentado o interesse em consumir alimentos com alto valor nutricional e que possuem substâncias benéficas ao organismo.

Tendo em vista este desejo dos consumidores, a Zootecnia moderna deve-se preocupar com a qualidade dos alimentos produzidos, devendo dar preferência àqueles mais saudáveis. Neste contexto, o conceito de alimento saudável tornou-se sinônimo de alimento com baixo teor de gordura, principalmente a gordura saturada.

Considerando que a carne bovina é um alimento rico em vários nutrientes, algumas informações, em muitos casos erradas, afetam a imagem do produto de forma negativa, devido à associação dos ácidos graxos saturados (AGS) com doenças cardiovasculares, o que resulta na opção por alguns, de evitar o consumo desta carne com esta justificativa.

Sabe-se que alguns ácidos graxos realmente estão envolvidos com doenças cardiovasculares. Todavia, outros têm sido associados a efeitos benéficos à saúde dos consumidores, como o ácido linoleico conjugado (CLA) e o ácido oleico.

A estratégia dos pesquisadores para aumentar a concentração dos ácidos graxos benéficos na carne bovina está em tentar reduzir a biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos insaturados (AGI), que em condições normais resulta em maior concentração dos ácidos graxos saturados (AGS) e ácidos graxos trans. No entanto, esta também é a principal via de produção do CLA.

Com isso, alterar o perfil de AG na carne de bovinos, com maior proporção de AGI e isômeros de CLA é alternativa para melhorar a qualidade da carne do ponto de vista da saúde humana. A bibliografia cita que isto pode ser

alcançado por meio da utilização de fontes de lipídeos na dieta (OLIVEIRA et al., 2011; WOOD et al., 2008). Entretanto, quais as melhores fontes para esta manipulação ainda não estão bem descritas (LADEIRA; OLIVEIRA, 2007).

Dentre as principais fontes de lipídeos, destaca-se o grão de soja, devido seu alto valor nutricional e sua grande disponibilidade no território brasileiro. Outra fonte de lipídeo importante é a gordura protegida ou sabões de cálcio, que apresentam baixa liberação de AGI no rúmen e poderiam aumentar a deposição destes na carne.

Juntamente às fontes de lipídeos, alguns aditivos que modificam a população microbiana e, conseqüentemente, as reações que ocorrem no rúmen, têm sido desenvolvidos ou adaptados às dietas de ruminantes, onde os ionóforos são os mais utilizados. Acredita-se que o uso de ionóforos para bovinos de corte em terminação, em dietas contendo alta concentração de ácidos graxos insaturados, também possa alterar o perfil lipídico da carne, por afetar a biohidrogenação ruminal.

Além dessas funções, a utilização de fontes lipídicas na dieta de bovinos de corte confinados é indicada com o intuito de aumentar a concentração energética da dieta, sem influenciar a relação - volumoso:concentrado, o que poderia produzir carcaças mais pesadas e de melhor acabamento. O uso de lipídeos também é indicado para alterar os produtos da fermentação ruminal, com a redução na produção de metano, o que seria favorável ao metabolismo energético, bem como ao meio ambiente.

Já os ionóforos, como a monensina, são geralmente utilizados em dietas com alto teor de grãos, fazendo com que haja redução de ingestão de alimento em cerca de 10%, o que pode melhorar a eficiência alimentar sem afetar as características de carcaça. Outra finalidade do uso de ionóforos está relacionada à capacidade destes de controlar desordens metabólicas.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da inclusão de grão de soja moído ou gordura protegida, em dietas para bovinos em terminação, associados ou não à utilização do ionóforo monensina sódica, sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Lipídeos na alimentação de bovinos**

O aumento do teor de energia das dietas, através da adição de lipídeos, tem sido uma prática bastante frequente (BRANDT JÚNIOR; ANDERSON, 1990; ELLIOT; DRACKLEY; BEAULIEU, 1999; SANTOS, 2006) na terminação de bovinos de elevado padrão genético, com a promoção de resultados satisfatórios de desempenho (NELSON et al., 2004). Portanto, o uso de lipídeos, além de ser recomendado para aumentar a densidade energética da dieta, evita os efeitos nocivos de altas quantidades de concentrados sobre o ambiente ruminal (DOREAU; CHILLIARD, 1997). A hidrólise de 1,0 grama de lipídeo fornece 9,3 kcal de energia bruta, representando 2,25 vezes a energia fornecida pelos carboidratos e proteínas. No entanto, a utilização de concentrações lipídicas na dieta acima de 7% da matéria seca (MS) total pode alterar o ambiente ruminal e provocar queda na ingestão de alimento e na digestibilidade de carboidratos fibrosos, o que resultaria em queda no ganho de peso dos animais (PALMIQUIST; JENKINS, 1980).

Os lipídios, triglicerídeos ou fosfolipídeos, são compostos de ácidos graxos, pertencentes a dois grupos: os ácidos graxos insaturados e os ácidos graxos saturados. Os ácidos graxos insaturados de cadeia longa podem reduzir a digestibilidade da fibra e a relação acetato:propionato, inibir a produção de metano e alterar a resistência das bactérias ruminais aos ionóforos (VARGAS et al., 2001).

Os ácidos graxos insaturados no rúmen sofrem hidrólise e biohidrogenação parciais. Portanto, o rúmen é um obstáculo para que os ácidos graxos insaturados possam ser absorvidos no intestino delgado (BEAM et al., 2000). De acordo com estudos realizados por Duckett et al. (2003), a proteção da

gordura por meio da formação de complexos de ácidos graxos com sais de cálcio tornam a gordura indisponível quimicamente para a biohidrogenação ruminal. As oleaginosas, por sua vez, são fisicamente protegidas da biohidrogenação pelas cascas de seus grãos. Portanto, uma das maneiras de se reduzir o efeito prejudicial dos lipídeos no rúmen, quando fornecidos em doses elevadas, acima de 7%, é fornecê-lo protegido ou através de grãos de oleaginosas (ANDRADE et al., 2010; HUSSEIN; MERCHEN; FAHEY JÚNIOR, 1995; WADA et al., 2008).

A gordura protegida, geralmente utilizada no Brasil é composta basicamente pelos ácidos graxos essenciais, linolênico e linoleico, já que a fonte de lipídeo utilizada é o óleo de soja. Esses ácidos graxos apresentam cadeia carbônica longa, sendo o linoleico formado por 18 carbonos com duas ligações duplas (18:2) e o linolênico formado por 18 carbonos e com três ligações duplas (18:3) (THEURER; MCGUIRE; SANCHEZ, 2002).

As concentrações dos ácidos linoleico e linolênico na gordura protegida, de acordo com Gonçalves e Domingues (2007) são de aproximadamente de 42% e 3%, respectivamente, podendo variar de acordo com o fabricante e a fonte.

O uso de lipídeos protegidos está sendo estudado com o intuito de aumentar a concentração de ácidos graxos insaturados na carcaça de bovinos, principalmente os ácidos graxos ômega 3 e ômega 6, em função dos benefícios desses ácidos à saúde humana (LALLO; PRADO, 2004).

A gordura é um nutriente fundamental e também importante componente do sistema de produção de carne, pois a eficiência de produção, a precocidade, o acabamento da carcaça, os rendimentos de cortes, a maciez e a suculência do produto estão relacionados à quantidade e ao local de deposição de gordura (BERNDT; ALMEIDA; LANNA, 2002).

A soja grão é uma das opções de adição de lipídeos poli-insaturados, nas dietas de ruminantes, podendo influenciar o acabamento do animal, a qualidade

de sua carcaça e de sua carne (maciez e suculência). Além disso, este ingrediente pode alterar a composição dos ácidos graxos que compõe a carne e a porcentagem de gordura da carcaça (BERNDT; ALMEIDA; LANNA, 2002; JENKINS et al., 2008; MIR et al., 2003). A forma de utilização mais comum da soja na alimentação animal e, particularmente, em bovinos de corte, é o farelo. Porém, alguns autores verificaram que características de desempenho de animais, alimentados com grão de soja e farelo de soja, são muito próximas ou semelhantes (PELEGRINI; PIRES; RESTLE, 2000).

Fiorentini (2009) avaliou o efeito do grão de soja, gordura protegida (Megalac-E®) e óleo de soja sobre as características das carcaças e a qualidade da carne de novilhas terminadas em confinamento. O autor observou que as fontes lipídicas não influenciaram as características de rendimento de carcaça quente (RCQ), área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS).

Segundo Oliveira (2010), que trabalhou com dietas sem lipídeo adicional, com grão de soja (moído), caroço de algodão e semente de linhaça, as fontes lipídicas não influenciaram o PCQ e o PCF. No entanto, a dieta contendo grão de soja como fonte de lipídeo proporcionou maior RCQ. Da mesma forma, Madron et al. (2002) não observaram diferença no ganho de peso diário e peso final de abate em bovinos alimentados com 3,9, 5,8, e 7,8% de extrato etéreo na MS na forma de grão de soja extrusado.

Os métodos de processamento físico dos grãos, como: a quebra, trituração e moagem está associado a um aumento tanto na eficiência de utilização dos nutrientes pelos microrganismos ruminais quanto por todos os compartimentos do trato gastrointestinal, uma vez que o tamanho das partículas dos alimentos e sua taxa de redução podem influenciar sua densidade e taxa de passagem, tornando o alimento mais disponível para ser absorvido no intestino delgado, podendo ser melhor aproveitado para atender às exigências de

produção do animal (GARCIA, 2005). Isto pode ser observado no estudo de Oliveira et al. (2007), que trabalharam com grão de soja inteiro e óleo de soja em dietas de bubalinos. Os autores observaram que os animais alimentados com a dieta contendo óleo de soja apresentaram ganho médio diário superior ao daqueles que consumiram grão de soja. Sendo que, provavelmente, este fato ocorreu devido ao maior aporte energético promovido pela dieta com óleo de soja (OLIVEIRA et al., 2007).

Recentemente, iniciou-se o uso de sabões de cálcio ou gordura protegida na alimentação de ruminantes, cujo intuito, segundo Putrino (2008), é reduzir os efeitos negativos da gordura sobre a digestibilidade da fibra. Os sais de cálcio de ácidos graxos são comumente conhecidos como “gordura protegida”. No entanto, eles se misturam ao conteúdo ruminal e seus ácidos graxos são parcialmente biohidrogenados. Normalmente, a biohidrogenação, dos ácidos graxos insaturados nessas fontes é a metade do valor observado nas fontes convencionais (PALMQUIST; MATTOS, 2006). Os sais de cálcio podem ser chamados de “inertes”, por não interferirem com a atividade microbiana no rúmen (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

Aferri et al. (2005), alimentando animais em terminação com dietas com alto teor de concentrado: uma sem adição de lipídeos; outra contendo 5% de sais de cálcio de ácidos graxos (AG); e outra com 21% de caroço de algodão (CA); verificaram que o ganho médio diário e a eficiência alimentar não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. No entanto, Ngidi et al. (1990), avaliando a eficiência alimentar de dietas com ausência ou com a inclusão de 2,4 ou 6% de gordura protegida na dieta, observaram tendência de melhora desta característica com o uso da fonte lipídica.

Jaeger et al. (2004) avaliaram o rendimento e as características de carcaça de bovinos alimentados com dietas com ou sem adição de gordura protegida. Os autores observaram que os animais que receberam 5,0% de

gordura protegida na dieta apresentaram maior área de olho de lombo em relação ao grupo não suplementado.

## **2.2 Ionóforos em dietas para ruminantes**

Os ionóforos são uma classe de antibióticos lipofílicos que têm a capacidade de penetrar à membrana das células, alterando seu fluxo de íons. No caso da monensina, esse efeito ocorre através de um complexo ionóforo-íon, que age como barreira seletiva de íons (IPHARRAGUERRE; CLARCK, 2003).

O principal ionóforo utilizado em dietas para ruminantes é a monensina sódica, que age principalmente inibindo o crescimento de bactérias gram-positivas e protozoários ciliados. Os ionóforos favorecem o desenvolvimento de certas bactérias em relação a outras, e o metabolismo da bactéria beneficiada pode afetar o desempenho do animal hospedeiro, proporcionando vantagens metabólicas ou nutricionais em relação ao animal não suplementado (MCGUFFEY; RICHARDSON; WILKINSON, 2001). O aumento no desempenho dos animais é atribuído principalmente à melhora da eficiência energética, devido ao aumento da produção do ácido propiônico, redução da relação acetato/propionato e diminuição da produção de metano, além da diminuição da produção de ácido láctico e redução nas perdas de aminoácidos que seriam potencialmente fermentados no rúmen (RUSSELL; STROBEL, 1989). Lana et al. (1997) observaram em dietas ricas em concentrado, que a monensina melhorou a conversão alimentar em 6% quando a ração era suplementada com proteína verdadeira (farelo de soja), mas não houve efeito quando se utilizou nitrogênio não proteico (ureia).

Segundo alguns autores, o efeito mais marcante da utilização de ionóforos é o aumento na proporção molar do propionato e o concomitante decréscimo da proporção molar de acetato, sem alterar a concentração total de

AGV no rúmen (CHALUPA, 1980). Adicionalmente há decréscimo na produção de metano, que é responsável por perdas de 7 a 10% da energia bruta da dieta (ENSMINGER; OLDFIELD; HEINEMANN, 1990).

De acordo com Nagaraja et al. (1997), a monensina aumenta a eficiência energética animal em torno de 5%. Já o National Research Council - NRC (1996) assume que a monensina ocasiona uma melhora de 12% na eficiência de energia líquida de manutenção.

A inclusão de ionóforos na dieta aumenta a eficiência alimentar, entretanto, efeitos sobre ganho de peso e consumo de alimento apresentam-se variáveis (REIS; MORAIS; SIQUEIRA, 2006). Concordando, de certa forma, com este autor, Oliveira et al. (2009), que trabalharam com a adição de monensina sódica na dieta de novilhas holandesas em confinamento, encontraram que a monensina não influencia os consumos de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro nem o ganho de peso médio diário e na conversão alimentar.

No entanto, Fieser, Horn e Edwards (2007) e Horn et al. (2005) observaram que a inclusão de monensina na dieta proporcionou maior ganho de peso e melhor eficiência alimentar em novilhos. Já Mourthe et al. (2011) concluíram que a influência dos ionóforos no desempenho de bovinos é reconhecida, no entanto, a amplitude do ganho é muito variável, principalmente em animais sob pastejo.

Em experimento realizado por Salles e Lucci (2000a), a adição de monensina melhorou as condições ruminais de bezerros da raça Holandesa alimentados com dietas com maior quantidade de concentrado. A melhora no pH e concentrações de amônia e ácidos graxos voláteis proporcionaram aumento na digestibilidade do alimento e maior quantidade de nutrientes disponíveis para o animal. Isso refletiu positivamente no ganho de peso dos animais, com melhores

resultados nos parâmetros de carcaça e maior benefício econômico (SALLES; LUCCI, 2000b).

Observa-se, também, que a monensina pode alterar a atividade microbiana ruminal sobre os lipídios da dieta. Estudos *in vitro* têm demonstrado que as taxas de hidrólise dos triglicerídios e de biohidrogenação dos ácidos graxos são reduzidas na presença de monensina (FELLNER et al., 1997; VAN NEVEL; DEMEYER, 1995). Eifert et al. (2006) verificaram que a proporção de ácidos graxos insaturados do leite foi mais alta em vacas recebendo dietas com monensina. Algumas pesquisas têm comprovado, em ensaios *in vitro* (FELLNER et al., 1997; VAN NEVEL; DEMEYER, 1995) e *in vivo* (SAUER et al., 1998), que a monensina inibe o último passo da biohidrogenação ruminal, diminuindo a concentração do ácido esteárico. Da mesma forma, Mathew et al. (2011) relataram que a adição de monensina deprimiu a concentração de gordura do leite e altera o perfil de ácidos graxos do leite, possivelmente por inibir a última etapa da biohidrogenação ruminal. Wang et al. (2005) também reportaram que a monensina aumenta a síntese de CLA trans-10, cis-12, e parece bloquear a última etapa de hidrogenação dos ácidos graxos insaturados.

Em estudo realizado por Menezes et al. (2006), estes verificaram que a adição de níveis de monensina sódica na dieta de novilhos terminados em confinamento proporcionou alteração na composição dos ácidos graxos da carne.

De forma semelhante, Kuss et al. (2006) concluíram que a monensina promove uma diminuição da qualidade da carne por diminuir a palatabilidade e alterar negativamente o perfil de ácidos graxos, devido à maior participação de ácidos graxos saturados em relação aos insaturados e por incrementar a participação de ácidos graxos trans no perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular do músculo *Longissimus dorsi*.

Goodrich et al. (1984) revisaram dados de literatura e concluíram que o grau de marmorização da carne tende a diminuir com o aumento dos níveis de

monensina na dieta dos animais. Da mesma forma, Oscar et al. (1987) e Zinn e Borques (1993) observaram que o marmoreio da carne de animais que receberam dietas com monensina foi menor que naqueles que consumiram dietas sem o aditivo. No entanto, Clary et al. (1993) e Restle et al. (2000a, 2000b) não observaram efeito da monensina sobre o grau de marmoreio e nem sobre outras características qualitativas da carne de vacas e novilhas terminadas em confinamento.

Em relação às características sensoriais da carne, Menezes et al. (2006) relataram que a adição de monensina diminuiu linearmente a palatabilidade e a suculência, influenciou quadraticamente a textura da carne, no entanto, não influenciou a cor e o marmoreio da carne.

### **2.3 Características de carcaça**

A gordura é um nutriente fundamental e também importante componente do sistema de produção de carne, pois a eficiência de produção, a precocidade, o acabamento da carcaça, os rendimentos de cortes, a maciez e a suculência do produto estão relacionados à quantidade e ao local de deposição de gordura (BERNDT; ALMEIDA; LANNA, 2002). Alguns autores relatam a influência de diferentes fontes de gordura em características de carcaça, tais como área de olho de lombo e espessura de gordura de cobertura (AFERRI et al., 2005; MULLER et al., 2005). O fornecimento de dietas com alto teor de grãos, ou seja, com maior valor energético, além de aumentar o ganho de peso, aumenta também o rendimento da carcaça e a deposição de gordura, tanto externa, quanto interna, aumentando a qualidade das carnes. Entretanto, segundo Brondani et al. (2006), carcaças com excessiva quantidade de gordura são prejudiciais, pois nestas o toailete é acentuado, o que aumenta o desperdício e reduz o rendimento de carcaça.

O grau de acabamento é importante para evitar o encurtamento pelo frio da carcaça, enquanto que a gordura intramuscular garante à carne mais suculência, aroma, sabor e maciez, pelos espaços formados entre as fibras quando ela passa pelo processo de cocção. A gordura também confere valor nutritivo, como fonte de energia, de ácidos graxos essenciais e de vitaminas lipossolúveis. Em trabalho realizado por Costa (2009), Ito (2005), Muller et al. (2005) e Noci et al. (2007), estes concluíram que fontes lipídicas podem ser utilizadas sem causar queda no desempenho ou afetar as características da carcaça. Uma carcaça bovina de boa qualidade e de bom rendimento deve apresentar relação adequada entre as partes que a compõem (máximo de músculo, mínimo de ossos e quantidade adequada de gordura) para assegurar ao produto condições mínimas de manuseio e palatabilidade (FREITAS et al., 2008). Animais confinados, alimentados com dietas ricas em grãos apresentam carne mais marmorizada, gordura com melhor coloração, além de produzirem carcaças mais uniformes (PESCE, 2008).

Oliveira (2010), trabalhando com diferentes oleaginosas em dietas de bovinos, sendo: caroço de algodão, grão de soja e semente de linhaça, concluiu que essas fontes lipídicas utilizadas na terminação de Zebuínos em confinamento apresentaram pequena influência sobre a qualidade das carcaças. Sendo que, as principais alterações ocorreram sobre o rendimento de carcaça quente e o peso de traseiro especial, os quais apresentaram-se maiores na dieta com grão de soja.

A monensina é um ionóforo comumente utilizado na alimentação de ruminantes com o intuito de melhorar a eficiência alimentar e aumentar o fluxo de aminoácidos dietéticos para o intestino delgado (KUSS et al., 2009). No entanto, o efeito desse ionóforo sobre as características de carcaça é altamente variável (Goodrich et al., 1984), e na maioria das vezes não é observado efeito sobre tais características (ÍTAVO et al., 2009; KUSS et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2004).

### **2.3.1 Peso de abate e rendimento de carcaça**

O peso de abate depende da nutrição, genética, idade do animal, tipo de manejo adotado e principalmente da exigência do mercado. Muitos ainda acreditam que o abate de animais extremamente pesados melhora a rentabilidade do sistema, o que pode ser uma falsa impressão (MANELLA, 2002). O abate de animais muito pesados e com gordura em excesso pode afetar de maneira negativa, tanto pelo aumento de aparas e diminuição do rendimento dos cortes cárneos, como pela menor eficiência de conversão (kg de ganho/kg de alimento ingerido), aumentando o custo de produção (BOIN; MANELLA, 2002). Segundo Luchiari Filho (2002) o aumento do peso vivo favorece o aumento no rendimento, porém, após atingir o peso adulto o maior rendimento se dará mais pelo acúmulo de gordura. De acordo com estudos realizados por Restle et al. (1999), o peso de carcaça normalmente desejado pelos frigoríficos brasileiros é acima de 230 kg. No entanto, carcaças mais leves (acima de 180 kg) estão sendo cada vez mais aceitas pelo varejo, que associam pesos menores como sendo de animais mais jovens e, portanto, carne de melhor qualidade (RESTLE et al., 1999).

De acordo com Luchiari Filho (2000), intervir sobre o peso de abate é uma das principais formas que os profissionais têm de alterar a composição da carcaça. Pois, o peso de abate possui grande influência sobre o desempenho e eficiência alimentar dos bovinos (ARBOITTE et al., 2004). Ainda segundo Luchiari Filho (2002), quanto maior a quantidade de concentrados na ração, maior será o rendimento da carcaça. Animais recebendo alto teor de volumosos apresentam uma grande quantidade de conteúdo gastrintestinal, diminuindo assim o rendimento.

O rendimento de carcaça tem grande importância econômica, pois é usado nas principais formas de comercialização de bovinos no Brasil (GESUALDI JÚNIOR et al., 2006). Sutter et al. (2000) não observaram diferença significativa no rendimento de carcaça de tourinhos Pardo-Suíço alimentados com dietas contendo 4,7% de gordura em relação àqueles que receberam dieta sem gordura. Segundo Moletta (1999) animais mestiços Canchim não apresentaram diferença no rendimento de carcaça quando foram alimentados com soja grão ou caroço de algodão, ambos fornecidos na proporção de 20% do concentrado. Resultados como estes também foram observados por Paulino et al. (2002), que trabalhando com animais mestiços (Holandês x Nelore) suplementados a pasto com caroço de algodão, farelo de soja ou soja em grão, não observaram diferença entre os tratamentos quanto ao peso e rendimento da carcaça quente.

Aferri et al. (2005), em trabalho utilizando 5% de sais de cálcio de ácidos graxos ou 21% de caroço de algodão na dieta de bovinos, não encontrou diferença significativa para os valores de rendimento de carcaça. Entretanto, em estudo realizado por Oliveira (2010), o uso do caroço de algodão reduziu o RCQ, justificado pelo autor como sendo devido ao menor ganho médio diário (GMD), obtido pelos animais alimentados com este ingrediente.

Segundo estudo realizado por Goodrich et al. (1984), a monensina não influenciou as características de carcaça. Já em trabalho realizado por Kuss et al. (2009), a adição de monensina sódica à ração de vacas de descarte reduziu o peso e o rendimento de carcaça, o grau de acabamento e a conformação da carcaça.

Khorshidi et al. (2008), trabalhando com cordeiros, afirmam que o uso de monensina e gordura suplementar aumentou a conversão alimentar dos animais, refletindo no maior peso final.

Segundo Felix e Loerch (2011), quando novilhos foram alimentados com silagem pré-seca, a inclusão de monensina aumentou PV final e GMD, no entanto, quando a monensina foi fornecida a novilhos que não receberam silagem pré-seca adicional de 10%, não houve efeito sobre peso corporal final ou GMD.

### **2.3.2 Área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS)**

A avaliação da EGS e da AOL, cuja medida é feita entre a 12ª e 13ª costelas, tem sido amplamente aceita e utilizada como indicadores da composição da carcaça (LUCHIARI FILHO, 2000). O músculo Longissimus dorsi apresenta maturidade tardia, o que o torna o músculo de referência para esse propósito (SAINZ, 1996). Segundo Luchiari Filho (2000) 29 cm<sup>2</sup> é o valor mínimo para AOL por 100 quilogramas de peso de carcaça.

Formas de avaliação da carcaça são importantes para que se possa estimar a qualidade da carne e o rendimento na produção de porção comestível. Portanto, a avaliação de carcaça por predições *in vivo* pode garantir economicidade ao processo produtivo, uma vez que possibilita a visualização precoce da terminação, por meio da medição do grau de musculosidade, obtida pela AOL (SILVEIRA et al., 1999), e do acabamento, pela medição da EGS (BULLOCK et al., 1991).

De acordo com Costa et al. (2007), a AOL assim como a EGS podem ser associadas ao peso de carcaça quente. Rodrigues et al. (2001), observaram que animais com maior AOL e menor EGS possuem maior porção comestível da carcaça.

De forma semelhante, Lopes (2010) afirma que a AOL apresenta correlação significativa com os cortes de traseiro e ponta de agulha, evidenciando que a AOL pode ser um indicativo de rendimento de cortes de alto

valor comercial, e que a AOL apresenta correlação positiva com comprimento corporal e peso de carcaça quente.

Zinn et al. (2000), alimentaram novilhos holandeses com dietas contendo sais de cálcio de ácidos graxos e gordura animal, até o nível de 6% e concluíram que estas dietas não influenciaram a área de olho de lombo, ou gordura subcutânea das carcaças avaliadas.

Aferri et al. (2005), estudando novilhos mestiços  $\frac{3}{4}$  europeu-zebu tratados com dietas contendo gordura protegida, verificaram que o uso dessa fonte de lipídeo também não exerceu influência sobre as medidas de área de olho de lombo e gordura subcutânea.

Em estudo realizado por Souza (2008), objetivando determinar os efeitos de dietas, contendo três fontes de lipídeos (semente de girassol, caroço de algodão e grão de soja) em bovinos da raça Nelore, este não encontrou efeito da fonte utilizada sobre a AOL.

A quantidade de gordura subcutânea depositada está diretamente relacionada com o tipo de dieta que o animal consome, dentre outros fatores que a influenciam, como idade, sexo e raça. A gordura subcutânea funciona como um isolante térmico, diminuindo a velocidade de resfriamento da carcaça, evitando a desidratação, o escurecimento e a redução da maciez da carne. Além disso, este tecido pode ser usado por períodos de escassez de alimentos como reserva energética.

A gordura é o tecido mais variável do corpo, e a manipulação da composição da carcaça por aspectos genéticos e nutricionais depende, em grande parte, do controle da deposição dessa gordura (BERG; BUTERFIELD, 1976).

Aferri et al. (2005), estudando o fornecimento de dietas contendo gordura protegida na ração de novilhos mestiços, verificaram que o uso dessa fonte lipídica não influenciou a EGS das carcaças avaliadas. Da mesma forma, Ngidi et al. (1990) observaram que o uso de sais de cálcio de ácidos graxos nos

níveis de 0 até 6% da matéria seca, para engorda de novilhos, não influenciou a EGS da carcaça. De forma semelhante, Jaeger et al. (2004) observaram que a adição de gordura protegida na dieta não afetou a EGS.

A EGS deve situar entre 3 e 6 mm, faixa adequada aos frigoríficos (MENEZES et al., 2005). A exigência de acabamento nas carcaças comercializadas para os frigoríficos é bem conhecida pelos pecuaristas, pois os animais que não atingem o grau de cobertura mínimo exigido são punidos, sofrendo deságio no preço final por arroba comercializada (ABRAHÃO, 2004), sendo estas carcaças classificadas como pele fina.

Segundo Pacheco et al. (2005), a gordura subcutânea possui correlação positiva com o acúmulo de outras gorduras (intermuscular e intramuscular), que está positivamente correlacionada com a palatabilidade, a suculência e a maciez da carne.

Em estudo realizado por Molleta (1999), no qual foi testado o efeito do caroço de algodão e grão de soja sobre as características de carcaça de novilhos, os resultados encontrados demonstraram tendência dos animais alimentados com caroço de algodão apresentar maior deposição de gordura na carcaça. No entanto, Oliveira (2010) não encontrou diferenças significativas para EGS entre as diferentes oleaginosas: grão de soja, caroço de algodão e semente de linhaça.

De acordo com Oliveira (2004), trabalhando com inclusão de monensina em dietas de bovinos terminados em confinamento, a adição do ionóforo não influenciou a espessura de gordura subcutânea.

Kuss et al. (2009) relataram o fato de que as vacas de descarte, que foram alimentadas com monensina, tiveram um comportamento mais tardio em relação à deposição de gordura subcutânea e gordura intermuscular em relação aos animais não tratados. Assim como Zinn et al. (1993), que reportaram que a monensina reduziu a taxa de deposição de gordura.

### 3 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS

Os lipídios da carne de ruminantes, de maneira geral, são caracterizados por apresentar altas concentrações de AGS e baixo teor de AGPI (FRENCH; STANTON; LAWLESS, 2000). Animais terminados a pasto apresentam, normalmente, teor mais elevado de AGPI na gordura, em relação à gordura oriunda de animais confinados, mesmo com a ocorrência da biohidrogenação ocorrida no rúmen. Isto se deve ao alto conteúdo de ácidos graxos  $\omega$ -3 (C18:3; linolênico) nas forragens, enquanto que os grãos são normalmente ricos em ácidos graxos  $\omega$ -6 (C18:2; linoleico) (LARICK ; TURNER, 1990; RAES et al., 2003; WOOD et al., 2003).

Segundo estudo realizado por Di Marco, Barcellos e Costa (2007), na gordura subcutânea prevalece os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) (54,1%), enquanto que na gordura intermuscular e intramuscular há o predomínio de AGS (57,1 e 53,5%, respectivamente). Todavia, em maior quantidade (32,2 e 36,6%, respectivamente) se encontra o ácido oleico. Este ácido, além de estar presente em grande quantidade, pois, segundo Freitas (2006) o ácido oleico (C18:1  $\omega$ 9) é o de maior concentração na carne dos novilhos, representando em torno de 88% dos ácidos graxos monoinsaturados. Maiores valores de oleico na forma cis são desejáveis por ter ação hipocolesterolêmica, com a vantagem de não reduzir o colesterol HDL (colesterol bom), atuando na proteção contra doenças coronarianas (LOBATO; FREITAS, 2006).

Dessa forma, segundo Wood et al. (2011), estudos têm mostrado que a alteração da composição de ácidos graxos da fração óleo da dieta de animais pode mudar a composição de ácidos graxos da carne. E alterando a composição de ácidos graxos, para um perfil mais insaturado, pode ter efeitos indesejáveis

sobre a cor e o sabor da carne. Isso ocorre porque as ligações duplas em ácidos graxos poli-insaturados são mais suscetíveis à oxidação (WOOD et al., 2011).

De acordo com Felton e Kerley (2004), que estudaram o perfil de ácidos graxos de bovinos alimentados com dietas tradicionais, à base de farelo de soja e milho, e dietas com altos níveis de lipídeos, o músculo dos animais que receberam maiores teores de lipídeos apresentou menores concentrações dos ácidos mirístico e palmítico. A diminuição na concentração destes AG é importante devido ao efeito hipercolesterolêmico que eles exercem sobre o organismo humano, por diminuírem a atividade dos receptores hepáticos da LDL (GIVENS, 2005), aumentando sua concentração no plasma.

Da mesma forma, Scollan et al. (2001) conseguiram aumentar os teores de AGPI na carne de novilhos recebendo gordura protegida de linhaça e óleo de peixe. Por outro lado, alguns estudos têm relatado a suplementação com óleo insaturado em carne bovina (GILLIS; DUCKETT; SACKMANN, 2004) e cordeiro (KNOTT et al., 2003; BESSA et al., 2005), alimentados com dietas de alto concentrado resultou em maior proporção de cis-9, trans-11 CLA. Algumas evidências sugerem que uma maior duração da suplementação com óleo insaturado (BESSA et al., 2008), maior relação volumoso:concentrado da dieta basal (BESSA et al., 2005), ou maior idade no acabamento pode resultar em um aumento mais pronunciado no conteúdo de CLA do músculo, quando ruminantes são alimentados com suplementação de óleos ricos em ácidos graxos poli-insaturados.

Estudos *in vitro* têm demonstrado que as taxas de hidrólise dos triglicerídios e de biohidrogenação dos ácidos graxos foram reduzidas na presença de monensina (FELLNER et al., 1997; VAN NEVEL; DEMEYER, 1995). Da mesma forma, em estudo realizado por Eifert (2004), verificou-se que a proporção de ácidos graxos insaturados do leite foi mais alta em vacas recebendo dietas com monensina. Pois, segundo Faucitano et al. (2008), o

resultado da suplementação com ionóforo é a modificação ruminal das populações bacterianas, interferindo sobre o processo de fermentação ruminal e a biohidrogenação.

De acordo com Menezes et al. (2006), que trabalharam com dietas com diferentes níveis de inclusão de monensina (0, 100 ou 200mg/dia), esta não influenciou o teor da maioria dos ácidos graxos de cadeia longa da carne, e nem a proporção entre saturados e insaturados ou entre poli e mono-insaturados ( $P>0,05$ ), no entanto, houve diminuição do teor de ácido oleico à medida que aumentou a presença de monensina na dieta. Foi observado nesse mesmo estudo um comportamento quadrático do C17:0 na carne de novilhos com o aumento do nível de monensina na dieta.

Deschamps et al. (2004) observaram que a inclusão de monensina na dieta também reduziu o teor de oleico da carne de vacas de descarte terminadas em confinamento.

Kuss et al. (2006) relataram que a monensina alterou negativamente o perfil de ácidos graxos, proporcionando maior participação de ácidos graxos saturados, em detrimento dos insaturados e também incrementando a participação de ácidos graxos trans no perfil de ácidos graxos da gordura intramuscular do músculo *Longissimus dorsi*.

Algumas pesquisas (CLARY et al.,1993; SONG et al., 2010; WANG et al., 2005) têm estudado o uso conjunto de ionóforos e lipídeos em dietas de bovinos de corte, a base para essa interação está relacionada aos efeitos similares de lipídeos e de ionóforos sobre a fermentação ruminal (CLARY et al.,1993). Dessa forma, a utilização de monensina em associação com a suplementação lipídica pode ser uma das formas de aumentar o teor de CLA em produtos de ruminantes (WANG et al., 2005).

Assim, alguns pesquisadores têm relatado que a suplementação de óleo de peixe (WANG et al., 2005) e monensina (DENNIS; NAGARAJA;

BATTLEY, 1981; WANG et al., 2005; WANG et al., 2006), em dietas, aumentam o teor de CLA nos produtos de ruminantes.

### **3.1 Ácido linoleico conjugado e seus possíveis benefícios à saúde humana**

O ácido linoleico conjugado (CLA) é uma mistura de isômeros posicionais geométricos do ácido linoleico (C18:2 C-9, C-12), com duas ligações duplas conjugadas insaturadas em várias posições de carbono na cadeia de ácido graxo. É formado como um intermediário durante a biohidrogenação do ácido linoleico ao ácido esteárico no rúmen pela bactéria Butyrivibrio fibrisolvens (KEPLER et al., 1966) e outras bactérias ruminais (KRITCHEVSKY, 2000). Outra fonte de CLA é a conversão endógena de C18:1 trans-11 (ácido vaccenico), outro intermediário da biohidrogenação ruminal dos ácidos linoleico e linolênico C18:3 trans-10 cis-12 pela ação da enzima  $\Delta$ 9-dessaturase no músculo (CORL et al., 2001).

O C18:2 cis-9, trans-11 é o principal isômero de CLA presente na carne e no leite de ruminantes, mas sua concentração, assim como do C18:2 trans-10, cis-12 e outros isômeros, varia dependendo da dieta que os animais estão consumindo (PARIZA et al., 2001). Portanto, o fornecimento de fontes de gordura com alta proporção de ácido linoleico pode efetivamente aumentar a concentração de produção de trans-C18:1 e C18:2 cis-9, trans-11 no leite e na carne (ABUGHAZALEH; SCHINGOETHE; HIPPEN, 2003).

Nas últimas décadas as pesquisas têm mostrado que, predominantemente, a maior parte do CLA presente no leite tem origem endógena, através da ação da  $\Delta$ 9-dessaturase tendo como substrato o ácido vaccenico (BAUMAN; LOCK, 2006).

De acordo com a configuração (cis ou trans) e o local de ocorrência das duplas ligações, é possível identificar os isômeros de CLA. Todavia, há

predomínio do isômero C18:2 cis-9 trans-11 na gordura dos ruminantes (BAUMAN; GRIINARI, 2001) e este apresenta maior potencial anticarcinogênico (PARODI, 1999). Já o isômero C18:2 trans-10 cis-12 possui efeito antiadipogênico, ou seja, pode alterar a composição corporal em animais em crescimento por meio da redução na síntese de gordura (PARK et al., 1999).

A principal fonte de CLA na dieta humana são os produtos derivados de ruminantes. Os produtos lácteos fornecem cerca de 70% e a carne é responsável por outros 25% (RITZENTHALER et al., 2001).

A gordura da carne bovina apresenta uma faixa entre 1,7 a 10,8 mg de CLA/g de gordura, e o isômero C18:2 Cis-9 trans-11 corresponde de 57 a 85% do valor total de CLA (MIR et al., 2004). De acordo com dados de diferentes autores, permite-se inferir que a redução de risco de câncer deve ocorrer com uma ingestão aproximada de 300 mg de CLA/dia (GILLIS; DUCKETT; SACKMANN, 2007). Supondo que o adulto médio consome 600 g de alimento/dia, uma pessoa que comer uma porção com baixo teor de CLA: leite integral, queijo, carne e aves por dia teria um consumo de aproximadamente 127 mg/dia, o que equivale a 0,021% do total da dieta. No entanto, uma pessoa que consome os produtos com alto CLA (alimentos enriquecidos com CLA) teria um consumo de CLA de cerca de 441 mg/dia.

Além de sua propriedade anticarcinogênica, o ácido graxo C18:2 cis-9, trans-11 também está associado a uma função antiaterogênica, estímulo ao sistema imune (BAUMGARD et al., 1999; MCGUIRE; MCGUIRE, 1999) e inibição de doenças cardiovasculares (EVANS; BROWN; McINTOSH, 2002).

## REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, J. J. S. **Resíduos da extração da fécula de mandioca em substituição ao milho**: desempenho animal, digestibilidade, características da carcaça e da carne de tourinhos e novilhas terminados em confinamento. 2004. 128 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2004.
- ABUGHAZALEH, A. A.; SCHINGOETHE, D. J.; HIPPIEN, A. R. Conjugated linoleic acid and other beneficial fatty acids in milk from cows fed soybean meal, fish meal, or both. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p.1845-1850, 2001.
- AFERRI, G. et al. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 1651-1658, 2005.
- ANDRAE, J. G. et al. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 582-588, 2001.
- ARBOITTE, M. Z. et al. Características da carcaça de novilhos 5/8 Nelore 3/8 Charolês abatidos com diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 4, p. 969-977, 2004.
- BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, Oxford, v. 70, p. 15-29, 2001.
- BAUMAN, D. E.; LOCK, A. L. Conjugated linoleic acid: biosynthesis and nutritional significance. In: FOX, P.F.; MCSWEENEY, P.L.H. (Ed.) **Advanced dairy chemistry**. 3rd ed. New York: Springer, 2006. v. 2, p. 93-136.
- BEAM, T. M. et al. Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 2564-2573, 2000.
- BERG, R. T.; BUTERFIELD, R. M. **Nuevos conceptos sobre el esarollo del ganado vacuno**. Zaragoza: Acríbia, 1979. 297 p.

BERNDT, A.; ALMEIDA, R.; LANNA, D. P. Importância da gordura na eficiência de produção, qualidade da carne e saúde do consumidor. In: ENCONTRO NACIONAL DO NOVILHO PRECOCE, 7., 2002, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: [s. n.], 2002. 1 CD ROM.

BOIN, C.; MANELLA, M. Q. **Crescimento e terminação de bovinos de Corte**. 2002. Disponível em: <[http://beefpoint.com.br/brradarestecnicos/artigo.asp?id\\_artigo=3906&are=20&area\\_88desc=sistemas+de+produ%E7%E3o&dir=rada+restecnicos/artigos.asp](http://beefpoint.com.br/brradarestecnicos/artigo.asp?id_artigo=3906&are=20&area_88desc=sistemas+de+produ%E7%E3o&dir=rada+restecnicos/artigos.asp)>. Acesso em: 22 out. 2010.

BRANDT JÚNIOR, R. T.; ANDERSON, S. J. Supplemental fat source affects feedlot performance and carcass traits of finishing yearling steers and estimated diet net energy value. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 2208, 1990.

BRONDANI, I. L. et al. Efeito de dietas que contêm cana-de-açúcar ou silagem de milho sobre as características das carcaças de novilhos confinados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 197-202, fev. 2006.

BULLOCK, K. D. et al. Comparison of real-time ultrasound and other live measures to carcass measures as predictors of beef cow energy stores. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 10, p. 3908-3916, 1991.

CHALUPA, W. Chemical control of rumen microbial metabolism. In: DIGESTIVE physiology and metabolism in ruminants. Lancaster: MTP, 1980. p. 325-347.

CLARY, E. M. et al. Supplemental fat and ionophores in finishing diets: feedlot performance and ruminal digesta kinetics in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 3115-3123, 1993.

CORL, B. A. et al. The role of  $\Delta^9$ -desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA. **The Journal of Nutrition Biochemistry**, Stoneham, v. 12, p. 622-630, 2001.

COSTA, D. P. B. Características da carne de novilhos Nelore alimentados com caroço de algodão. 2009. 69 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2009.

COSTA, D. P. B. et al. Características de carcaça de novilhos inteiros nelore e F1 nelore x holandês. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 4, p. 687-696, out./dez. 2007.

DESCHAMPS, F. C. et al. Avaliação do perfil dos ácidos graxos de cadeia longa na carcaça de vacas de descarte recebendo dietas com ou sem monensina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD ROM.

DI MARCO, O. N.; BARCELLOS, J. O. J.; COSTA, E. C. **Crescimento de bovinos de corte**. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 276 p.

DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. **British Journal of Nutrition**, London, v. 78, p. 15-35, 1997. Suppl. 1.

DUCKETT, S. K. et al. **Effect of nutrition and management practices on marbling deposition and composition**. 2003. Disponível em: <<http://www.cabprogram.com/cabprogram/sd/articles/duckett.html>> . Acesso em: 4 fev. 2010.

EIFERT, E. C. et al. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e monensina no início da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 219-228, 2006.

EIFERT, E. C. **Fontes de carboidratos, óleo de soja e monensina para vacas lactantes**: desempenho, digestibilidade, parâmetros ruminais e perfil de ácidos graxos do leite. 2004. 117 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

ELLIOT, J. P.; DRACKLEY, J. K.; BEAULIEU, A. D. Effects of saturation and esterification of fat sources on site and extent of digestion in steers: Digestion of fatty acids, triglycerides, and energy. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 1919-1929, 1999.

ENSMINGER, M. E.; OLDFIELD, J. E.; HEINEMANN, W. W. **Feeds & Nutrition**. 2. ed. California: The Ensminger, 1990. 1544 p.

EVANS, E. M.; BROWN, J. M.; McINTOSH, M. K. Isomer-Specific effects of conjugated linoleic acid (CLA) on adiposity and lipid metabolism. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v. 13, p. 508-516, 2002.

FAUCITANO, L. P. Y. et al. Comparison of alternative beef production systems based on forage finishing or grain-forage diets with or without growth promotants: meat quality, fatty acid composition, and overall palatability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 1678-1689, 2008.

FELTON, E. E. D.; KERLEY, M. S. Performance and carcass quality of steers fed different sources of dietary fat. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p.1794-1805, 2004.

FIESER, B.G.; HORN, G.W.; EDWARDS, J.T. Effects of energy, mineral supplementation, or both, in combination with monensina on performance of steers grazing winter wheat pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 3470-3480, 2007.

FIorentini, G. **Fontes lipídicas na terminação de novilhas**. 2009. 73 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

FREITAS, A. K. **Características da carcaça, da carne e perfil dos ácidos graxos de novilhos Nelore inteiros ou castrados em duas idades**. 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) –Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

FREITAS, A. K. et al. Características de carcaças de bovinos Nelore inteiros vs castrados em duas idades, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 6, p. 1055-1062, 2008.

FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, Nov. 2000.

GARCIA, W. R. **Processamento da soja grão e do caroço de algodão em dietas de vacas leiteiras**. 2005. 91 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

GESUALDI JÚNIOR, A. et al. Características de carcaça de bovinos Nelore e Caracu para peso aos 378 dias de idade recebendo alimentação restrita ou à vontade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 131-138, jan./fev. 2006.

GILLIS, M. H.; DUCKETT, S. K.; SACKMANN, J. R. Effects of supplemental rumen- protect conjugated linoleic acid or corn oil on fatty acid composition of adipose tissues in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 1419-1427, 2004.

GIVENS, D. I. The role of animal nutrition in improving the nutritive value of animal-derived foods in relation to chronic disease. **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 64, n. 3, p. 395-402, Aug. 2005.

GONÇALVES, A.; DOMINGUES, J. D. Uso de gordura protegida na dieta de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, [S. l.], v. 4, n. 5, p. 475-486, set./out. 2007.

GOODRICH, R. D. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 6, p. 1484-1494, 1984.

HORN, G. W. et al. Designing supplements for stocker cattle grazing wheat pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 96-78, 2005.

HUSSEIN, H. S.; MERCHEN, N. R.; FAHEY JÚNIOR, G. C. Effects of forage level and canola seed supplementation on site and extent of digestion of organic matter, carbohydrates, and energy by steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 2458-2468, 1995.

IPHARRAGUERRE, I. R.; CLARK, J. H. Usefulness of ionophores for lactating dairy cows: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 106, p. 39-57, 2003.

ITO, R. H. **Desempenho e qualidade da carne de bovinos terminados em confinamento suplementados com óleo de soja e semente de linhaça**. 2005. 63 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Faculdade de Zootecnia, Maringá, 2005.

JAEGER, S. M. P. L. et al. Características da carcaça de bovinos de quatro grupos genéticos submetidos a dietas com ou sem adição de gordura protegida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1876-1887, 2004. (Supl. 1).

JENKINS, T. C. et al. Board- invited review: recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 397-412, 2008.

KHORSHIDI, K. J. et al. The effect of monensin and supplemental fat growth performance, blood metabolites and commercial productivity of zel lamb. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Faisalabad, v. 11, p. 2395-2400, 2008.

KRITCHEVSKY, D. et al. Influence of conjugated linoleic acid (CLA) on establishment and progression of atherosclerosis in rabbits. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 19, p. 472-477, 2000. Suppl.

KUSS, F. et al. Características da carcaça de vacas de descarte terminadas em confinamento recebendo dietas com ou sem adição de monensina. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 1, p. 83-90, jan./mar. 2009.

KUSS, F. et al. Perfil de ácidos graxos e qualidade da carne de vacas de descarte terminadas em confinamento recebendo dietas com ou sem adição de monensina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1518-1521, set./out. 2006.

LALLO, F. H.; PRADO, I. N. Diferentes fontes de lipídeos na alimentação humana. In: PRADO, I. N. (Org.). **Conceitos sobre a produção com qualidade de carne e leite**. Maringá: EDUEM, 2004. p. 9-34.

LANA, R. P. **Effects of monensin on ruminal bacteria, ruminal fermentation and feedlot performance**. 1997. 87 p. Thesis (Doctor of Philosophy) - Cornell University, Ithaca, 1997.

LARICK, D. K.; TURNER, B. E. Flavor characteristics of forage and grain fed beef as influenced by phospholipids and fatty acid composition differences. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 55, n. 2, p. 312-368, Apr. 1990.

LOBATO, J. F. P.; FREITAS, A. K. Carne bovina: mitos e verdades. In: CACHAPUZ, J. M.; TROIS, R. A. (Org.). **Pecuária competitiva**. Porto Alegre: Ideograf, 2006. v. 14, p. 93-115.

LOPES, L. S. **Características de carcaça e perfil de ácidos graxos da carne de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento**. 2010. 126 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

LUCHIARI FILHO, A. **O rendimento da carcaça bovina**. 2002. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br>>. Acesso em: 20 out. 2009.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: A. Luchiani Filho, 2000. 134 p.

Mc GUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L. F.; WILKINSON, J. I. D. Ionophores for dairy Cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p. 194-203, 2001. Suppl.

MENEZES, L. F. G. et al. Características da carcaça de novilhos de gerações avançadas do cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, p. 933-944, 2005.

MENEZES, L. F. G. et al. Perfil de ácidos graxos de cadeia longa e qualidade da carne de novilhos terminados em confinamento com diferentes níveis de monensina sódica na dieta. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n.1, p. 186-190, 2006.

MIR, P. S. et al. Conjugated linoleic acid–enriched beef production. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 79, n. 6, p. 1207-1211, June 2004. Suppl.

MIR, P. S. et al. Dietary manipulation to increase conjugated linoleic acids on other desirable fatty acids in beef: A review. **Canadian of Animal Science**, Ottawa, v. 3, p. 673-685, 2003.

MOLETTA, J. L. Utilização de soja grão ou caroço de algodão, na terminação de bovinos de corte em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** São Paulo: Gnosis, 1999. 1 CD ROM.

MOURTHER, M. H. F. et al. Suplemento múltiplo com ionóforos para novilhos em pasto: consumo, fermentação ruminal e degradabilidade in situ. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 1, p. 129-135, 2011.

MÜLLER, M. et al. Diferentes fontes de gordura sobre o desempenho e características da carcaça de novilhas de corte confinadas. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 131-137, 2005.

NAGARAJA, T. G. et al. Manipulation of ruminal fermentation In: HOBSON, N. P. (Ed.). **Rumen microbial ecosystem**. London: Blackie, 1997. p. 523-631.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington: National Academy, 1996. 242 p.

NELSON, M. L. et al. Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed barley-potato product finishing diets: feedlot performance, carcass traits, appearance, water binding, retail storage, and palatability attributes. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 3600-3610, 2004.

NGIDI, M. E. et al. Effects of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance, carcass characteristics and ruminal metabolism of steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 2555, 1990.

NOCI, F. et al. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: influence of the duration of grazing. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 5, p. 1167-1178, May 2007.

OLIVEIRA, D. M. **Características de carcaça e qualidade da carne de novilhos zebuínos recebendo diferentes grãos de oleaginosas**. 2010. 107 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

OLIVEIRA, M. V. M. et al. Desempenho de novilhas holandesas confinadas com dietas com diferentes níveis de monensina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 9, p. 1835-1840, 2009.

OLIVEIRA, R. L. et al. Desempenho produtivo e custos com alimentação de novilhos bubalinos alimentados com dietas com diferentes fontes de lipídeos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 36, n. 3, p. 727-732, 2007.

OLIVEIRA, J. S. et al. Efeito da monensina e extrato de própolis sobre a produção de amônia e degradabilidade in vitro da proteína bruta de diferentes fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 2, p. 504-510, 2004.

OLIVEIRA, D. M. et al. Fatty acid profile and qualitative characteristics of meat from Zebu steers fed with different oilseeds. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 8, p. 2546-2555, Aug. 2011.

OSCAR, T. P. et al. Performance, methanogenesis and nitrogen metabolism of finishing steers fed monensin and nickel. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, p. 887-896, 1987.

- PACHECO, P. S. et al. Características das partes do corpo não-integrantes da carcaça de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 1678-1690, set./out. 2005.
- PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T. et al. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 287-310.
- PARK, Y. et al. Evidence that the Trans-10 cis-12 isomer of conjugated linoleic acid induces body composition changes in mice. **Lipids**, Champaign, v. 34, p. 235-241, 1999.
- PARODI, P. W. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, p. 1339-1349, 1999.
- PAULINO, M. F. et al. Soja grão e caroço de algodão em suplementos múltiplos para terminação de bovinos mestiços em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 484-491, 2002. (Supl.).
- PELEGRINI, L. F. V.; PIRES, C. C.; RESTLE, J. Efeitos de duas fontes protéicas sobre o desempenho de terneiros confinados. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 475-479, 2000.
- PESCE, D. M. C. **Efeito da dieta contendo caroço de algodão no desempenho, características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de novilhos Nelore confinados**. 2008. 139 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.
- RAES, K. et al. Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgian retail beef. **Meat Science**, Barking, v. 65, n. 4, p. 1237-1246, Dec. 2003.
- REIS, R. A.; MORAIS, J. A. S.; SIQUEIRA, G. R. Ingredientes destinados à nutrição animal: aditivos alternativos para a alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2., 2006, São Paulo. **Palestra...**São Paulo: CBNA - AMENA, 2006.

RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; BERNARDES, R. A. C. O novillo superprecoce. In: RESTLE, J. (Ed.). **Confinamento, pastagens e suplementação para produção de bovinos de corte**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999. p.191-214.

RESTLE, J. et al. Efeito da monensina sódica na composição física e nas características qualitativas da carcaça e da carne de novilhas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ/Gmosis, 2000a. 1 CD ROM.

RESTLE, J. et al. Efeito da monensina sódica sobre a composição física e as características qualitativas da carcaça e da carne de vacas de descarte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ/Gmosis, 2000b. 1 CD ROM.

RITZENTHALER, K. L. et al. Estimation of conjugated linoleic acid intake by written dietary assessment methodologies underestimates actual intake evaluated by food duplicate methodology. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 131, n. 5, p. 1548-1554, 2001.

RODRIGUES, V. C. et al. Avaliação da composição corporal de bubalinos e bovinos através do ultrassom. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 5, p. 1174-1184, set./out. 2001.

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Minireview: effect of ionophore on ruminal fermentation. **Applied and environmental microbiology**, Washington, v. 55, p. 1-6, 1989.

SAINZ, D. R. Qualidade das carcaças e da carne ovina e caprina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 7.

SALLES, M. S. V.; LUCCHI, C. S. Monensina para bezerros ruminantes em crescimento acelerado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 573-581, 2000a.

SALLES, M. S. V.; LUCCHI, C. S. Monensina para bezerros ruminantes em crescimento acelerado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 2, p. 582-588, 2000b.

SANTOS, F. A. P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Fundep, 2006. p. 255-286.

SAUER, F. D. et al. Methane output and lactation response in Holstein cattle with monensin or unsaturated fat added to the diet. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 906-914, 1998.

SCOLLAN, N. D. et al. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**, London, v. 85, n. 1, p. 115-124, Jan. 2001.

SILVEIRA, A. C. et al. Sistema de produção de novilhos superprecoce. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1., 1999, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1999. p. 105-122.

SONG, M. K. et al. Conjugated linoleic acids content in M. longissimus dorsi of Hanwoo steers fed a concentrate supplemented with soybean oil, sodium bicarbonate-based monensin, fish oil. **Meat Science**, Barking, v. 85, p. 210–214, 2010.

SOUZA, A. A. A. **Características físico-químicas e sensoriais da carne de bovinos Nelore (Bos taurus indicus) alimentados com diferentes fontes de lipídeos e de selênio**. 2008. 72 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

SUTTER, F. et al. Comparative evaluation of rumen-protected fat, coconut oil and various oilseeds supplemented to fattening bulls: effects on growth, carcass and meat quality. **Archiv fur tierernahrung**, Berlin, v. 53, p. 1-23, 2000.

THEURER, M. L.; MCGUIRE, M. A.; SANCHEZ, W. K. **Sais de cálcio de ácidos graxos poliinsaturados fornecem mais EFA para vacas em lactação**. In: PACIFIC NORTHWEST NUTRITION CONFERENCE, 2002. Disponível em: <[http://www.qgncarbonor.com.br/includes/arquivos/artigos/nutricaoanimal/Elliot\\_Block\\_Rumen\\_Health\\_2004\\_rt.pdf](http://www.qgncarbonor.com.br/includes/arquivos/artigos/nutricaoanimal/Elliot_Block_Rumen_Health_2004_rt.pdf)> Acesso: 30 abr. 2008.

VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, I. Lipolysis and biohydrogenation of soybean oil in the rumen in vitro: inhibition by antimicrobials. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 2797-2806, 1995.

VARGAS, L. H. et al. Influência de Rumensin®, óleo de soja e níveis de concentrado sobre o consumo e os parâmetros fermentativos ruminais em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 1650-1658, 2001.

WADA, Y. F. et al. Grãos de linhaça e de canola sobre o desempenho, digestibilidade aparente e características de carcaça de novilhas nelore terminadas em confinamento. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 883-895, out./dez. 2008.

WANG, J. H. et al. Effect of monensin and fish oil supplementation on biohydrogenation and CLA production by rumen bacteria in vitro when incubated with safflower oil. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, Hamilton, v. 18, p. 221-225, 2006.

WANG, J. H. et al. Effect of monensin, fish oil or their combination on in vitro fermentation and conjugated linoleic acid (CLA) production by ruminal bacteria. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 120, n. 4, p. 341-349, 2005.

WOOD, J. D. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Barking, v. 66, n. 1, p. 21-32, Jan. 2003.

WOOD, J. D. et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: a review. **Meat Science**, Barking, v. 78, p. 343-358, 2008.

WOOD, J. D. et al. Nutritional modification of meat quality in ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇO EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 3., 2011, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: [s. n.], 2011.

ZINN, R. A.; BORQUES, J. L. Influence of sodium bicarbonate and monensin in utilization of a fat-supplemented, high-energy growing-finishing diet by feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 1, p. 18-25, 1993.

ZINN, R. A. et al. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 1738-1746, 2000.

**CAPÍTULO 2 Desempenho e características de carcaça de tourinhos alimentados com lipídeos e ionóforos**

## 1 INTRODUÇÃO

A pecuária moderna exige bovinos de alto desempenho, com alta eficiência alimentar e que produzam carcaças de boa qualidade. Nesse sentido, a nutrição animal exerce papel fundamental, pois por meio da dieta pode-se interferir no consumo, ganho de peso e qualidade da carcaça. Dentre os alimentos, as fontes de lipídeos vêm sendo recomendadas com o intuito de aumentar a densidade energética da dieta, evitando assim os efeitos nocivos de altas quantidades de concentrados ricos em amido sobre o ambiente ruminal (DOREAU; CHILLIARD, 1997).

Todavia, os ganhos de produção alcançados com a suplementação de gordura podem não ocorrer, pois, grande quantidade de ácidos graxos pode reduzir a digestibilidade da fibra no rúmen (ZINN; JORQUERA, 2007). Para evitar o efeito negativo dos lipídeos sobre o ambiente ruminal, a utilização de formas “protegidas” de lipídeos, como os sais de cálcio têm sido recomendadas. A utilização de grãos de oleaginosas também é uma opção, já que a disponibilidade dos ácidos graxos é menor do que as fontes de óleo “*in natura*”.

Tanto a soja grão como a gordura protegida são alimentos com alto teor energético e pesquisas têm demonstrado que o fornecimento de dietas de alta energia pode influenciar as características da carcaça, como: peso de carcaça, rendimento de carcaça quente (RCQ), área de olho de lombo (AOL) e deposição de gordura subcutânea (SITZ et al., 2004).

Outra forma de aumentar a eficiência da dieta e melhorar o desempenho e as características de carcaça seria através da inclusão de aditivos. Dentre os aditivos com essa capacidade, os ionóforos, como a monensina cumprem bem esse papel. O principal efeito deste aditivo está em manipular a fermentação ruminal, aumentando a formação de propionato e diminuir a formação de metano (LASCARO; CÁRDERAS, 2010). Dessa forma consegue-se melhor

eficiência energética, tanto dos microrganismos do rúmen quanto do próprio animal, podendo refletir em melhorias nas características de desempenho e carcaça. Como pode ser observado no estudo de Nagaraja et al. (1997), houve um aumento de 5% na eficiência energética animal em torno de 5%, com o uso da monensina, em virtude da maior energia retida, ocasionada pela maior produção de propionato e menor formação de metano.

Embora a gordura suplementar e os ionóforos sejam frequentemente utilizados em dietas de bovinos de corte em acabamento, existem poucos estudos que tratam do uso em conjunto desses alimentos. Dentre estes, Zinn (2000), não detectou efeitos de interação entre monensina e a suplementação de gordura. Entretanto, Brandt et al. (1988b, 1991), Brandt e Pope (1992), Brethour (1984) e Clary et al. (1993) encontraram as interações entre lipídeos e ionóforos, quando lasalocida ou monensina foram incluídos na dieta. Foi observada interação entre a gordura e os ionóforos para as proporções molares de acetato e propionato, influenciando, positivamente, a ingestão de matéria seca, o ganho de peso diário e a eficiência alimentar.

Recentemente, em estudo realizado por Song et al. (2010), com intuito de investigar os efeitos aditivos da monensina (30 ppm) e/ou óleo de peixe (0,7%), nas dietas com óleo de soja (7%) de novilhos nativos coreanos (Hanwoo), sobre desempenho e características de carcaça. Os autores concluíram que os suplementos alimentares não tiveram efeito sobre o peso de abate, espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo, em relação ao grupo-controle.

Objetivou-se, portanto, avaliar o desempenho e as características de carcaça de tourinhos Red Norte alimentados com grão de soja moído ou gordura protegida, suplementados ou não com monensina sódica.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, no período de junho a setembro de 2009. Foram utilizados 40 bovinos da raça Red Norte, com idade média de 20 meses e peso vivo inicial médio de  $359 \pm 47$  kg. Antes do experimento os animais foram pesados e tratados contra endo e ectoparasitas.

As dietas tiveram silagem de milho como volumoso e quatro diferentes tipos de concentrados foram utilizados, tendo como variáveis a inclusão de grão de soja moído ou gordura protegida (Megalac®) e a suplementação ou não do ionóforo monensina sódica (Rumenpac®). Portanto, cada tipo de dieta representou um determinado tratamento (Tabela 1). As dietas foram formuladas para atender as exigências de um ganho de peso diário de 1,4 kg/dia, segundo o National Research Council - NRC (1996). O ionóforo foi utilizado em uma dose diária de 230 mg de monensina sódica por cabeça por dia.

A duração do experimento foi de 84 dias, precedido de um período de 14 dias, para adaptação às dietas e instalações.

Os animais foram pesados no início do experimento e a cada 28 dias do período experimental, depois de jejum de 16 horas.

Os animais foram confinados em baias coletivas (divididas por tratamento), com 30 m<sup>2</sup> de área por animal, providas de comedouro de lona e bebedouro de concreto. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 07h00 e 14h00, na forma de ração total e ajustada diariamente para manter as sobras em torno de 5% do oferecido. O consumo de matéria seca do lote foi obtido uma vez por semana durante todo o experimento.

Uma vez por semana foram coletadas amostras dos ingredientes do concentrado, do concentrado e da silagem de milho.

Tabela 1 Composição percentual de ingredientes e bromatológica das dietas experimentais: grão de soja sem monensina (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP) e gordura protegida + monensina (GPM)

Ingredientes	Composição (%MS)			
	GS	GSM	GP	GPM
Silagem de Milho	40,0	40,0	40,0	40,0
Milho Integral	41,1	41,1	40,2	40,2
Farelo de Soja	-	-	13,8	13,8
Soja Grão	17,1	17,1	-	-
Núcleo Mineral	1,8	1,8	1,8	1,8
Megalac (GP)	-	-	4,2	4,2
Monensina	-	230 mg/dia	-	230 mg/dia
Nutrientes				
MS <sup>1</sup>	67,67	67,67	64,85	64,85
Proteína Bruta <sup>2</sup>	12,88	12,88	12,48	12,48
FDN <sup>2</sup>	30,88	30,88	28,02	28,02
CNF <sup>2</sup>	45,74	45,74	48,47	48,47
Extrato Étereo <sup>2</sup>	6,89	6,89	7,41	7,41

<sup>1</sup> - base da matéria natural, <sup>2</sup> - base da matéria seca

As análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) das dietas foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, de acordo com a Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1990). A concentração de fibra em detergente neutro (FDN) foi analisada segundo Goering & Van Soest (1970) e o FDN dos concentrados analisados segundo o procedimento descrito por Van Soest et al. (1991).

Os carboidratos não fibrosos foram determinados pela expressão:

$CNF = [100 - (\%PB + \%FDN + \%EE + \%Cinzas)]$ , segundo o NRC (1996).

O abate dos animais foi realizado utilizando a técnica de concussão cerebral e secção da veia jugular, seguido de remoção do couro e evisceração.

As carcaças foram identificadas, lavadas, divididas em duas metades, sendo estas pesadas individualmente e levadas à câmara fria, por aproximadamente 24 horas, à temperatura de 1°C.

Após o período de resfriamento, as meias-carcaças foram novamente pesadas para obtenção do peso de carcaça fria (PCF).

As leituras pH das carcaças foram realizadas no músculo *Longissimus dorsi*, entre a 11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> vértebra, logo após o abate e 24h após, com potenciômetro portátil (Digimed, M DM 20).

A espessura de gordura subcutânea (EGS) foi medida com auxílio de um paquímetro graduado, entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, a  $\frac{3}{4}$  da borda medial no lado esquerdo da carcaça fria, sobre o músculo *Longissimus dorsi*. A área de olho de lombo (AOL), também medida entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, foi delineada em papel transparência e determinada após leitura realizada em planímetro.

Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial 2 x 2 com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + Li + Mj + (LM)_{ij} + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = observação referente aos animais submetidos à i-ésima fonte de lipídeo (i=1-2) e j-ésima suplementação com monensina (1-2);

$\mu$  = média geral;

$Li$  = efeito da fonte de lipídeo (gordura protegida ou soja grão);

$Mj$  = efeito da suplementação com monensina (com ou sem);

$(LM)_{ij}$  = efeito da interação fonte de lipídeo e monensina;

$e_{ijk}$  = erro inerente a cada observação.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o PROC GLM do programa estatístico SAS 9.1 (SAS INSTITUTE, 2003). As médias foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ganho de peso médio diários dos animais não foi afetado pelas fontes de lipídeos durante os 84 dias de experimento (Tabela 2). Verifica-se que, apesar dos elevados teores de EE utilizados, o desempenho dos animais foi elevado, o que pode significar ausência de efeito negativo dos lipídeos sobre a digestibilidade da fibra e matéria seca da dieta, nos níveis utilizados dos ingredientes.

Tabela 2 Ganho de peso médio diário (GMD), consumo de matéria seca dos lotes (CMS), eficiência alimentar e erros padrões das médias de tourinhos alimentados com grão de soja (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP), gordura protegida + monensina (GPM) na dieta

Características	Dietas				EPM	Probabilidade		
	GS	GSM	GP	GPM		L	M	LxM
GMD 0-28dias(kg/dia)	2,16	2,17	2,29	1,95	0,15	0,79	0,30	0,27
GMD 0-56dias(kg/dia)	1,90	1,82	2,18	2,06	0,11	0,03	0,39	0,86
GMD 0-82dias(kg/dia)	1,71	1,67	1,83	1,83	0,08	0,11	0,81	0,81
CMS (kg/dia)	11,56	11,51	11,47	11,07	-	-	-	-
Eficiência Alimentar	0,147	0,138	0,150	0,162	-	-	-	-

L: efeito para a fonte de lipídeo; M: efeito para o uso da monensina; LxM: interação entre lipídeo e monensina

Como as dietas com gordura protegida e grão de soja apresentavam valor nutricional semelhante, era de se esperar que não se encontrasse diferença no desempenho dos animais. Todavia, os animais que consumiram a dieta com gordura protegida apresentaram maior ganho de peso no período de 0 a 56 dias de confinamento.

Aferri et al. (2005), alimentando animais com sais de cálcio de ácidos graxos e caroço de algodão, não encontraram diferenças significativas no ganho de peso médio diário. No entanto, Fiorentini (2009) observou que os animais que receberam a dieta contendo gordura protegida apresentaram maiores ganhos

médios diário, em relação aos animais que receberam grão de soja ou óleo de soja.

A utilização da monensina sódica nas dietas não afetou o ganho de peso dos animais, o que era o resultado esperado, visto que a monensina, normalmente, proporciona melhora na eficiência energética, devido ao aumento da produção do ácido propiônico, redução da relação acetato/propionato e diminuição da produção de metano (RUSSELL; STROBEL, 1989). Numericamente, a eficiência alimentar foi superior quando se utilizou dieta com monensina e gordura protegida, o que provavelmente não ocorreu quando se utilizou o grão de soja moído. Segundo Clary et al. (1993), a adição de gordura na dieta pode diminuir a magnitude desta contribuição dos ionóforos. Estes autores sugeriram que a resposta da terminação de bovinos recebendo ionóforos na dieta pode ser alterada pela suplementação de gordura, em parte como resultado de efeitos negativos da associação entre a monensina e AGIns sobre os microrganismos Gram +. Além disso, a atividade do ionóforo pode ser afetada pela gordura suplementar por outro mecanismo, o qual seria a solubilidade dos ionóforos em lipídeos (CZERKAWSKI; CLAPPERTON, 1984).

Boin et al. (1984) trabalhando com 135 mg/dia de monensina por animal obtiveram 8,3% de melhora na eficiência alimentar (EA) porém, sem diferenças no ganho de peso. Já Oliveira (2004), não observou diferenças significativas para GMD e EA, em trabalho realizado com animais recebendo 44 mg/kg MS de monensina na dieta.

Pode-se verificar que as dietas tiveram pouca influência sobre as características de carcaça. No entanto, estas apresentaram valores considerados altos (Tabela 3). Este fato pode ser justificado pela eficiência energética da dieta, já que a energia disponível para o animal influencia diretamente as características de carcaça.

Kuss et al. (2009), em estudo com vacas de descarte recebendo dietas com ou sem monensina, observaram que a adição de monensina sódica (200 mg/animal/dia) reduziu o peso e o rendimento de carcaça, resultado este o contrário do encontrado no presente trabalho. A importância do RCQ para o sistema de produção ocorre devido à forma de comercialização utilizada no Brasil, que remunera os produtores em função do peso da carcaça.

No presente estudo as carcaças dos animais Red Norte apresentaram pesos acima do mínimo exigido pelos frigoríficos brasileiros, sendo esta característica importante para o rendimento de cortes (LOPES, 2010). Carcaças com pesos distintos resultam em custos operacionais similares, pois demandam a mesma mão de obra e o mesmo tempo de processamento (COSTA et al., 2002).

Tabela 3 Peso vivo final (PVF), peso das carcaças quentes (PCQ), peso das carcaças frias (PCF), rendimento de carcaça quente (RCQ), área de olho de lombo (AOL), área de olho de lombo por 100 kg de carcaça fria (AOL/100kgCF), espessura de gordura subcutânea (EGS) e erros padrões das médias de bovinos alimentados com grão de soja (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP) e gordura protegida + monensina (GPM) na dieta

Características	Dietas				EPM	Probabilidade		
	GS	GSM	GP	GPM		L	M	LxM
PVF (kg)	498,9	483,1	498,9	514,9	18,66	0,40	0,99	0,40
PCQ (kg)	276,05	264,38	272,90	286,90	12,00	0,40	0,92	0,27
PCQ (@)	18,40	17,62	18,19	19,12	0,80	0,40	0,92	0,27
RCQ (%)	55,11	55,68	54,64	55,70	0,66	0,67	0,24	0,65
PCF (kg)	268,45	257,11	269,30	280,90	11,81	0,28	0,99	0,31
AOL (cm <sup>2</sup> )	73,77	70,0	72,54	77,17	2,96	0,31	0,88	0,15
AOL(cm <sup>2</sup> /100kgCF)	27,86	27,15	28,79	27,82	1,29	0,52	0,50	0,91
EGS (mm)	4,21	4,27	4,98	5,10	0,54	0,13	0,87	0,95

L: efeito para a fonte de lipídeo; M: efeito para o uso da monensina; LxM: interação entre lipídeo e monensina

Fiorentini (2009), apesar de encontrar peso vivo final maior para os animais alimentados com gordura protegida (Magalac-E®), também não observou diferença em relação ao grão de soja e óleo de soja para o PCQ, o

rendimento de carcaça, área de olho de lombo e espessura de gordura de cobertura. Por outro lado, Ngidi et al. (1990) relataram que o peso de carcaça quente foi menor com a adição de sabão de cálcio.

As dietas não influenciaram a AOL/100 kg CF ou AOL(cm<sup>2</sup>), sendo que seus valores foram próximos ao preconizado como mínimo por Luchiari Filho (2000), ou seja, 29 cm<sup>2</sup>/100 kg CF. Resultado semelhante foi observado por Aferri et al. (2005), no qual animais recebendo dietas com sais de ácidos graxos ou caroço de algodão não apresentaram diferenças na área de olho de lombo. Este resultado também foi constatado por Zinn et al. (2000), que alimentaram novilhos holandeses com dietas de sais de cálcio de ácidos graxos e gordura animal, até o nível de 6% .

A EGS não foi influenciada pelas diferentes fontes de lipídeos e pelo uso da monensina sódica. A EGS encontrada nos animais do presente estudo esteve dentro dos valores preconizados para a obtenção de carcaças com acabamento mediano (3 a 6 mm). De acordo com Felício (1997), a gordura subcutânea pode afetar, diretamente, a velocidade de resfriamento da carcaça, comportando-se como isolante térmico e interferindo, positivamente, no processo de conversão do músculo em carne. Segundo Costa et al. (2002), EGS superior a 6 mm implica que seja realizado o **toalete** antes da pesagem da carcaça, acarretando perda de peso da carcaça.

Não foi observada influência das fontes de lipídeos e do ionóforo sobre os valores de pH inicial e pH final da carcaça (Tabela 4). O pH inicial esteve dentro da faixa considerada ideal, que deve variar entre 6,9 e 7,2 (GEAY et al., 2001), assim como os valores de pH final, que devem estar entre 5,4 e 5,8 após 24 horas *post mortem* (MACH et al., 2008).

Tabela 4 Médias e erros padrões do pH inicial (pHi) e final (pHf) de bovinos alimentados com grão de soja (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP) e gordura protegida + monensina (GPM) na dieta

Características	Dietas				EPM	Probabilidade		
	GS	GSM	GP	GPM		L	M	LxM
pHi	7,13	7,1	7,07	7,07	0,10	0,70	0,89	0,89
pHf	5,56	5,51	5,45	5,54	0,08	0,62	0,77	0,39

L: efeito para a fonte de lipídeo; M: efeito para o uso da monensina; LxM: interação entre lipídeo e monensina

O pH final corresponde ao acúmulo de ácido láctico, proveniente das reservas de glicogênio e, normalmente, bovinos suplementados com grãos possuem maior disponibilidade de glicogênio no momento do abate e menor pH final na carne (NEATH et al., 2007). No presente experimento o teor da principal fonte de amido, milho grão, foram semelhantes entre as dietas, o que explica a ausência de efeito sobre o pH da carne. No entanto, verifica-se que dietas com alta inclusão de lipídeos não influenciam negativamente esta característica.

#### **4 CONCLUSÃO**

O ganho de peso e as características de carcaça não foram influenciados quando bovinos foram alimentados com dietas contendo grão de soja moído ou gordura protegida, com a inclusão ou não do ionoforo monensina sódica. No entanto, esses animais apresentaram alta eficiência alimentar.

## REFERÊNCIAS

- AFERRI, G. et al. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 1651-1658, 2005.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 12th ed. Washington, 1990. 1094 p.
- BOIN, C. et al. A monensina sódica no ganho de peso e na conversão alimentar de zebuínos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 3, p. 247-255, 1984.
- CLARY, E. M. et al. Supplemental fat and ionophores in finishing diets: feedlot performance and ruminal digesta kinetics in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 3115-3123, 1993.
- COSTA, E. C. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 417-428, jan./fev. 2002. Supl.
- FELÍCIO, P. E. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PRODUÇÃO DO NOVILHO DE CORTE, 4., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 79-97.
- FIorentini, G. **Fontes lipídicas na terminação de novilhas**. 2009. 73 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.
- GEAY, Y. et al. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on diet value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, Paris, v. 41, p. 1-26, 2001.
- KUSS, F. et al. Características da carcaça de vacas de descarte terminadas em confinamento recebendo dietas com ou sem adição de monensina. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 1, p. 83-90, jan./mar. 2009.

LOPES, L. S. **Características de carcaça e perfil de ácidos graxos da carne de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento**. 2010. 126 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134 p.

MACH, N. et al. Association between animal, transportation, slaughterhouse practices, and meat pH in beef. **Meat Science**, Barking, v.78, p.232-238, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington: National Academy, 1996. 242 p.

NEATH, K.E.; DEL BARRIO, A.N.; LAPITAN, R.M. et al. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meat and beef during post mortem aging. **Meat Science**, Barking, v. 75, p. 499-505, 2007.

NGIDI, M. E. et al. Effects of calcium soaps of long-chain fatty acids on feedlot performance, carcass characteristics and ruminal metabolism of steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 2555, 1990.

OLIVEIRA, M. G. **Desempenho de bovinos confinados suplementados com diferentes ionóforos**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, 2004.

RUSSELL, J. B.; STROBEL, H. J. Minireview: effect of ionophore on ruminal fermentation. **Applied and environmental microbiology**, Washington, v. 55, p. 1-6, 1989.

SAS INSTITUTE. **SAS User's Guide**: statistics, version. 9.1 edition. Cary: SAS Institute, 2003.

Zinn RA, Jorquera AP. Feed value of supplemental fats used in feedlot cattle diets. **Vet Clin North Am Food Anim Pract**. 2007 Jul;23(2):247-68, vi-vii. Review.

ZINN, R. A. et al. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 1738-1746, 2000.



**CAPÍTULO 3 Características qualitativas e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos alimentados com lipídeos e ionóforo**

## 1 INTRODUÇÃO

A carne de bovinos, quando comparada à carne de não ruminantes, apresenta altos teores de ácidos graxos saturados (AGS). No entanto, esses teores são inferiores a 50%, e do total, aproximadamente 30% são do ácido esteárico (C18:0), que não apresenta efeito sobre os níveis de colesterol sanguíneo (LADEIRA; OLIVEIRA, 2007). Entretanto, este fato não é suficiente para melhorar a imagem da carne para os consumidores, os quais justificam o menor consumo desse alimento devido à maior presença de gordura saturada, em relação à carne de outros animais.

Dessa forma, atualmente, um dos focos principais das pesquisas com nutrição de bovinos de corte é tentar manipular o perfil de ácidos graxos na carne, aumentando a concentração de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), e do ácido linoleico conjugado (CLA), os quais podem resultar na produção de alimento de melhor qualidade para o consumo humano (KAZAMA et al., 2008) e servir de ferramenta para a promoção da carne bovina pela indústria frigorífica.

O aumento da concentração de AGPI traz benefícios à saúde humana devido à participação desses em processos metabólicos vitais, como estrutura de membranas e processos imunológicos (COOK et al., 2001; VARELA et al., 2004). Todavia, a alta concentração de AGPI na carne pode acarretar problemas relacionados à vida de prateleira e características sensoriais, como cor e sabor. De acordo com Wood et al. (2003), a composição dos ácidos graxos do músculo afeta sua estabilidade oxidativa, sendo que os AGPI estão mais sujeitos à oxidação.

Uma das principais formas de se alterar a composição da carne seria através da manipulação da dieta oferecida aos bovinos, com a elevação dos teores de extrato etéreo. Dentre as principais fontes de lipídeos, destaca-se o

grão de soja, devido seu alto valor nutricional e sua grande disponibilidade no território brasileiro. Outra fonte de lipídeo importante é a gordura protegida ou sabões de cálcio, que apresentam baixa liberação de AGI no rúmen e poderiam aumentar a deposição destes na carne.

A utilização de ionóforos às dietas dos ruminantes pode ser também uma forma de alterar a atividade microbiana ruminal sobre os lipídeos da dieta, reduzindo a biohidrogenação. Estudos *in vitro* têm demonstrado que as taxas de hidrólise dos triglicerídios e de biohidrogenação dos ácidos graxos foram reduzidas na presença de monensina (FELLNER et al., 1997; VAN NEVEL; DEMEYER, 1995) e Eifert (2004), por sua vez, verificou que a proporção de ácidos graxos insaturados do leite foi mais alta em vacas recebendo dietas com monensina.

Todavia, até o momento não foram encontrados trabalhos na literatura que avaliaram a associação de lipídeos à monensina sódica sobre a qualidade da carne. A base para esta interação está relacionada aos efeitos similares da gordura e dos ionóforos sobre a fermentação ruminal (CLARY et al., 1993).

Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar as características qualitativas e o perfil de ácidos graxos na carne de tourinhos alimentados com grão de soja moído ou gordura protegida, suplementados ou não com ionóforos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG, no período de junho a setembro de 2009. Foram utilizados 40 bovinos da raça Red Norte, com idade inicial média de 20 meses e peso vivo inicial médio de  $359 \pm 47$  kg. Antes do experimento os animais foram pesados e tratados contra endo e ectoparasitas.

As dietas tiveram a silagem de milho como volumoso e quatro diferentes tipos de concentrados foram utilizados, tendo como variáveis a adição de fontes de lipídeos: grão de soja moído e gordura protegida oriunda de óleo de soja (Megalac®), e a inclusão ou não do ionóforo monensina sódica (Rumenpac®). Portanto, cada tipo de dieta representou um determinado tratamento (Tabela 1). O ionóforo foi utilizado em uma dose diária de 230 mg de monensina sódica por cabeça por dia.

Tabela 1 Composição percentual de ingredientes e bromatológica das dietas experimentais: grão de soja (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP) e gordura protegida + monensina (GPM)

Ingredientes	Composição (%MS)			
	GS	GSM	GP	GPM
Silagem de Milho	40,0	40,0	40,0	40,0
Milho Integral	41,1	41,1	40,2	40,2
Farelo de Soja	-	-	13,8	13,8
Soja Grão	17,1	17,1	-	-
Núcleo Mineral	1,8	1,8	1,8	1,8
Megalac (GP)	-	-	4,2	4,2
Monensina	-	230 mg/dia	-	230 mg/dia
Nutrientes				
MS <sup>1</sup>	67,67	67,67	64,85	64,85
Proteína Bruta <sup>2</sup>	12,88	12,88	12,48	12,48
FDN <sup>2</sup>	30,88	30,88	28,02	28,02
CNF <sup>2</sup>	45,74	45,74	48,47	48,47
Extrato Étereo <sup>2</sup>	6,89	6,89	7,41	7,41

<sup>1</sup> - base da matéria natural, <sup>2</sup> - base da matéria seca

A duração do experimento foi de 84 dias, precedido de um período de 14 dias para adaptação às dietas e instalações.

Os animais foram pesados no início do experimento e a cada 28 dias do período experimental, depois de jejum de 16 horas.

Os animais foram confinados em baias coletivas, com 30 m<sup>2</sup> de área por animal, providas de comedouro de lona e bebedouro de concreto. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia, às 07h00 e 14h00, na forma de ração total e ajustadas para manter as sobras em 5% do oferecido.

Uma vez por semana foram coletadas amostras dos ingredientes **do concentrado** e da silagem de milho. As análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) das rações foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA, de acordo com a Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1990). A concentração de fibra em detergente neutro (FDNcp) foi analisada segundo Goering & Van Soest (1970) e o FDN dos concentrados analisados segundo o procedimento descrito por Van Soest et al. (1991).

Os carboidratos não fibrosos foram determinados pela expressão:

$CNF = [100 - (\%PB + \%FDN + \%EE + \%Cinzas)]$ , segundo o National Research Council - NRC (1996).

O abate dos animais foi realizado utilizando a técnica de concussão cerebral e secção da veia jugular, seguido de remoção do couro e evisceração. As carcaças foram identificadas, lavadas, divididas em duas metades, sendo estas pesadas individualmente e levadas à câmara fria, por aproximadamente 24 horas, à temperatura de 1°C.

Na desossa, às 24h *post mortem*, foram coletadas amostras do músculo *Longissimus dorsi* (LD), da meia carcaça esquerda, para as análises físico-químicas (cor, TBARS), de composição centesimal e perfil de ácidos graxos.

Para a determinação da composição centesimal, amostras de carne foram homogeneizadas em multiprocessador até a obtenção de uma massa homogênea. A proteína bruta foi quantificada pelo método de Kjeldahl, o extrato etéreo foi extraído pelo método de Soxhlet, a umidade em estufa a 105°C por 24 horas e as cinzas em mufla a 550°C.

Para analisar a estabilidade dos lipídeos, o teor de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) foi determinado usando a técnica de precipitação ácida descrita por Pensel (1990). Foram utilizados 50 g do LD, após passarem por maturação nos tempos 0,7,14 e 21 dias, os quais estavam armazenados congelados em *freezer* em embalagens plásticas. Destas, retirou-se 10 g, sendo 8 g de carne e 2 g de gordura. Estas amostras foram previamente trituradas em multiprocessador, no qual foram adicionados 0,2 mL de antioxidante BHT (0,03%) e 50 mL de água destilada e homogeneizada por 1 minuto. Após a homogeneização, as amostras foram transferidas para um balão de 250 mL de capacidade, contendo pedaços de porcelana, no qual foram adicionados 50 mL de solução de HCl 4 M. Posteriormente, as amostras foram destiladas em manta aquecedora a 100°C, até a coleta de 50 mL de destilado. Do destilado foram transferidos 5 mL para um tubo de ensaio e adicionados 5 mL de solução 0,02 M de TBA (ácido tio-barbitúrico). Os tubos de ensaio ficaram em banho-maria com água em ponto de ebulição por 35 minutos. A seguir, foram resfriados em água corrente. Por fim fez-se a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 530 nm.

O valor de TBARS, expresso em mg de malonaldeído/kg de carne, foi obtido multiplicando-se a absorbância por 7,8.

O perfil de AGs foi determinado por cromatografia gasosa de alta resolução. Os lipídeos foram extraídos em clorofórmio e metanol na proporção de 2:1, seguindo metodologia descrita por Folch et al. (1957), sendo esterificados segundo Hartman e Lago (1973). Uma amostra de

aproximadamente 5 mL de extrato lipídico foi concentrada em banho-maria a 45°C, com nitrogênio gasoso, procedendo-se a saponificação com solução de hidróxido de sódio em metanol 0,5 M, seguida de metilação com cloreto de amônio, metanol e ácido sulfúrico. Após a metilação, 5 mL de hexano foram adicionados e agitados por 10 segundos para separação dos ácidos graxos esterificados. Em seguida 3 mL da porção sobrenadante (hexano e ácidos metilados) foram retirados e concentrados novamente em banho-maria a 45°C, com nitrogênio gasoso. No ato da injeção, esse extrato foi diluído com 1 mL de hexano e 1 µL dessa solução foi injetada em cromatógrafo a gás com detector de chama (Shimadzu, CG-2010) equipado com coluna capilar de dimensões: 100 m x 0,25 mm x 0,20 µm (Supelco – SP2560).

As condições cromatográficas foram: temperatura inicial da coluna de 140°C por 5 minutos e elevação de 4°C/minuto até 240°C. Após, 240°C manutenção por 30 minutos. A temperatura do injetor foi mantida a 260°C e a do detector, também, a 260°C.

Os diferentes ácidos graxos foram identificados por comparação com os tempos de retenção apresentados pelo padrão cromatográfico de C4:0 a C24:0 (Supelco<sup>TM</sup>37 Componente FAME Mix, 100 mg Neat). As concentrações dos ácidos graxos foram determinadas pelas áreas de pico apresentadas no cromatograma para cada ácido, em relação à área total dos ácidos graxos identificados. Os dados foram expressos como porcentagem da área de cada ácido graxo.

As atividades das enzimas  $\Delta^9$  dessaturases e elongases foram determinadas conforme descrito por Malau-Aduli et al. (1997), por meio de índices matemáticos. O índice de aterogenicidade foi calculado, de acordo com Ulbricht e Southgate (1991), como indicador para o risco de doenças cardiovasculares. Os cálculos foram realizados da seguinte maneira:

$$\Delta^9 \text{ dessaturase 16: } 100 [(C16:1cis9)/(C16:1cis9 + C16:0)]$$

$$\Delta^9 \text{ dessaturase 18: } 100 [(C18:1cis9)/(C18:1cis9 + C18:0)]$$

$$\text{Elongase: } 100 [(C18:0 + C18:1cis9)/(C16:0 + C16:1cis9 + C18:0 + C18:1cis9)]$$

$$\text{Aterogenicidade: } [C12:0 + 4(C14:0) + C16:0]/\sum\text{AGS} + \sum\text{AGP}$$

Para determinação da coloração da carne, em quatro tempos de armazenagem: 0, 7, 14 e 21 dias, foi retirado uma amostra do LD, com 10 mm de espessura e 35 mm de diâmetro. A coloração foi medida utilizando o aparelho Minolta CR200 Chroma Meter (Minolta Co.). Foram realizadas seis leituras por fatia e a média das determinações foi utilizada na análise estatística. A determinação dos componentes da cor  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foi realizada após a retirada das peças das embalagens e expostas ao ar por 30 minutos, para oxigenação da mioglobina (ABULARACH; ROCHA; FELÍCIO, 1998). A leitura da cor foi realizada na superfície dos bifes, utilizando o sistema CIE  $L^*a^*b^*$ , iluminante D65 e 10° graus para observador padrão. Utilizou-se a calibração para um padrão branco, em que:  $L^*$  é o índice associado à luminosidade (0 = preto, 100 = branco);  $a^*$  é o índice que varia do verde (-) ao vermelho (+); e  $b^*$  do azul (-) ao amarelo (+) (HOUBEN et al., 2000).

As determinações do croma ( $C^*$ ) e ângulo de tonalidade ( $h^*$ ) foram realizadas de acordo com MacDougal (1994), utilizando-se as informações  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ , obtidas nas determinações colorimétricas, com as seguintes fórmulas:

$$C^* = ((a^*)^2 + (b^*)^2)^{0,5} \text{ e;}$$

$$h^* = \arctan (b^*/a^*).$$

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em arranjo fatorial 2 x 2 com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + Li + Mj + (LM)_{ij} + e_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = observação referente aos animais submetidos a  $i$ -ésima fonte de lipídeos ( $i=1-2$ ) e  $j$ -ésima suplementação com ionóforo (1-2);

$\mu$  = média geral;

$L_i$  = efeito da fonte de lipídeo (gordura protegida ou soja grão);

$M_j$  = efeito da suplementação com monensina (com ou sem);

$(LM)_{ij}$  = efeito da interação fonte de lipídeo e monensina ;

$e_{ijk}$  = erro inerente a cada observação

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando o PROC GLM do programa estatístico SAS 9.1 (SAS INSTITUTE, 2003). As médias foram analisadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas de cor e TBARs foram realizadas como medida repetida no tempo.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição do ionóforo monensina não influenciou a composição centesimal da carne (Tabela 2). Na composição centesimal, a gordura é o componente que apresenta maiores variações e, normalmente, as quantidades depositadas resultam do balanço entre energia da dieta e exigências metabólicas do animal (OLIVEIRA et al., 2011). Todavia, a provável maior disponibilidade energética com a utilização dos ionóforos não foi suficiente para aumentar a síntese de gordura intramuscular.

Tabela 2 Composição centesimal e erros padrões da média da carne de tourinhos alimentados com grão de soja (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP) e gordura protegida + monensina (GPM) na dieta

Características	Dietas				EPM	Probabilidade		
	GS	GSM	GP	GPM		L	M	LxM
Umidade (%)	74,94	75,19	73,97	73,95	0,32	<0,01	0,72	0,68
Cinzas (%)	1,19	1,18	1,14	1,13	0,01	<0,01	0,59	0,99
Proteína (%)	20,41	20,46	21,03	20,67	0,18	0,02	0,41	0,27
Extrato etéreo (%)	2,09	1,74	2,27	2,37	0,25	0,10	0,60	0,35

L: efeito para a fonte de lipídeo; M: efeito para o uso da monensina; LxM: interação entre lipídeo e monensina

De forma semelhante, Menezes et al. (2006), trabalhando com novilhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de monensina sódica, não encontraram diferenças significativas para os teores de umidade, cinzas, extrato etéreo e proteína da carne. Segundo Geay et al. (2001), a composição química dos músculos é relativamente constante, com aproximadamente 75% água, 19 a 25% proteínas e 1 a 2% de minerais e carboidratos.

No entanto, observou-se que a carne dos animais alimentados grão de soja apresentaram maiores teores de umidade e cinzas. O uso da gordura protegida aumentou o teor de proteína e apresentou tendência ( $P=0,10$ ) de também elevar o conteúdo de extrato etéreo na carne. Estes resultados ocorreram

devido ao menor teor de umidade no músculo dos animais que receberam esta dieta. Segundo Olivo e Olivo (2006), os teores de umidade e gordura apresentam correlação negativa, ou seja, quando o teor de gordura é mais elevado a umidade é menor e vice-versa. Todavia, normalmente os teores de umidade e proteína apresentam correlação positiva, o que não aconteceu neste estudo.

Diferentemente do encontrado neste estudo, Oliveira et al. (2011) não observaram diferenças na composição centesimal do músculo LD, ao trabalharem com bovinos alimentados com dietas contendo grão de soja, caroço de algodão ou semente de linhaça. Segundo Fernandes et al. (2009), o sexo dos animais apresenta maior influência sobre o teor de gordura no músculo do que o tipo de dieta.

Apesar de terem apresentado diferença, os teores de proteína da carne estão dentro da média esperada. A literatura cita que o teor de proteína total é pouco variável na carne bovina, sendo observado valores em torno de 20% da composição centesimal no músculo *Longissimus dorsi*, sem a gordura de cobertura, independentemente da alimentação, raça, grupo genético e condição fisiológica (ABRAHÃO et al., 2005, MARQUES et al., 2006; MENEZES et al., 2006; MOREIRA et al., 2003; SILVA et al., 2001).

Na Tabela 3 é representada a composição dos principais ácidos graxos da silagem e das fontes lipídicas utilizadas na dieta. Observa-se que o grão de soja apresenta maior teor de ácido linoleico (C18:2) e linolênico e total de ácidos graxos poli-insaturados, enquanto a gordura protegida apresenta em sua composição maior concentração de palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) e oleico (C18:1).

Tabela 3 Porcentagem dos principais ácidos graxos da silagem e das fontes de lipídeos utilizadas na dieta

Ácidos graxos		Soja grão	Gordura Protegida
Mirístico	C14:0	0,11	0,94
Palmitico	C16:0	12,01	19,48
Esteárico	C18:0	3,67	6,62
Oleico	C18:1 <i>c</i> 9	21,53	27,11
Linoleico	C18:2	53,62	31,03
Linolênico	C18:3	6,48	2,02
Araquidônico	C20:4 <i>n</i> 6	0,41	0,40
ΣAGS		15,79	27,04
ΣAGI		82,04	60,56
ΣAGMI		21,53	27,11
ΣAGPI		60,51	33,45

A monensina sódica, na quantidade utilizada, praticamente não alterou ( $P>0,29$ ) o perfil de ácidos graxos no músculo dos animais Red Norte alimentados com grão de soja ou gordura protegida (Tabela 4). Houve somente elevação no teor de ácido araquidônico, quando este aditivo foi utilizado.

Portanto, apesar da monensina alterar a microbiota ruminal, a dose utilizada neste experimento pode não ter sido suficiente para alterar de forma significativa a biohidrogenação ruminal.

As fontes de lipídeos não afetaram a concentração dos ácidos mirístico e palmítico no músculo dos animais, mesmo tendo a gordura protegida maior concentração destes ácidos, principalmente do palmítico. Este é um importante resultado para o uso da gordura protegida oriunda de óleo de soja, pois, de acordo com Woollett, Spady e Dietschy (1992), estes ácidos graxos interferem na função normal dos receptores de LDL no fígado, reduzindo sua remoção e aumentando sua concentração no plasma.

Tabela 4 Médias e erros padrões dos valores das concentrações dos ácidos graxos presentes no músculo de tourinhos alimentados com grão de soja (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP) e gordura protegida + monensina (GPM) na dieta

Ácidos graxos		Diets				EPM	Probabilidade		
		GS	GSM	GP	GPM		L	M	LxM
Láurico	C 12:0	0,29	0,26	0,39	0,34	0,06	0,12	0,52	0,83
Mirístico	C14:0	2,02	2,36	2,55	2,27	0,18	0,23	0,89	0,09
Miristoleico	C14:1 c9	0,32	0,31	0,56	0,48	0,05	<0,01	0,41	0,58
Pentadecanoico	C15:0	1,73	1,52	1,74	1,71	0,19	0,57	0,52	0,62
Palmitico	C16:0	20,92	23,63	23,73	22,68	1,02	0,35	0,40	0,06
Palmitoleico	C16:1 c9	2,33	3,24	3,54	3,27	0,31	0,04	0,29	0,06
Margárico	C17:0	0,70	0,74	0,54	0,54	0,05	<0,01	0,71	0,67
Heptadecenoico	C17:1	1,62	1,36	0,94	1,02	0,10	<0,01	0,34	0,10
Esteárico	C18:0	16,40	14,87	12,42	13,06	0,63	<0,01	0,47	0,08
Oleico	C18:1 c9	33,97	34,98	37,68	38,48	1,33	<0,01	0,48	0,93
CLA	C18:2 c9-t11	0,76	0,68	0,60	0,61	0,05	0,03	0,42	0,40
Linoleico	C18:2 c9-c12	10,77	9,54	7,32	7,70	1,02	0,01	0,66	0,42
Linolênico	C18:3 n3	0,31	0,32	0,49	0,47	0,02	<0,01	0,83	0,56
Araquidônico	C20:4 n6	0,03	0,04	0,05	0,08	0,01	<0,01	0,02	0,34

L: efeito para a fonte de lipídeo; M: efeito para o uso da monensina; LxM: interação entre lipídeo e monensina

Os animais que receberam a gordura protegida apresentaram maior teor de ácido oleico no músculo, que pode ser explicado pela proteção parcial desta fonte de lipídeo à biohidrogenação ruminal. Em trabalho realizado por Fiorentini (2009), foram encontrados valores semelhantes aos observados neste estudo para a concentração do ácido oleico (38,70%) no músculo de animais alimentados com dieta contendo 60% de silagem de milho e 40% de concentrado a base de gordura protegida (Megalac-E®).

O teor de CLA (C18:2 cis-9, trans-11) foi um pouco superior (15%) no músculo de animais alimentados com grão de soja e pode ser justificado pela maior exposição dos ácidos graxos da soja moída à biohidrogenação. Como o CLA é um intermediário da biohidrogenação ruminal do ácido linoleico (HARFOOT; HAZLEWOOD, 1997), quando ocorre seu escape do rúmen, ou seja, a biohidrogenação não for completa, este poderá ser absorvido pelo epitélio intestinal e fará parte da gordura animal (LADEIRA; OLIVEIRA, 2007). Alguns autores citam que a concentração de C18:2 cis-9 trans-11 na carne bovina pode variar de 0,17 a 1,08% (MENEZES et al., 2009; MIR et al., 2004; PADRE, 2006).

A maior concentração de ácido esteárico, quando a dieta com grão de soja foi utilizada, também pode ser justificada pela maior exposição de seus AGs à biohidrogenação ruminal. Na dieta de ruminantes, sem a inclusão de lipídeos, o principal ácido graxo é o linoleico e o ácido esteárico representa pouco mais de 2%. Porém, na chegada ao intestino delgado, o ácido esteárico passa a representar uma grande parcela dos ácidos graxos, enquanto o linoleico é reduzido a pouco mais de 10% (DUCKETT; ANDRADE, 2000).

A dieta com grão de soja promoveu maior concentração de ácido linoleico no músculo. Apesar da maior biohidrogenação dos AGs acontecer no rúmen dos animais alimentados com esta fonte de lipídeo, em relação à gordura protegida, o maior teor deste ácido graxo no grão de soja (Tabela 3) explica a

maior concentração no músculo, pois provavelmente ocorreu maior escape ruminal. Segundo Bauman et al. (2003), para a maioria das dietas, a extensão da biohidrogenação do ácido linoleico está entre 70 a 95%. Estes valores podem ser menores quando dietas com alto teor de concentrado são utilizadas, o que é atribuído à redução no pH ruminal e posteriormente na lipólise (VAN NEVEL; DEMEYER, 1996). A biohidrogenação também é afetada negativamente quando há excesso de lipídeos não protegidos, ou seja, quando se utiliza óleos nas dietas (JENKINS et al., 2008). Outro fator que pode afetar a biohidrogenação é a forma de processamento das oleaginosas (OLIVEIRA et al., 2011).

Diferente do encontrado para o ácido linoleico, o ácido linolênico apresentou maior concentração no músculo de animais que se alimentaram com gordura protegida, mesmo com a maior concentração deste AG graxo no grão de soja. Tal resultado pode ser justificado pela proteção dos ácidos graxos na gordura protegida, mas também pela maior extensão da biohidrogenação que ocorre no ácido linolênico (85 a 100%) (BAUMAN et al., 2003).

Semelhante ao que ocorreu no músculo, a monensina sódica não alterou ( $P>0,10$ ) o perfil de ácidos graxos na gordura subcutânea de praticamente todos os ácidos graxos estudados (Tabela 5).

TABELA 5 Médias e erros padrões dos valores das concentrações dos ácidos graxos presente na gordura subcutânea de tourinhos alimentados com grão de soja (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP) e gordura protegida + monensina (GPM) na dieta

Ácidos graxos		Diets				EPM	Probabilidade		
		GS	GSM	GP	GPM		L	M	LxM
Láurico	C12:0	0,07	0,07	0,08	0,09	0,005	<0,01	0,67	0,52
Mirístico	C14:0	3,15	3,09	3,86	3,54	0,21	<0,01	0,38	0,54
Miristoleico	C14:1 <i>c</i> 9	1,04	1,16	1,16	0,88	0,08	0,31	0,36	0,01
Pentadecanoico	C15:0	0,23	0,17	0,21	0,19	0,02	0,99	0,18	0,36
Palmitico	C16:0	22,73	23,63	25,21	24,46	0,63	0,01	0,90	0,18
Palmitoleico	C16:1 <i>c</i> 9	3,77	4,25	4,19	3,78	0,21	0,90	0,85	0,04
Margárico	C17:0	0,89	0,89	0,74	0,77	0,03	<0,01	0,64	0,61
Heptadecenoico	C17:1	0,69	0,83	0,66	0,53	0,05	<0,01	0,91	0,01
Esteárico	C18:0	22,88	19,38	17,76	18,79	1,25	0,02	0,31	0,06
Oleico	C18:1 <i>c</i> 9	37,35	39,22	41,05	41,50	1,48	0,04	0,42	0,62
CLA	C18:2 <i>c</i> 9- <i>t</i> 11	0,41	0,33	0,91	0,77	0,06	<0,01	0,10	0,62
Linoleico	C18:2 <i>c</i> 9- <i>c</i> 12	3,39	3,27	1,22	1,46	0,21	<0,01	0,80	0,39
Linolênico	C18:3 <i>n</i> 3	0,64	0,92	0,27	0,40	0,07	<0,01	<0,01	0,27
Araquidônico	C20:4 <i>n</i> 6	0,01	0,01	0,02	0,01	0,003	0,01	0,30	0,98

L: efeito para a fonte de lipídeo; M: efeito para o uso da monensina; LxM: interação entre lipídeo e monensina

Apenas o ácido linolênico foi influenciado, em que a gordura dos animais recebendo ionóforos apresentou maior concentração. A biohidrogenação é um obstáculo ao fornecimento de ácidos graxos insaturados para a deposição no tecido adiposo, pois, em dietas convencionais, quase todos os ácidos graxos poli-insaturados são extensivamente biohidrogenados (JENKINS et al., 1993). No entanto, os resultados indicam que as bactérias da espécie *Clostridium proteoclastrum*, responsáveis pelos passos finais da biohidrogenação (JENKINS et al., 2008), podem ter tido seu crescimento reduzido com a utilização da monensina. A classificação desta bactéria como gram positiva (ATTWOOD; REILLY; PATEL, 1996) sustenta esta afirmação.

Outras pesquisas também demonstraram que a taxa de hidrólise dos triglicerídeos e de biohidrogenação dos ácidos graxos foram reduzidas com a adição de monensina na dieta (FELLNER et al., 1997; VAN NEVEL; DEMEYER, 1995).

A dieta com grão de soja fez com que houvesse menor concentração dos ácidos: láurico, mirístico e palmítico. Por outro lado, o teor de esteárico se elevou. Estes resultados demonstram que a alimentação com grão de soja reduziu na gordura subcutânea a concentração dos ácidos graxos saturados hipercolesterolêmicos. O ácido esteárico, segundo Sinclair (1993), teria efeito nulo, pois pode ser convertido em ácido oleico no organismo, não influenciando os níveis sanguíneos de colesterol. Ainda, de acordo com Mir et al. (2000), o ácido esteárico apresenta grande importância no fator sensorial da carne, sendo observada maior nota em painel de degustação para cortes com maiores concentrações deste ácido graxo.

A inclusão de gordura protegida aumentou a concentração de ácido oleico e CLA na gordura subcutânea. Da mesma forma que no músculo, o ácido oleico apresentou maiores concentrações quando a gordura protegida foi utilizada, devido à maior proteção ruminal de seus ácidos graxos. A maior

concentração de oleico neste ingrediente também explica este resultado. Segundo Freitas (2006), o C18:1 representa o ácido graxo de maior concentração na carne de bovinos, representando 88% dos AGMI. Em relação ao CLA, o aumento foi bem significativo, ou seja, a concentração foi 2,3 vezes maior quando se utilizou a gordura protegida (0,84 *versus* 0,37). No entanto, as concentrações dos ácidos graxos essenciais, linoleico e linolênico, foram superiores na gordura dos animais alimentados com grão de soja, o que provavelmente também ocorreu devido ao maior teor destes na soja. Nesta situação a biohidrogenação ruminal é reduzida, mesmo com o processo de moagem, porque a casca do grão impede que parte dos ácidos graxos sofra lipólise e seja biohidrogenada, fazendo com que haja a absorção de AGI no intestino delgado. Segundo Duckett e Andrade (2000) a proteção da gordura pode resultar da formação de complexos de ácidos graxos com sais de cálcio, da proteção com proteína protegida, que tornam a gordura indisponível quimicamente para a biohidrogenação ruminal, ou das sementes de oleaginosas, que são fisicamente protegidas da biohidrogenação pelas suas cascas.

A dieta com gordura protegida promoveu maiores concentrações de ácidos graxos insaturados e monoinsaturados no músculo dos animais. Este aumento é decorrente da maior concentração de ácido oleico na gordura protegida. Este ácido graxo é desejável por ter ação hipocolesterolêmica, com a vantagem de não reduzir o HDL (colesterol bom), atuando, assim, contra doenças coronarianas (LOBATO; FREITAS, 2006). Entretanto, a dieta com grão de soja proporcionou maior concentração de AGPI no músculo dos animais, pois apresenta maior concentração de linoleico e linolênico. Oliveira et al. (2011) relataram que a maior concentração de AGPI, na gordura subcutânea e muscular dos animais alimentados com grão de soja, pode ser atribuída ao aumento da ingestão de ácido linoleico (C18:2).

A inclusão de grão de soja na dieta fez com que houvesse menor concentração de ômega 3 no músculo. Esse menor valor remete à baixa concentração de ácido linolênico (C18:3) na carne, devido à maior exposição dos ácidos graxos do grão de soja à biohidrogenação em relação à gordura protegida. A relação ômega 6: ômega 3 foi bem inferior no músculo dos animais alimentados com gordura protegida.

Tabela 6 Médias e erros padrões das proporções dos ácidos graxos do músculo (%) de tourinhos alimentados com grão de soja (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP) e gordura protegida + monensina (GPM) na dieta

Ácido graxo	Dietas				EPM	Probabilidade		
	GS	GSM	GP	GP M		L	M	LxM
$\Sigma$ Saturados	42,08	43,41	41,40	40,62	1,30	0,17	0,83	0,40
$\Sigma$ Insaturados	50,15	50,49	51,22	52,14	0,71	0,05	0,36	0,67
$\Sigma$ Monoinsaturados	38,26	39,90	42,74	43,27	1,36	<0,01	0,41	0,67
$\Sigma$ Poli-insaturados	11,88	10,59	8,48	8,86	1,06	0,01	0,65	0,41
$\Sigma$ AGI/ $\Sigma$ AGS	1,19	1,18	1,24	1,29	0,04	0,07	0,70	0,44
$\Sigma$ Ômega 3	0,31	0,32	0,49	0,47	0,02	<0,01	0,83	0,56
$\Sigma$ Ômega 6	10,80	9,58	7,38	7,78	1,02	0,01	0,68	0,41
$\Sigma$ Ômega6/ $\Sigma$ ômega3	35,85	30,77	16,34	16,52	3,84	<0,01	0,51	0,48
$\Sigma$ AGI/ $\Sigma$ C12;C14;C16:0	2,17	1,99	1,93	2,08	0,09	0,42	0,83	0,06

L: efeito para a fonte de lipídeo; M: efeito para o uso da monensina; LxM: interação entre lipídeo e monensina

Observou-se aumento da concentração de ácidos graxos poli-insaturados quando os animais foram alimentados com grão de soja (Tabela 7). O que justifica maiores concentrações de ômega 6 e ômega 3. Diferente do encontrado no músculo, as dietas não influenciaram a relação ômega 6 : ômega 3 na gordura subcutânea.

Tabela 7 Médias e erros padrões das proporções dos ácidos graxos da gordura subcutânea (%) de tourinhos alimentados com grão de soja (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP) e gordura protegida + monensina (GPM) na dieta

Ácido graxo	Dietas				EPM	Probabilidade		
	GS	GSM	GP	GP M		L	M	LxM
∑Saturados	49,97	47,25	47,89	47,88	1,57	0,63	0,37	0,37
∑Insaturados	47,34	50,02	49,51	49,37	1,58	0,61	0,40	0,36
∑Monoinsaturados	42,87	45,48	47,07	46,71	1,61	0,08	0,47	0,34
∑Poli-insaturados	4,47	4,54	2,44	2,66	0,21	<0,01	0,49	0,72
∑AGI/∑AGS	0,96	1,08	1,04	1,04	0,06	0,72	0,40	0,37
∑Ômega 3	0,64	0,92	0,23	0,40	0,07	<0,01	<0,01	0,44
∑Ômega 6	3,40	3,28	1,24	1,47	0,21	<0,01	0,81	0,39
∑Ômega6/∑ômega3	5,72	3,76	5,12	5,04	0,83	0,67	0,21	0,25
∑AGI/∑C12;C14;C16:0	1,83	1,90	1,71	1,76	0,10	0,19	0,50	0,90

L: efeito para a fonte de lipídeo; M: efeito para o uso da monensina; LxM: interação entre lipídeo e monensina

A adição de monensina aumentou as concentrações de ômega 3. Como relatado anteriormente, a ação do ionóforo sobre as bactérias ruminais pode ter diminuído o processo de biohidrogenação (FELLNER et al., 1997; VAN NEVEL; DEMEYER, 1995). É possível que, além de inibir bactérias gram-positivas, a monensina possa alterar o metabolismo de bactérias gram-negativas (VAN NEVEL; DEMEYER, 1995), levando ao maior escape desses ácidos graxos do rúmen para posterior absorção e deposição na gordura subcutânea.

De acordo com a Tabela 8, observa-se que o tipo de dieta influenciou a ação das enzimas dessaturases com a maior atividade ocorrendo nos músculos dos animais que receberam a gordura protegida.

O maior teor de ácido palmítico e esteárico neste ingrediente pode ter favorecido a expressão gênica desta enzima neste tecido. Todavia, o mesmo não ocorreu na gordura subcutânea sobre a atividade da  $\Delta 9$  dessaturase 16.

Estes resultados ajudam a explicar as concentrações semelhantes de C12:0, C14:0 e C16:0 no músculo, entre as dietas estudadas.

Tabela 8 Médias e erros padrões das médias dos índices das enzimas envolvidas no metabolismo de ácidos graxos e índice de aterogenicidade da gordura subcutânea e muscular de tourinhos alimentados com grão de soja (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP) e gordura protegida + monensina (GPM) na dieta

Índices	Músculo				EPM	Probabilidade		
	GS	GSM	GP	GPM		L	M	LxM
$\Delta^9$ dessaturase 16	10,01	11,55	12,96	12,65	0,60	<0,01	0,29	0,11
$\Delta^9$ dessaturase 18	67,36	70,14	75,08	74,68	1,03	<0,01	0,23	0,11
Elongase	68,38	65,25	64,67	66,46	1,17	0,27	0,55	0,03
Aterogenicidade	0,54	0,61	0,69	0,64	0,02	<0,01	0,60	0,04

Índices	Subcutânea				EPM	Probabilidade		
	GS	GSM	GP	GPM		L	M	LxM
$\Delta^9$ dessaturase 16	14,22	15,31	14,31	13,38	0,73	0,19	0,90	0,15
$\Delta^9$ dessaturase 18	61,89	66,80	69,83	68,85	2,12	0,01	0,34	0,15
Elongase	69,43	67,73	66,66	68,08	0,82	0,13	0,86	0,05
Aterogenicidade	0,65	0,69	0,81	0,76	0,02	<0,01	0,90	0,04

L: efeito para a fonte de lipídeo; M: efeito para o uso da monensina; LxM: interação entre lipídeo e monensina

$\Delta^9$  dessaturase 16:  $100 [(C16:1cis9)/(C16:1cis9 + C16:0)]$

$\Delta^9$  dessaturase 18:  $100 [(C18:1cis9)/(C18:1cis9 + C18:0)]$

Elongase:  $100 [(C18:0 + C18:1cis9)/(C16:0 + C16:1cis9 + C18:0 + C18:1cis9)]$

Aterogenicidade:  $[C12:0 + 4(C14:0) + C16:0]/\sum AGS + \sum AGP ]$

Ao analisar os índices de aterogenicidade, verificou-se que houve interação entre as fontes de lipídeos e a monensina, sendo que a monensina reduziu este índice nas dietas com gordura protegida. Por outro lado, aconteceu o oposto quando a soja foi utilizada.

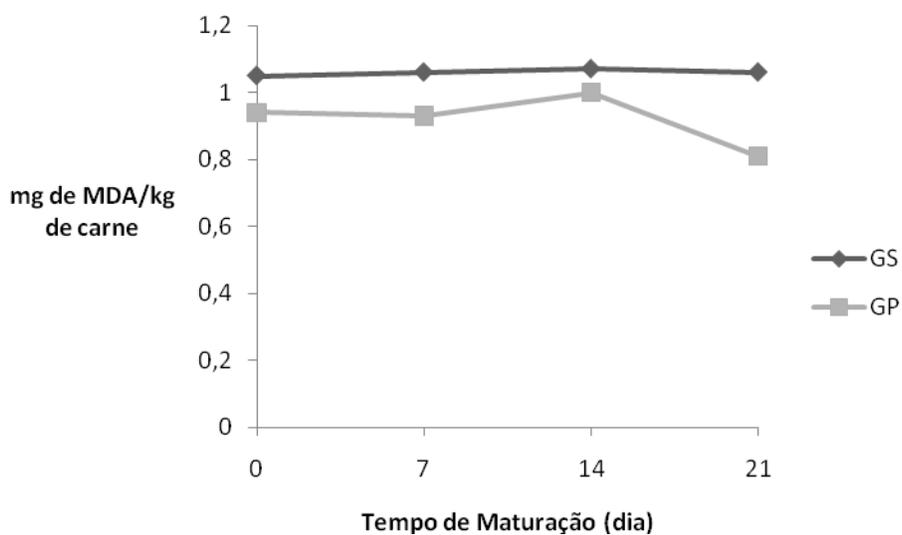
Entretanto, estes índices não são considerados altos e foram, em média, mais baixos que os encontrados por Lopes (2010) no músculo (0,65) e na gordura subcutânea (0,78), e por Oliveira et al. (2011), que trabalharam com dietas contendo grão de soja, caroço de algodão e semente de linhaça como fonte de lipídeos e encontraram índices de aterogenicidade no músculo igual a 0,64 e na gordura subcutânea igual a 0,86.

Portanto, espera-se que a nutrição tenha influência sobre a expressão destas enzimas, necessitando pesquisas que comprovem esta tese.

A oxidação de lipídios é a deterioração mais importante que ocorre na carne, definindo a vida útil, na medida em que gera produtos indesejáveis do

ponto de vista sensorial e destrói vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais (CECCHI, 1999). Um dos produtos resultantes desse processo é o malonaldeído, medido por meio da reação com o ácido tiobarbitúrico, que são utilizados para estimar o desenvolvimento da rancidez em alimentos cárneos (PEARSON et al., 1994).

Não foi observado efeito isolado da monensina sobre os valores de TBARS em diferentes tempos de maturação ( $P>0,05$ ). Todavia, no presente estudo, observou-se maior oxidação (Figura 1) na carne dos animais que receberam grão de soja como fonte de lipídeo ( $P<0,01$ ) aos 21 dias de maturação.



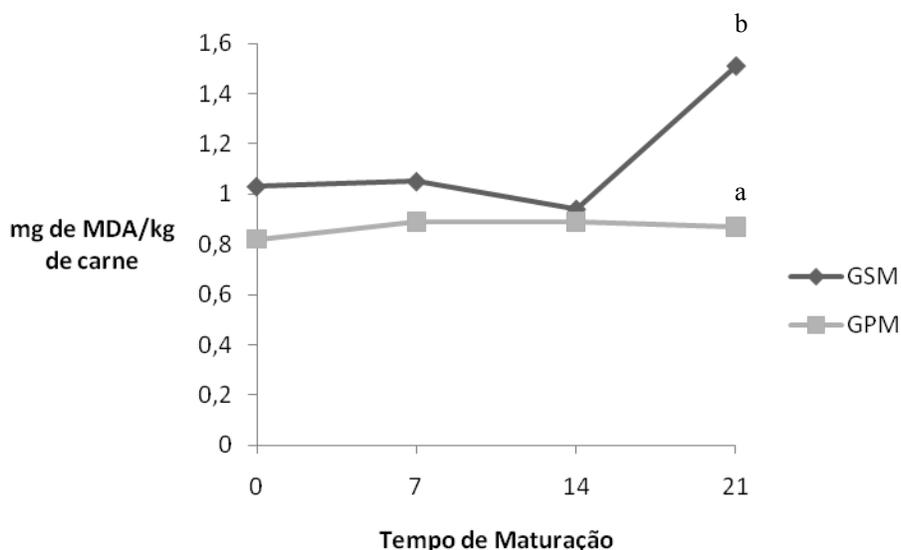


Figura 1 Média dos valores de oxidação lipídica (mg de malonadeido/kg de carne+gordura) nos dias 0, 7, 14 e 21, da carne de tourinhos alimentados com grão de soja (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP) e gordura protegida + monensina (GPM) na dieta, durante o armazenamento refrigerado (2°C). Valores de *P* para fonte de Lipídeo (L), Monensina(M) e Dia (D): Lipídeo  $P < 0,01$ ; Monensina  $P = 0,81$ ; L x M  $P = 0,18$ ; Dia  $P = 0,41$ ; D x L  $P = 0,02$ ; D x M  $P = 0,02$ ; D x L x M  $P = 0,40$

Esta maior oxidação, possivelmente, ocorreu devido à maior concentração de ácidos graxos poli-insaturados encontrados na carne desses animais, pois, quanto maior o número de insaturações maior a capacidade de oxidação. Segundo Morrissey et al. (1998), embora os lipídios insaturados sejam desejáveis na alimentação humana, com o aumento do grau de insaturação dos lipídios aumenta a sua predisposição à oxidação, o que aumenta a dificuldade de conservação das carnes. Portanto, a maior concentração dos ácidos graxos C18:2 e C18:3 na carne dos animais alimentados com GS na dieta, aumentou a instabilidade lipídica desse produto. Wood et al. (2003) constataram que o

aumento das concentrações musculares de C18:2 e C18:3 resultou em reduções significativas nos níveis de estabilidade lipídica após 10 dias de armazenamento.

Em estudo realizado por Wood et al. (2011), estes relatam que a composição dos ácidos graxos do músculo afeta sua estabilidade oxidativa, sendo que os ácidos graxos poli-insaturados estão mais sujeitos à oxidação. Todavia, no presente estudo isto ocorreu em maior tempo, após 14 dias.

Os valores de TBARS observados neste trabalho foram mais elevados que os valores encontrados por Descalzo et al. (2005) e Oliveira et al. (2011), devido à forma como foi feita a análise. Pois, utilizou-se carne e gordura subcutânea para o procedimento de análise, ao contrário desses trabalhos, nos quais foram utilizadas apenas amostras do músculo.

Segundo Djenane et al. (2001), Mckenna et al. (2005), O'grady, Monahan e Brunton (2001) e Trout (2003) a taxa de oxidação lipídica muscular também pode atuar como um indicativo do grau de susceptibilidade à oxidação dos pigmentos cárneos, tendo em vista a estreita relação entre esses dois processos oxidativos, que, de certa forma, pôde ser percebido neste estudo.

Os dados de coloração são discutidos levando-se em consideração os efeitos da fonte de lipídeo e tempo de maturação, pois a adição do ionóforo monensina sódica não influenciou tais características ( $P>0,10$ ).

A dieta com gordura protegida proporcionou carnes não maturadas com menor luminosidade (mais escuras), ou seja, com menor valor de  $L^*$  (31,55 vs 35,48).

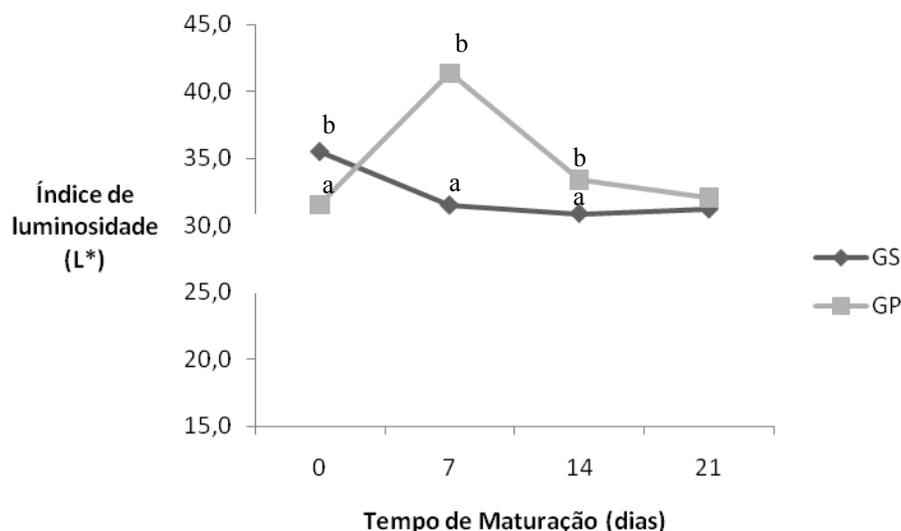


Figura 2 Valores preditos para a característica índice de luminosidade (L\*) da carne de tourinhos alimentados com grão de soja (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP) e gordura protegida + monensina (GPM) na dieta, durante o armazenamento a 2°C. Valores de *P* para fonte de Lipídeo (L), Monensina(M) e Dia (D): Lipídeo  $P<0,01$ ; Monensina  $P=0,55$ ; L x M  $P=0,04$ ; Dia  $P<0,01$ ; D x L  $P<0,01$ ; D x M  $P=0,49$ ; D x L x M  $P=0,45$

Provavelmente, isto pode ter acontecido porque os animais que receberam dietas com GP apresentaram na composição centesimal da carne menores teores de umidade e maiores teores de EE. Segundo a teoria de Bonagurio et al. (2003), com o aumento do depósito de gordura há diminuição da quantidade de água do músculo e como resultado há menor intensidade luminosa. Outra justificativa poderia ser a teoria de Lawrie (2005), o qual relata que carcaças com melhor acabamento são menos propensas à formação da metamioglobina (que promove o aspecto escuro da carne) devido à menor oxigenação dos músculos externos que recobrem a carcaça com o meio externo

da câmara fria. A espessura de gordura subcutânea nas carcaças destes animais foi igual a 4,24 e 5,05 mm, para as dietas com grão de soja e gordura protegida, respectivamente.

Andrade et al. (2010), ao trabalharem com bovinos Red Norte, encontraram, em média, valor para  $L^*$  igual a 34,60, ou seja, semelhante a este estudo.

Ao longo do tempo de maturação (de 0 a 14 dias), os animais alimentados com grão de soja apresentaram carne mais escura, provavelmente, devido a mais rápida oxidação da mioglobina. Este fato pode ser justificado pela maior concentração de ácidos graxos poli-insaturados. Dessa forma, os radicais livres produzidos durante a oxidação lipídica podem oxidar o pigmento heme, bem como provocar a desnaturação da parte proteica, levando a mudanças de cor indesejáveis (OLIVO et al., 2001). A maior oxidação na presença de ácidos graxos poli-insaturados pode ser comprovada observando os valores de TBARs, os quais apresentaram maiores valores médios para as dietas com grão de soja. (1,28 vs 0,84  $P<0,01$ )

O comportamento crescente dos valores de  $L^*$  para a dieta com GP, nos primeiros dias de maturação, pode ser justificado pela teoria de Hood (1980), o qual relata que com o passar do tempo, a deterioração da mitocôndria reduz a sua competição com a mioglobina por oxigênio dissolvido, resultando em maior concentração de oximioglobina. Já o comportamento dos valores de  $L^*$  para a dieta com grão de soja remete a um processo de oxidação que se iniciou rapidamente com os dias de maturação.

As principais mudanças no comportamento de luminosidade da carne, entre as diferentes dietas, ocorreram no início (carne fresca) até 14 dias de maturação ( $P<0,01$ ). No entanto, aos 21 dias de maturação não foram observadas diferenças significativas nos valores de  $L^*$  da carne entre as dietas.

Em relação ao índice  $a^*$  (índice de vermelho), observou-se comportamento semelhante ao de  $L^*$ , ou seja, a carne sem maturação dos animais que consumiram grão de soja apresentou maior intensidade de vermelho (Figura 3). No entanto, aos 7 dias de maturação, esta carne já apresentava menor intensidade de vermelho, provavelmente devido à maior oxidação da mioglobina. Este fato concorda com a afirmação de que o efeito da nutrição sobre o índice de vermelho está sendo associado à instabilidade dos pigmentos heme (MANCINI; HUNT, 2005) frente a produtos secundários (radicais livres) da oxidação lipídica (alfa e beta aldeídos), que causam decréscimo na estabilidade redox da oximioglobina (FAUSTMAN et al., 1999; LYNCH; FAUSTMAN, 2000). De acordo Zakrys et al. (2008), mudanças nos valores OxyMb e  $a^*$  parecem ser conduzidos por oxidação lipídica e correlacionados fortemente com TBARS.

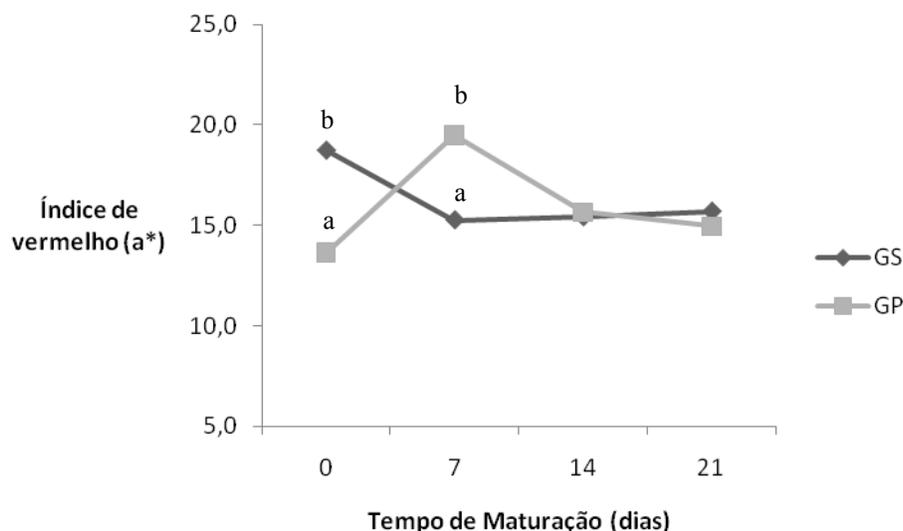


Figura 3 Valores preditos para a característica índice de vermelho ( $a^*$ ) da carne de tourinhos alimentados com grão de soja (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP) e gordura protegida + monensina (GPM) na dieta, durante o armazenamento refrigerado ( $2^{\circ}\text{C}$ ). Valores de  $P$  para fonte de Lipídeo (L), Monensina (M) e Dia (D): Lipídeo  $P = 0,06$ ; Monensina  $P = 0,99$ ; L x M  $P = 0,41$ ; Dia  $P < 0,01$ ; D x L  $P < 0,01$ ; D x M  $P = 0,99$ ; D x L x M  $P = 0,73$

Segundo Pereira (2002), que trabalhou com bovinos Nelores, a intensidade de  $a^*$  deve se situar entre 18 e 22. Porém, em animais mais jovens, observa-se coloração mais clara. Portanto, os resultados encontrados para a característica  $a^*$  (intensidade de vermelho) estão de acordo, pois, os animais desse experimento foram abatidos, em média, aos 24 meses.

Muchenjea et al. (2009) descrevem que, em bovinos, as médias de  $b^*$  variam entre 6,1-11,3. Neste trabalho as médias de  $b^*$  foram menores, em todos os tempos de maturação, que as relatadas por Muchenjea et al. (2009).

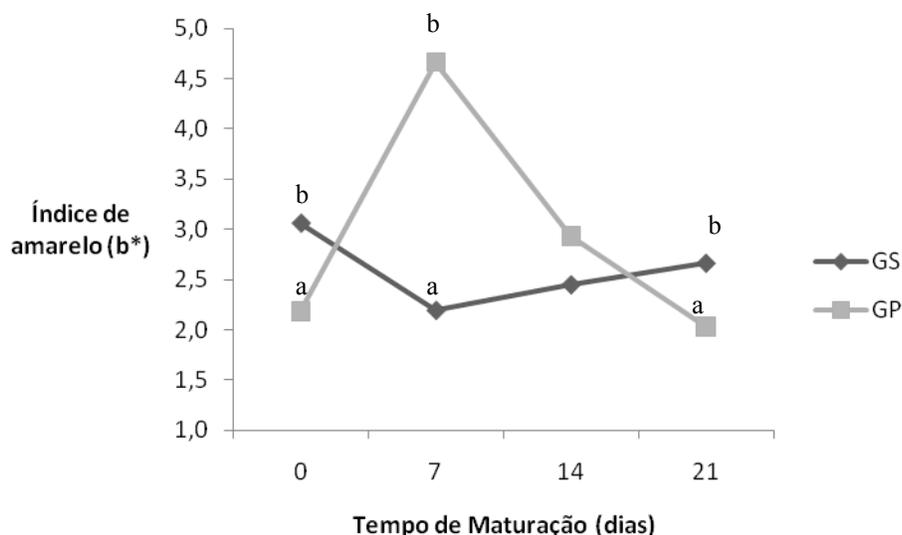


Figura 4 Valores preditos para a característica índice de amarelo ( $b^*$ ) da carne de tourinhos alimentados com grão de soja (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP) e gordura protegida + monensina (GPM) na dieta, durante o armazenamento refrigerado ( $2^{\circ}\text{C}$ ). Valores de  $P$  para fonte de Lipídeo (L), Monensina (M) e Dia (D): Lipídeo  $P = 0,01$ ; Monensina  $P = 0,56$ ; L x M  $P = 0,41$ ; Dia  $P < 0,01$ ; D x L  $P < 0,01$ ; D x M  $P = 0,99$ ; D x L x M  $P = 0,82$

A dieta com grão de soja proporcionou maiores valores de  $b^*$  tanto no início (carne fresca) como no fim do tempo de armazenamento (dia 21) (Figura 4). Ou seja, uma maior quantidade de mioglobina foi oxidada a metamioglobina tendo essa carne uma coloração mais escura (próxima a cor marrom) e menos interessante do ponto de vista do consumidor.

De acordo com Trout (2003), existe inter-relação entre dois tipos de reações oxidativas: tanto a oxidação da mioglobina ( $\text{Mb}^+$ ) é catalisada pelos produtos da oxidação lipídica, como também os radicais gerados pela auto-oxidação da  $\text{Mb}^+$ , e a própria  $\text{Mb}^+$  oxidada, poderão contribuir para oxidação dos lipídeos.

Portanto, de acordo com Abularach, Rocha e Felício (1998) que classificaram carnes escuras quando  $L^* < 29,68$ , e carnes claras quando  $L^* > 38,51$ ; em relação à intensidade de vermelho, consideraram  $a^* < 14,83$  como baixa e  $a^* > 29,27$  como alta; e para a intensidade de amarelo,  $b^* < 3,40$  como baixa e  $b^* > 8,28$  como alta; as carnes do presente estudo podem ser classificadas como carnes escuras, apesar dos teores médios, respectivamente para GS e GP, terem se situado entre os valores citados (32,28 e 34,66); de baixa intensidade de vermelho (16,27 e 15,93) e de baixa intensidade de amarelo (2,59 e 2,95).

O Croma ( $C^*$ ), que indica saturação da carne, foi maior para o tratamento com grão de soja, tanto na carne fresca como para a carne com 21 dias de maturação. No entanto, só foram observadas diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) para carne fresca e durante o armazenamento por 7 dias, apresentando-se de forma semelhante durante 14 e 21 de maturação. Sendo que, durante a maturação por 7 dias, a carne do tratamento com gordura protegida apresentou uma maior saturação dos pigmentos de cor amarela.

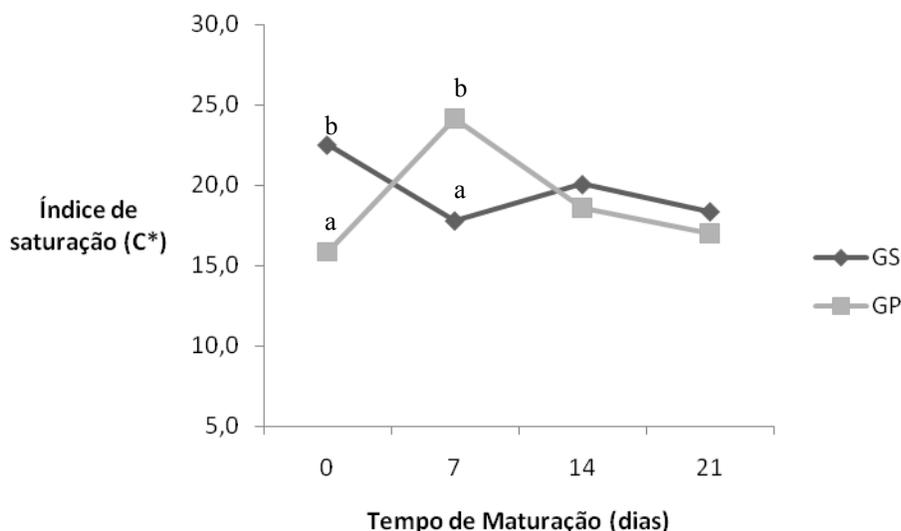


Figura 5 Valores preditos para a característica índice de saturação (C\*) da carne de tourinhos alimentados com grão de soja (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP) e gordura protegida + monensina (GPM) na dieta, durante o armazenamento refrigerado (2°C). Valores de *P* para fonte de Lipídeo (L), Monensina (M) e Dia (D): Lipídeo *P* = 0,96; Monensina *P* = 0,79; L x M *P* = 0,90; Dia *P* < 0,01; D x L *P* < 0,01; D x M *P* = 0,99; D x L x M *P* = 0,77

Em geral, as alterações observadas nas coordenadas de cor durante a maturação são esperadas, pois ocorrem os processos de proteólise de estruturas celulares com perda da capacidade de retenção de água (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005) e oxidação dos pigmentos de cor (LUCIANO; MONAHAN; VASTA, 2009).

Apesar das diferenças apresentadas na carne para os índices de vermelho (a\*) e amarelo (b\*), a tonalidade (h\*), que indica o comprimento de onda do espectro visível, foi diferente apenas durante a maturação por 7 dias ( $P < 0,01$ ). Ou seja, para o consumidor, em relação às carnes deste experimento, as diferenças de tonalidade da cor só seriam visíveis nas carnes maturadas por 7 e 21 dias.

De acordo com o sólido de cor do sistema CIELAB, essas carnes apresentaram tonalidade vermelha. No entanto, provavelmente, a carne proveniente do tratamento com gordura protegida, aos 7 dias de maturação, seria mais atraente ao consumidor, pois, estando o  $C^*$  e  $h^*$  em função de  $a^*$  e  $b^*$ , esta carne seria mais vermelha e mais clara. De acordo com Lee et al. (2005), em trabalho com bovinos, que diz que normalmente o processo de descoloração das carnes é acompanhado por aumento nos valores de  $C^*$  e  $h^*$  ao longo do tempo.

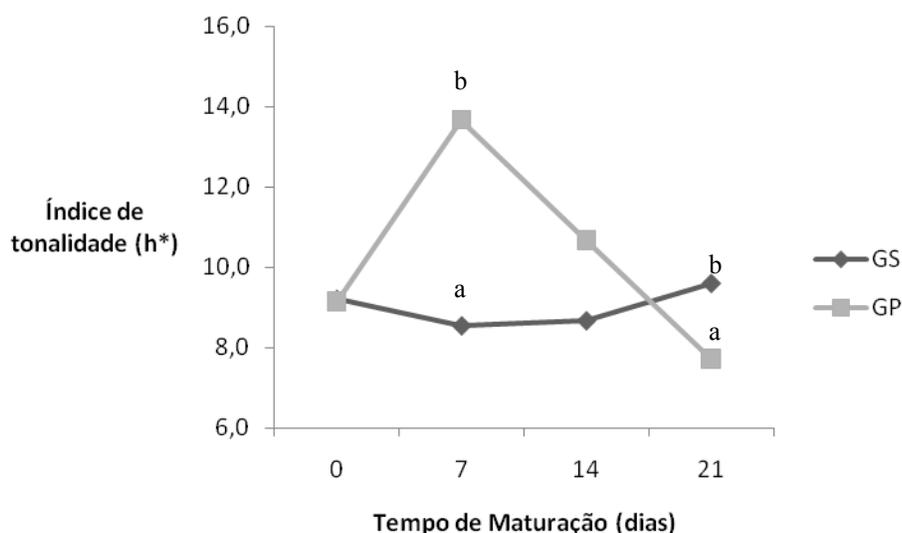


Figura 6 Valores preditos para a característica índice de Tonalidade ( $h^*$ ) da carne de tourinhos alimentados com grão de soja (GS), grão de soja + monensina (GSM), gordura protegida (GP) e gordura protegida + monensina (GPM) na dieta, durante o armazenamento refrigerado ( $2^{\circ}\text{C}$ ). Valores de  $P$  para fonte de Lipídeo (L), Monensina(M) e Dia (D): Lipídeo  $P < 0,01$ ; Monensina  $P = 0,48$ ; L x M  $P = 0,20$ ; Dia  $P < 0,01$ ; D x L  $P < 0,01$ ; D x M  $P = 0,99$ ; D x L x M  $P = 0,83$

#### **4 CONCLUSÃO**

A monensina sódica não influencia o desempenho nem as características qualitativas e quantitativas da carne.

O grão de soja proporciona carnes com melhor perfil de ácidos graxos, ou seja, mais benéficas a saúde humana. No entanto, proporciona maior oxidação da carne, influenciando negativamente o tempo de prateleira.

A coloração da carne pode ser influenciada pelas fontes lipídicas, no entanto, o grão de soja proporciona carnes mais atraentes ao consumidor.

## REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, J. J. S. et al. Características de carcaças e da carne de tourinhos submetidos a dietas com diferentes níveis de substituição do milho por resíduo úmido da extração da fécula de mandioca **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 1640-1650, 2005.
- ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (m. L. dorsi) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, p. 205-210, 1998.
- ANDRADE, P. L. et al. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 8, p. 1791-1800, 2010.
- ARIMA, H. K. Maturação de Carnes. In: SEMINÁRIO SOBRE AVANÇOS NA QUALIDADE DA CARNE E SEUS IMPACTOS NA INDÚSTRIA BRASILEIRA, 1., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: [Ss. n.], 2003. p. 1-16.
- ATTWOOD, G. T.; REILLY, K.; PATEL, B. K. C. *Clostridium proteoclasticum* sp. nov., a novel proteolytic bacterium from the bovine rumen. **International Journal of Systematic Bacteriology**, Ames, v. 46. p. 753-758, 1996.
- BAUMAN, D. E. et al. **New perspectives on lipid digestion and metabolism in ruminants**. 2003. Disponível em: <[http://www.ansci.cornell.edu/bauman/cla/conference\\_proceedings/articles/2003\\_cnc\\_bauman\\_et\\_al.pdf](http://www.ansci.cornell.edu/bauman/cla/conference_proceedings/articles/2003_cnc_bauman_et_al.pdf)>. Acesso em: 21 dez. 2010.
- BONAGURIO, S. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1981-1991, 2003. (Supl. 2).
- CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em determinação de alimentos**. São Paulo: Unicamp, 1999.
- DESCALZO, A. M. et al. Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. **Meat Science**, Barking, v. 70, p. 35-44, 2005.

DJENANE, D. et al. Extension of the retail display life of fresh beef packaged in modified atmosphere by varying lighting conditions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 66, p. 181-186, 2001.

DUCKETT, S. K.; ANDRADE, J. G. Influences of nutrition and management practices on intramuscular fat deposition and fatty acid profiles in beef. In: PLAINS NUTRITION COUNCIL SPRING CONFERENCE, PUBLICATION NO. AREC 00-22, Texas, 2000. **Proceedings ...** Amarillo: A&M Research and Extension Center, 2000. p. 13-24.

EIFERT, E. C. **Fontes de carboidratos, óleo de soja e monensina para vacas lactantes**: desempenho, digestibilidade, parâmetros ruminais e perfil de ácidos graxos do leite. 2004. 117 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

FERNANDES, A. R. M. et al. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 38, n. 4, p. 705-712, 2009.

FIORENTINI, G. **Fontes lipídicas na terminação de novilhas**. 2009. 73 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

FREITAS, A. K. **Características da carcaça, da carne e perfil dos ácidos graxos de novilhos Nelore inteiros ou castrados em duas idades**. 2006. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

GEAY, Y. et al. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on diet value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, Paris, v. 41, p. 1-26, 2001.

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P. N. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. London: Elsevier, 1997. p. 285-322.

HOOD, D. E. Factors affecting the rate of metmyoglobin accumulation in pre-packaged beef. **Meat Science**, Barking, v. 4, n. 4, p. 247-265, Aug. 1980.

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S.M. Review mechanisms of water-holding capacity of meat: the role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat Science**, Barking, v. 71, p. 194-204, 2005.

JENKINS, T.C. et al. Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal of Animal Science**, Champaign, n. 86, p. 397-412, 2008.

JENKINS, T. C. et al. Symposium: advances in ruminant lipid metabolism: lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, p. 3851-3863, 1993.

LADEIRA, M. M.; OLIVEIRA, R. L. Desafios nutricionais para melhoria da qualidade da carne bovina. In: OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F. (Ed.). *Bovinocultura de corte: desafios e tecnologias*. Salvador: EDUFBA, 2007. p. 183-210.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. p. 384.

LEE, S. et al. The effects of antioxidant combinations on color and lipid oxidation in n-3 oil fortified ground beef patties. **Meat Science**, Barking, v. 70, p. 683-689, 2005.

LOBATO, J. F. P.; FREITAS, A. K. Carne bovina: mitos e verdades. In: CACHAPUZ, J. M.; TROIS, R. A. (Org.). **Pecuária competitiva**. Porto Alegre: Ideograf, 2006. v. 14, p. 93-115.

LOPES, L. S. **Características de carcaça e perfil de ácidos graxos da carne de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento**. 2010. 126 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

LUCIANO, G.; MONAHAN, F. J.; VASTA, V. Lipid and colour stability of meat from lambs fed fresh herbage or concentrate. **Meat Science**, Barking, v. 82, p. 193-199, 2009.

LYNCH, M. P.; FAUSTMAN, C. Effect of aldehyde lipid oxidation products on myoglobin. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 48, n. 3, p. 600-604, Mar. 2000.

MALAU-ADULI, A. E. O.; SIEBERT, B. D.; BOTTEMA, C. D. K.; PITCHFORD, W. S. A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, Austrália, v. 48, n. 5, p. 715-722, May 1997.

MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color, **Meat Science**, Barking, v. 71, p. 100-121, 2005.

MARQUES, J. A. et al. Características físicoquímicas da carcaça e da carne de novilhas submetidas ao anestro cirúrgico ou mecânico terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1514-1522, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington: National Academy, 1996. 242 p.

MCKENNA, D. R. et al. Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles. **Meat Science**, Barking, v. 70, p. 665-682, 2005.

MENEZES, F. L. G. et al. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos Charolês e Nelore puros e de gerações avançadas do cruzamento rotativo, terminados em confinamento. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, p. 2478-2484, Nov. 2009.

MENEZES, L. F. G. et al. Perfil de ácidos graxos de cadeia longa e qualidade da carne de novilhos terminados em confinamento com diferentes níveis de monensina sódica na dieta. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 186-190, 2006.

MIR, P. S. et al. Conjugated linoleic acid-enriched beef production. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 79, n. 6, p. 1207-1211, June 2004.

MIR, Z. L. J. et al. Fatty acid composition and linoleic acid content of intramuscular fat in crossbred cattle with and without Wagyu genetics fed a barley based diet. **Canadian Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 195-197, 2000.

MOREIRA, F. B. et al. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of bos indicus and bos indicus x bos taurus crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 4, p. 609-616, 2003.

MUCHENJEA, V. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, Barking, v.112, p. 279-289, 2009.

O'GRADY, M. N.; MONAHAN, F. J.; BRUNTON, N. P. Oxymyoglobin oxidation and lipid oxidation in bovine muscle – Mechanistic studies. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 66, p. 386–392, 2001.

OLIVEIRA, D. M. et al. Fatty acid profile and qualitative characteristics of meat from Zebu steers fed with different oilseeds. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 8, p. 2546-2555, Aug. 2011.

OLIVO, R. et al. Dietary vitamin E inhibits poultry PSE and improves meat functional proprieties. **Journal of Food Biochemistry**, Hoboken, v. 25, n. 4, p. 271-283, 2001.

OLIVO, R.; OLIVO, N. **O mundo das carnes: ciência, tecnologia & mercado**. 4.ed. Criciúma, 2006. 214 p.

PADRE, R. G. **Ácido linoleico conjugado (CLA) no músculo Longissimus thoracis em bovinos terminados em pastagem**. 2006. 91 p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Maringá, 2006.

PEARSON, T. A. Guest scientific editor. Stearic acid: a unique saturated fatty acid. Suppl. **American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 60, n. 6, p. 983-1072, Dec. 1994.

PEREIRA, A. S. C. **Qualidade da carne de bovinos Nelore (Bos taurus indicus) suplementados com vitamina E**. 2002. 83 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.

SILVA, R. C. et al. Effects of substitution of corn by pulp citrous pellets on muscle fatty acid composition of finished heifers. **Brazilian Chemistry Association**, Campinas, v. 50, n. 4, p. 175-181, 2001.

SINCLAIR, A. J. Dietary fat and cardiovascular disease: the significance of recent developments for the food industry. **Food Australia**, Canberra, v. 45, p. 226, 1993.

TROUT, G. R. Biochemistry of lipid and myoglobin oxidation in postmortem muscle and processed meat products: effects on rancidity. **Brazilian Journal of Animal Science**, Champaign, p. 50-55, 2003. Special Issue.

ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*, Barcelona, v. 338, n. 8773, p. 985-992, Oct. 1991.

VALSTA, L. M.; TAPANAINEN, H.; MANNISTO, S. Meat fats in nutrition. **Meat Science**, Barking, v. 70, n. 3, p. 525-530, July 2005.

VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, D. I. Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in vitro. **Reproduction, Nutrition, Development**, Paris, v. 36, p. 53-63, 1996.

VAN NEVEL, C. J.; DEMEYER, I. Lipolysis and biohydrogenation of soybean oil in the rumen in vitro: inhibition by antimicrobials. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 2797-2806, 1995.

WOOD, J. D. et al. Nutritional modification of meat quality in ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇO EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 3., 2011, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: [s. n.], 2011.

WOOD, J. D. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Champaign, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2003.

WOOLLETT, A. L.; SPADY, K. D.; DIETSCHY, M. J. Saturated and unsaturated fatty acids independently regulate low-density lipoprotein receptor activity and production rate. **Journal of Lipid Research**, Bethesda, v. 33, p. 77-88, 1992.

ZAKRYS, P. I. et al. Effects of oxygen concentration on the sensory evaluation and quality indicators of beef muscle packed under modified atmosphere. **Meat Science**, Barking, v. 79, p. 648-655, 2008.