



**JOSÉ RODOLFO REIS DE CARVALHO**

**DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE  
CARÇA E QUALIDADE DA CARNE DE  
TOURINHOS ALIMENTADOS COM  
DIFERENTES NÍVEIS DE GLICERINA BRUTA**

**LAVRAS - MG  
2011**

**JOSÉ RODOLFO REIS DE CARVALHO**

**DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE  
DA CARNE DE TOURINHOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES  
NÍVEIS DE GLICERINA BRUTA**

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

Orientador

Dr. Márcio Machado Ladeira

Coorientadores

Dr. Mário Luiz Chizzotti

Dr. Eduardo Mendes Ramos

**LAVRAS - MG  
2011**

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

Carvalho, José Rodolfo Reis de.

Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de  
tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta / José  
Rodolfo Reis de Carvalho. – Lavras : UFLA, 2011.

134 p. : il.

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

Orientador: Márcio Machado Ladeira.

Bibliografia.

1. Bovinos de corte. 2. Confinamento. 3. Coproduto. 4. Red Norte.  
5. Nutrição animal. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.213

**JOSÉ RODOLFO REIS DE CARVALHO**

**DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE  
DA CARNE DE TOURINHOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES  
NÍVEIS DE GLICERINA BRUTA**

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

APROVADA em 10 de outubro de 2011.

Dr. Mário Luiz Chizzotti            UFLA/DZO

Dr. Eduardo Mendes Ramos        UFLA/DCA

Dr. Vinícius de Souza Cantarelli    UFLA/DZO

Dr. Márcio Machado Ladeira

Orientador

**LAVRAS – MG  
2011**

*Aos meus pais JOSÉ CARVALHO E MARIA JANE, meus irmãos JANAÍNA E*

*JULIO CÉSAR*

*A meus avôs e avós dos quais me orgulho muito*

*Enfim, a todos que torcem por mim.*

**DEDICO**

*"Não eduque seu filho para ser rico, eduque-o para ser feliz.*

*"Assim ele saberá o VALOR das coisas e não o seu PREÇO"*

*(Max Gehringer)*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por tudo que tem me concedido até hoje, sou e serei sempre grato.

Ao meu pai José Carvalho e minha mãe Maria Jane, pelo apoio incondicional e que sem eles nada disso estaria acontecendo.

Aos meus irmãos Janaína e Julio César pelo carinho e apoio até hoje.

Aos meus avôs maternos e paternos (*in memorian*), com os quais eu aprendi e aprendo muito.

Ao Prof. Dr. Márcio Machado Ladeira, pela orientação, amizade, confiança e ensinamentos repassados.

Ao Prof. Dr. Mário Luiz Chizzotti pela ajuda indiscutível nas análises estatísticas e pela amizade.

Ao Prof. Dr. Eduardo Mendes Ramos pela acolhida, amizade, apoio e sugestões em todas as etapas deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Vinícius de Souza Cantarelli, pelo apoio e sugestões durante a execução do projeto.

A TODOS os moradores da República Perna de Peixe desde sua fundação em 2006 em nome de Silas (Chefe), Izac (Mestre) e Manuel (Colômbia).

À Dona. Nita, por todos estes anos tomando conta de todos que passaram pela Rep. Perna de Peixe.

Aos colegas da pós-graduação Otávio, pela amizade e auxílio nos estudos, ao Dalton também pela amizade e auxílio em análises de laboratório.

Aos bolsistas, Álvaro, Priscilla, Josué e Lara pelas horas de trabalho na execução deste trabalho e a todos os estagiários do setor de Bovinocultura de Corte que trabalharam neste projeto.

Ao Núcleo de Estudo em Pecuária de Corte (NEPEC), por estes anos de acolhida e amizade, em nome do meu grande amigo Paulo Eduardo (Dudu).

A todos os professores do Departamento de Zootecnia (DZO) pelos ensinamentos repassados e a amizade construída nestes anos em nome do Profº Juan Ramon Oligalquiaga Pérez.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia em nome da Joelma.

Aos funcionários de campo do Departamento de Zootecnia em especial ao Borginho, Leandro, Bambuzinho, José Antônio e Ernani.

Aos laboratoristas do Departamento de Zootecnia Márcio, Eliane e José Virgílio.

A todos os meus amigos de São Tiago – MG em nome do Odair (Godoi).

Ao laboratório de Crescimento e Desenvolvimento Animal da Esalq em especial a Maria Antônia

Ao frigorífico Frigominas, por ter auxiliado na realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização do curso.

À FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais) pelo financiamento do projeto que gerou esta dissertação.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento) pela concessão da bolsa de estudo.

Aos demais amigos e amigas da graduação e pós-graduação em Zootecnia nestes 6 anos de Zootecnia-UFLA “Turma 2005/2”.

Enfim,

*“Não há nada de nobre em sermos superiores ao próximo. A verdadeira nobreza consiste em sermos superiores ao que éramos antes”*

(Autor Desconhecido)

## **BIOGRAFIA**

JOSÉ RODOLFO REIS DE CARVALHO, filho de José Carvalho de Andrade e Maria Jane Reis Carvalho Andrade, nasceu em São Tiago, Minas Gerais, em 15 de janeiro de 1986. Iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Federal de Lavras em agosto de 2005, concluindo-o em janeiro de 2010. Durante a graduação iniciou suas atividades de pesquisa como bolsista de iniciação científica da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) em parceria com a Empresa de Pesquisas Agropecuárias do Estado de Minas Gerais (EPAMIG) e posteriormente do Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento (CNPq). No ato de sua colação de grau foi homenageado por ter se destacado entre os formandos durante a sua graduação, recebendo honrarias da Universidade Federal de Lavras, do Conselho Regional de Medicina Veterinária e Zootecnia do estado de Minas Gerais e da Empresa FATEC-Nutrição Animal Ltda. Em março de 2010 iniciou o curso de pós-graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), em nível de mestrado, na área de produção e nutrição de ruminantes, submetendo-se à defesa em outubro de 2011. Neste mesmo ano foi selecionado para a mudança de nível interna, tendo feito então sua admissão no curso de pós-graduação, em nível de doutorado pela Universidade Federal de Lavras, em agosto de 2011.

## RESUMO

Objetivou-se avaliar a inclusão de diferentes níveis de glicerina bruta sobre o desempenho, características de carcaça, custos com alimentação e qualidade da carne de tourinhos em terminação. Foram utilizados 44 bovinos Red Norte machos, não castrados, com idade inicial média de 20 meses e peso vivo inicial de  $368 \pm 4$  kg. O período experimental foi de 84 dias, precedido de um período de adaptação a dietas de 28 dias. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo 4 tratamentos e 11 repetições. A relação, volumoso:concentrado foi de 30:70, fornecida *ad libitum*. A dieta base utilizada continha a silagem de milho como volumoso e concentrado à base de milho e farelo de soja. Quatro foram os tratamentos: sem glicerina; inclusão de 6% de glicerina; 12% de glicerina e 18% de glicerina, na matéria seca (MS) da dieta. Os animais foram pesados no início e ao final do período experimental, para obtenção do ganho de peso médio diário (GMD). Após o abate, foi determinado o rendimento de carcaça quente (RCQ) e realizado as mensurações de área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS). Amostras foram retiradas do músculo *Longissimus dorsi*, para análise da composição química e dos teores de ácidos graxos. A margem bruta foi calculada considerando o preço da arroba comercializada na região de Lavras no ano de 2010 que foi de R\$110,00. Os níveis de glicerina bruta na dieta não influenciaram o GMD ( $P>0,05$ ) e a EGS dos animais ( $P>0,05$ ), porém, houve tendência de aumento na AOL ( $P=0,10$ ) e aumentaram ( $P=0,05$ ) linearmente o RCQ dos animais. Observou-se efeito linear negativo ( $P<0,05$ ) dos níveis de glicerina bruta sobre os teores de ácidos graxos saturados, e positivo sobre os insaturados, monoinsaturados e relação ácidos graxos insaturados (AGI)/ácidos graxos saturados (AGS) no músculo. Os animais que receberam glicerina bruta na dieta apresentaram maior margem bruta no confinamento. A utilização de dietas em até 18% de glicerina bruta não interferiu no ganho de peso. O uso desse ingrediente melhorou o rendimento de carcaça, proporcionando maior margem bruta ao final do confinamento, além de proporcionar melhorias consistentes sobre o perfil de ácidos graxos na carne dos animais, tornando-as de melhor qualidade nutricional.

## ABSTRACT

The objective was to assess the inclusion of different levels, crude glycerin upon the performance, carcass characteristics, costs on feeding and meat quality of finishing cattle. Forty-four uncastrated Red Norte males with an initial mean age of 20 months and initial weight of  $368 \pm 4$  kg were utilized. The experimental period was 84 days, preceded by a period adaptation to diets of 28 days. The experimental design was completely randomized, with four treatments and 11 repetitions. The ratio, roughage: concentrate was 30:70, provided *ad libitum*. The base diet used contained corn silage as roughage and concentrate based on corn and soybean meal. Four treatments were: (0%) without glycerin, (6%) addition of glycerin, (12%) of glycerin and (18%) of glycerin in the DM of the diet. The animals were weighed at the beginning and the end of the experiment, to obtain the average daily weight gain (ADG). After slaughter, it was determined the hot carcass yield (HCW) and performed measurements of loin eye area (LMA) and backfat thickness (BFT). After slaughtered, samples were removed from the muscle *Longissimus dorsi*, for analysis of the chemical composition and the levels of fatty acids. The gross margin was calculated taking into consideration the price of the arroba marketed in the region of Lavras in the year 2010 which was of R\$110.00. The levels of crude glycerin in the diet did not influence the ADG ( $P>0,05$ ) and animals' BFT, but it tended towards the increase of LMA ( $P=0,10$ ) and they increased ( $P=0.05$ ) linearly the animals' HCW. There was negative linear effect ( $P<0.05$ ) the levels of crude glycerin upon the contents saturated fatty acids, and positive about the unsaturated, monounsaturated fatty acids and UFA/SFA ratio in the muscle was found. The animals which were fed crude glycerin in the diet presented higher gross margin in the feedlot. Use of diets by up to 18% of crude glycerin did not interfere in weight gain. Nevertheless, use of this ingredient improved the carcass yield, giving increased gross margin at the end of the feedlot, in addition to providing consistent improvements in the fatty acid profile in the animals' meat, making them of better nutritional quality.

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo I

Figura 1	Vias Bioquímicas da Biohidrogenação dos Ácidos Linoleico e Linolênico no Rúmen .....	38
Figura 2	Relacionamento entre o estado da mioglobina e a cor da carne .....	44
Figura 3	Interação das reações oxidativas entre oximioglobina e ácidos graxos insaturados.....	46
Figura 4	Representação tridimensional do sólido de cor CIELAB .....	47

### Capítulo III

Figura 1	Força de cisalhamento da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta .....	112
Figura 2	Índices de luminosidade (L*) da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta .....	120
Figura 3	Índices de vermelho (a*) da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta .....	120
Figura 4	Índices de amarelo (b*) da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta .....	121
Figura 5	Índices de saturação (C*) da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta .....	122
Figura 6	Índices do ângulo de tonalidade (h) da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta .....	123
Figura 7	Índices de vermelho (a*) da carne de tourinhos em função dos tempos de maturação .....	124

Figura 8	Índices de amarelo ( $b^*$ ) da carne de tourinhos em função dos tempos de maturação .....	124
Figura 9	Índices de saturação ( $C^*$ ) da carne de tourinhos em função dos tempos de maturação .....	125
Figura 10	Índices do ângulo de tonalidade ( $h$ ) da carne de tourinhos em função dos tempos de maturação .....	125

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo II

Tabela 1	Composição da glicerina bruta na matéria natural (MN)* .....	79
Tabela 2	Composição percentual de ingredientes e química das dietas experimentais .....	80
Tabela 3	Perfil bioquímico do sangue de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta .....	84
Tabela 4	Ganho médio diário (GMD), consumo de matéria seca (CMS) e eficiência alimentar (EA) de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta .....	85
Tabela 5	Peso vivo final (PVF), peso das carcaças quentes (PCQ), peso das carcaças frias (PCF), área de olho de lombo (AOL), AOL por 100 kg de carcaça fria (AOL/100 kg), rendimento de carcaça quente (RCQ) e espessura de gordura subcutânea (EGS) de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta .....	86
Tabela 6	Peso e rendimento de traseiro, dianteiro e ponta de agulha de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta .....	89
Tabela 7	Avaliação econômica do confinamento de tourinhos alimentados com diferentes Níveis de Glicerina (no primeiro semestre de 2010) .....	90
Tabela 8	Avaliação econômica do confinamento de tourinhos alimentados com diferentes Níveis de Glicerina (no primeiro semestre de 2010) .....	91

### Capítulo III

Tabela 1	Composição da glicerina bruta na matéria natural (MN).....	103
Tabela 2	Composição percentual de ingredientes e química das dietas experimentais.....	104
Tabela 3	Valores de pH inicial, pH final, composição centesimal (%), perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta .....	111
Tabela 4	Concentração dos principais ácidos graxos na gordura subcutânea (%) e no músculo (%) de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta .....	115
Tabela 5	Proporções dos ácidos graxos da gordura subcutânea (%) e no músculo (%) de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta .....	116
Tabela 6	Índices das enzimas envolvidas no metabolismo de ácidos graxos e índice de aterogenicidade da gordura subcutânea e no músculo de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta .....	118
Tabela 7	Valores de Oxidação Lipídica (mg de malonaldeído/kg de carne) da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta e em diferentes dias de maturação .....	127

## LISTA DE ABREVIATURAS

AG	ÁCIDO GRAXO
AGI	ÁCIDO GRAXO INSATURADO
AGMI	ÁCIDO GRAXO MONOINSATURADO
AGPI	ÁCIDO GRAXO POLI-INSATURADO
AGS	ÁCIDO GRAXO SATURADO
AOL	ÁREA DE OLHO DE LOMBO
CLA	ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO
CNF	CARBOIDRATO NÃO FIBROSO
EGS	ESPESSURA DE GORDURA SUBCUTÂNEA
FDN	FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO
HDL	LIPOPROTEÍNA DE ALTA DENSIDADE
LDL	LIPOPROTEÍNA DE BAIXA DENSIDADE
NDT	NUTRIENTE DIGESTÍVEL TOTAL
MS	MATÉRIA SECA
PCQ	PESO DE CARCAÇA QUENTE
PCF	PESO DE CARCAÇA FRIA
RCQ	RENDIMENTO DE CARCAÇA QUENTE
TBA	ÁCIDO TIO-BARBITÚRICO
TGI	TRATOGASTROINTESTINAL
$\omega$ -3	Ácido Graxo Ômega 3
$\omega$ -6	Ácido Graxo Ômega 6
Mb	Mioglobina
MbO <sub>2</sub>	Oximoglobina
MetMb	Metamioglobina
HNE	4-Hidroxinonenal

## SUMÁRIO

	<b>CAPÍTULO I Introdução Geral</b> .....	17
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	18
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	21
<b>2.1</b>	<b>Biodiesel e glicerina</b> .....	21
<b>2.2</b>	<b>Glicerina na alimentação animal</b> .....	23
<b>2.2.1</b>	<b>Glicerina na alimentação de bovinos em terminação</b> .....	25
<b>2.3</b>	<b>Glicerina e o metabolismo animal</b> .....	27
<b>2.3.1</b>	<b>Metabolismo ruminal do glicerol</b> .....	27
<b>2.3.2</b>	<b>Absorção e metabolismo intermediário do glicerol</b> .....	30
<b>2.4</b>	<b>Qualidade de carne</b> .....	31
<b>2.4.1</b>	<b>Perfil de ácidos graxos</b> .....	33
<b>2.4.1.1</b>	<b>Ácido linoleico conjugado (CLA)</b> .....	37
<b>2.4.2</b>	<b>Oxidação lipídica</b> .....	40
<b>2.4.3</b>	<b>Cor</b> .....	43
<b>2.4.4</b>	<b>Gordura intramuscular</b> .....	49
<b>2.5</b>	<b>Características de carcaça</b> .....	50
<b>2.5.1</b>	<b>Peso de abate, rendimento de carcaça e rendimento de cortes</b> ....	52
<b>2.5.2</b>	<b>Área de olho de lombo (AOL)</b> .....	55
<b>2.5.3</b>	<b>Espessura de gordura subcutânea (EGS)</b> .....	56
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	59
	<b>CAPÍTULO II Desempenho, parâmetros bioquímicos, características de carcaça e custo com alimentação de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta</b> .....	74
	<b>RESUMO</b> .....	75
	<b>ABSTRACT</b> .....	76

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	77
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	79
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	83
4	<b>CONCLUSÃO</b> .....	93
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	94
	<b>CAPÍTULO III Características qualitativas e perfil de ácidos graxos da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta</b> .....	98
	<b>RESUMO</b> .....	99
	<b>ABSTRACT</b> .....	100
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	101
2	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	103
3	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	110
4	<b>CONCLUSÃO</b> .....	129
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	130

## **CAPÍTULO I Introdução Geral**

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A bovinocultura de corte no Brasil tem tentado abandonar, nos últimos anos, os sistemas extrativistas utilizados desde então, para adquirir novas tecnologias e melhorar sua produtividade.

O surgimento de novas fronteiras agrícolas no país possibilitou o crescimento do rebanho e conseqüentemente a difusão de novas tecnologias, como exemplo, a expansão no sentido centro-oeste brasileiro há alguns anos atrás e posteriormente para o norte do país.

Neste sentido, várias são as tecnologias utilizadas para que se aumente a produtividade e qualidade do produto final, entre elas, pode-se citar o avanço do melhoramento genético, o manejo e adoção de novas técnicas reprodutivas, a suplementação a pasto e também o sistema de terminação de bovinos de corte em confinamento. Este último permite maior giro de capital e menor área em certas situações e qualidade superior da carne produzida, tendo esta característica forte influência da nutrição e idade ao abate.

A constante busca por maiores produtividades, aliada à pressão política e social por parte da população contra o desmatamento de áreas preservadas, tem elevado a utilização do confinamento na terminação de bovinos.

Porém, como a participação da alimentação no custo total da arroba produzida é grande neste sistema, torna-se interessante e necessário, a busca de alternativas que proporcionam diminuição destes custos.

Dessa forma, a utilização de coprodutos na alimentação de animais em diferentes fases do ciclo de produção e principalmente no confinamento tem sido muito estudada, devido às altas de preços dos alimentos comumente utilizados, por exemplo, o milho e/ou farelo de soja. Muitos são os coprodutos utilizados na alimentação de animais, dentre eles se destacam a polpa cítrica, a casquinha de soja e o caroço de algodão. No entanto, ainda há muitos coprodutos com

possibilidade de serem utilizados na alimentação de animais, dentre eles, aqueles oriundos da indústria bioenergética.

Com o crescimento da indústria do biodiesel, o excedente de glicerina bruta oriunda do processo de produção tem se tornado um problema para o negócio, visto que os mercados que normalmente utilizam este coproduto, os utilizam obrigatoriamente na forma purificada. Neste caso específico, poucas são as empresas que trabalham na purificação já que este processo é oneroso. Dessa forma, novas formas de utilização deste coproduto são necessárias para o bom funcionamento deste setor e do mercado.

Muitos são os trabalhos com glicerina na alimentação de suínos (GROESBECK et al., 2008; LAMMERS et al., 2008a; MENDOZA et al., 2010), aves (SIMON; BERGENER; SCHWABE, 1996) e vacas de leite (DE FRAIN et al., 2004; FISHER et al., 1971; JOHNSON et al., 1954). Todavia, pesquisas com bovinos de corte ainda são escassas (GUNN et al., 2008; MACH; BACH; DEVANT, 2009; PARSONS; SHELOR; DROUILLARD, 2009; PYATT; DOANE; CECAVA, 2007).

Enquanto isso, no mercado da carne pode-se observar o crescente interesse dos consumidores, cada vez mais exigentes em conhecer a qualidade do produto, o que de certa forma obriga aos pecuaristas a produzirem um produto de qualidade. Neste sentido, pode-se pensar em possíveis efeitos da inclusão de glicerina bruta sobre a fermentação e biohidrogenação ruminal, o que pode alterar a quantidade e qualidade da gordura depositada nos tecidos.

O estudo da inclusão de coprodutos ou de qualquer outro alimento no processo de produção deve estar atrelado a todos os elos da cadeia produtiva, não somente tendo a preocupação com o consumidor, mas também com o próprio pecuarista e a indústria frigorífica. Nesse contexto, o desempenho e as características de carcaça são extremamente importantes, tendo em vista um

menor tempo de permanência dos animais em confinamento e um melhor rendimento de cortes para comercialização.

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho, o perfil bioquímico do sangue, as características de carcaça, a qualidade de carne e o custo com a alimentação de tourinhos terminados em confinamento e alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta na MS da dieta.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Biodiesel e glicerina

O Biodiesel é por denominação todo e qualquer combustível capaz de substituir o óleo de petróleo nos motores de ciclo diesel e que seja obtido a partir de fontes renováveis, sendo estas de origem animal ou vegetal (FELICIANO FILHO; PEREIRA JÚNIOR, 2007).

Segundo a Storck Biodiesel (2008), por ser biodegradável, não tóxico e praticamente livre de enxofre e aromáticos, o biodiesel é considerado um combustível ecologicamente correto, pois, sua queima, quando comparada com a do diesel mineral, resulta em menor liberação de monóxido de carbono e hidrocarbonetos não queimados.

A glicerina é obtida através do processo de transformação do triglicerídeo em biodiesel, podendo ser a fonte de triglicerídeos de origem animal ou vegetal. A reação de transesterificação pode ser catalisada por ácido, base ou enzima (FUKUDA; KONDO; NODA, 2001). Os catalisadores utilizados são os ácidos sulfúrico e sulfônico, as bases NaOH, KOH, carbonatos e enzimas lipases. A catálise mais usada é a alcalina, por apresentar maior eficiência de conversão dos óleos em metil ésteres e por ocorrer mais rapidamente que as catálises ácidas ou enzimáticas (FUKUDA; KONDO; NODA, 2001). O processo se resume a uma transesterificação na presença de hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio e de um álcool de cadeia curta (metanol ou etanol). O produto final, glicerina bruta, contém o glicerol além de impurezas como Na ou K, alguns ácidos graxos e a presença do álcool de cadeia curta. A mistura de ésteres é separada da glicerina por centrifugação ou em tanque de separação. As soluções resultantes são então purificadas, gerando de um lado, glicerina rica em glicerol e de outro, substâncias como sabões, álcool e

catalisadores (FELICIANO FILHO; PEREIRA JUNIOR, 2007). No Brasil a composição da glicerina é bem variada e por isso seu destino pode ser distinto.

A glicerina pura ou glicerol é um líquido viscoso, incolor, inodoro, higroscópico e de sabor adocicado, sendo classificado quimicamente como propano-1,2,3-triol, de fórmula  $C_3H_5(OH)_3$  (IUPAC, 1993). Este composto apresenta aplicações variadas na indústria, sendo muito utilizado na fabricação de cosméticos, alimentos e fármacos, quando se encontra na sua forma purificada, o que de certa forma torna este produto oneroso.

De acordo com a sua origem e a tecnologia com a qual cada empresa promove a produção do biodiesel, a glicerina pode apresentar grande variação na sua composição. O Conteúdo de glicerol na glicerina bruta pode variar de 30,5% (PAIGE, 2010) A 90% (POTU et al., 2009). Já o conteúdo de metanol em amostras nos Estados Unidos, segundo Dasari (2007), variou de 100 a 11.500 ppm.

O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo, tendo atingido a produção de 2,4 bilhões de litros em 2010 e a capacidade instalada no mesmo ano de 5,8 bilhões de litros, segundo a Agência Nacional do Petróleo - ANP.

De acordo com Castro Neto (2007), o biodiesel poderá contribuir para a independência energética nacional e melhoria ambiental, associado à geração de emprego e renda nas áreas de produção de matéria prima. No entanto, o crescimento da produção de biodiesel gerará excedente de glicerina, o que dificultará a utilização deste coproduto pelo mercado, devido ao custo de sua purificação. De acordo com Camargo (2009), com a adição obrigatória de biodiesel ao diesel do petróleo e o crescimento da indústria do biodiesel, calcula-se um excedente de 125 mil toneladas/ano de glicerina no mercado.

Segundo a Lei nº 11.097 de 13 de janeiro de 2005, foi decretado que a inclusão do biodiesel no diesel de petróleo comercializado a qualquer

consumidor final em todo o território nacional, a partir do ano de 2013, deverá ser igual a 5%. Com isso, aumentos constantes serão observados na produção de biodiesel e, conseqüentemente, o aumento da produção de glicerina oriunda deste processo (BRASIL, 2005). No ano de 2010 houve uma produção de aproximadamente 258 mil m<sup>3</sup> de glicerina gerada na produção do biodiesel segundo a Agência Nacional do Petróleo.

## **2.2 Glicerina na alimentação animal**

O principal problema enfrentado para a utilização de glicerina bruta na alimentação animal é justamente a presença de contaminantes, mais especificamente o metanol. Porém, no início dos estudos com este coproduto trabalhou-se com a glicerina purificada, o que não apresentava problemas para o animal até então. O FDA (*Food and Drug Administration*) nos EUA considera que a glicerina com mais de 150 ppm de metanol é insegura para a alimentação animal, semelhante a esta determinação, o DFIP (Departamento de Fiscalização de Insumos Pecuários do MAPA) autoriza a utilização de glicerina na alimentação animal com no máximo 150 ppm de metanol, enquanto o governo alemão definiu como limite máximo 5000 ppm (SELLER, 2008).

Simon, Bergener e Schwabe (1996), trabalhando com frangos de corte em dietas com a inclusão de glicerina bruta, não observaram efeito sobre o consumo, ganho de peso e conversão alimentar, quando alimentados em até 10% da MS da ração. Em trabalho mais recente Cerrate et al. (2006) concluíram que o nível de 10% de glicerina bruta na ração de frangos de corte afetou negativamente o consumo, o peso final e, conseqüentemente, a conversão alimentar, como também o peso do peito das aves.

Em um trabalho avaliando a inclusão de até 15% de glicerina bruta na ração de galinhas poedeiras, Lammers et al. (2008b) não observaram qualquer efeito sobre o consumo de ração, produção de ovos e o peso de ovos.

Groesbeck et al. (2008), trabalhando com suínos em fase de crescimento, observaram melhora no ganho de peso destes animais com a inclusão de glicerina bruta (90,7% de Glicerol) em 3 e 6% na MS da ração.

Em um estudo com 128 marrãs alimentadas com diferentes níveis de glicerina refinada, contendo 97,5% de glicerol (0, 5, 10 e 15% glicerina), Mendoza et al. (2010) não observaram efeito da glicerina sobre o desempenho e características de carcaça destes animais. Semelhante a este resultado, Lammers et al. (2008a), trabalhando com 96 suínos pós-desmame, distribuídos em três dietas com diferentes níveis de glicerina bruta (0, 5 e 20% na dieta), não encontraram diferenças no desempenho, nas características de carcaça e qualidade da carne destes animais.

Em pesquisa realizada nos Estados Unidos, com vacas de leite de alta produção e glicerina bidestilada (99,5% de glicerol), os autores chegaram à conclusão que o glicerol pode ser utilizado como macronutriente em até 15% na MS da dieta, sem que haja prejuízos no consumo de matéria seca, na produção e na composição do leite (DONKIN; DOANE, 2007).

Hess, Lake e Gunter (2008) comentaram que o valor de 15% de glicerina bruta na MS da dieta pode não influenciar a digestibilidade da fibra e conseqüentemente da MS da dieta. Estes mesmos autores relataram ganho de peso similar para novilhas pré-púberes alimentadas com dietas que incluíam 25% de glicerina bruta.

Em um trabalho com novilhas pré-púberes alimentadas com dietas de alto concentrado, Drouillard (2008) verificou que a inclusão de 10% de glicerina bruta reduziu o consumo de matéria seca, e aumentou o ganho de peso. Portanto, houve melhora na eficiência alimentar.

Em estudo em que se avaliou a inclusão de 0, 5, 10, 15 e 20% de glicerina bruta (88% de glicerol) na MS da dieta sobre o desempenho e características de carcaça de cordeiros em terminação, Gunn et al. (2010) observaram efeito linear positivo sobre o consumo de matéria seca nos primeiros 14 dias experimentais. Todavia, não foi observado efeito sobre o consumo total ao final do período experimental, bem como para o ganho de peso e características de carcaça.

Trabalhando com a inclusão de glicerina bruta (15, 30 e 45%) na dieta de cordeiros em fase de terminação, Musselman et al. (2008) verificaram que o consumo de MS, o ganho de peso, a eficiência alimentar, os dias de alimentação, a espessura de gordura subcutânea e o rendimento de carcaça foram afetados negativamente nos níveis de inclusão de 30 e 45%.

### **2.2.1 Glicerina na alimentação de bovinos em terminação**

Raros são os trabalhos que avaliaram o efeito da glicerina bruta na alimentação de bovinos de corte em confinamento sobre o desempenho e as características de carcaça (GUNN et al., 2008; MACH; BACH; DEVANT, 2009; PARSONS; SHELOR; DROUILLARD, 2009; PYATT; DOANE; CECAVA, 2007).

Nos primeiros relatos de glicerina bruta na terminação de novilhos, Pyatt, Doane e Cecava (2007) observaram aumento no ganho médio diário, redução no consumo de matéria seca e aumento na eficiência alimentar quando a glicerina substituiu em 10% o milho seco laminado.

Em uma pesquisa com animais F1 angus, precocemente desmamados, Gunn et al. (2008) não observaram efeito no peso vivo final, no peso de carcaça quente, na espessura de gordura subcutânea e na área de olho de lombo dos animais que receberam 30% de glicerina bruta (90% de glicerol) em substituição

ao milho, quando comparados aos animais que receberam apenas 15% de glicerina bruta.

Parsons, Shelor e Drouillard (2009), trabalhando com 373 novilhas cruzadas, alimentadas com diferentes níveis de glicerina bruta na dieta (0, 2, 4, 8, 12 e 16%) e uma dieta composta por milho floculado e 6% de feno de alfafa, observaram decréscimo linear no consumo de matéria seca com a inclusão da glicerina bruta na dieta. Para o ganho médio diário dos animais foi observado efeito quadrático dos níveis de glicerina, tendo os ganhos aumentados até o nível de 2% de glicerina e a partir deste nível decréscimo. Quanto à eficiência alimentar, Parsons, Shelor e Drouillard (2009) mostraram aumento da eficiência até a inclusão de 12% de glicerina, sendo que acima deste valor observou-se queda de eficiência.

Neste mesmo trabalho, várias foram as características de carcaça avaliadas, sendo observado efeito quadrático para o peso de carcaça quente. O maior peso foi encontrado quando se utilizou 2% de glicerina bruta. A espessura de gordura subcutânea apresentou redução quando os animais receberam 16% de glicerina bruta na dieta, o que foi explicado pela possibilidade da glicerina modificar o local de deposição da gordura.

Mach, Bach e Devant (2009), trabalhando com 48 touros holandeses, alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta (85,7% de glicerol) na MS do concentrado (0, 4, 8 e 12%) em dietas de alto concentrado, não observaram diferenças sobre o consumo total de MS, o ganho médio diário e a eficiência alimentar. Neste mesmo trabalho, não foram observados efeitos da glicerina sobre nenhuma das características de carcaça.

## 2.3 Glicerina e o metabolismo animal

### 2.3.1 Metabolismo ruminal do glicerol

Segundo Roger et al. (1992), o glicerol é um nutriente normalmente encontrado nas dietas de ruminantes, pois está presente nos fosfolipídios das plantas e nas reservas de óleos dos vegetais, representando cerca de 2 a 4 g/kg de matéria seca ingerida. Dessa forma, os microrganismos ruminais já estão adaptados a utilizar o glicerol em pequenas quantidades. Neste sentido, vários foram os trabalhos realizados com intuito de avaliar a inclusão de glicerol como ingrediente sobre a fermentação ruminal (DEFRAIN et al., 2004; KREHBIEL, 2008; KRUEGER et al., 2010; TRABUE et al., 2007; WANG et al., 2009).

Krehbiel (2008) avaliou que, o total do glicerol que chega ao rúmen do animal, cerca de 13% desaparece por passagem na digesta, 44% são fermentados e 43% são absorvidos na parede. Todavia, estes percentuais variam de acordo com a quantidade e a forma com que o glicerol é fornecido (DE FRAIN et al., 2004).

Segundo Garton, Lough e Vioque (1961) e Johns (1953) o desaparecimento do glicerol “*in vitro*” foi de 100% após 24 horas de incubação. Já Trabue et al. (2007) observaram que 80% do glicerol é metabolizado no rúmen após 24 horas sendo ele fermentado a propionato, resultando em decréscimo na relação acetato: propionato no rúmen.

Roger et al. (1992) observaram reduções na degradação “*in vitro*” de celulose por bactérias e fungos celulolíticos, quando o conteúdo médio de glicerina foi de 0,5 e 5%, respectivamente. Estes mesmos autores reportaram que a adesão, o crescimento e atividade celulolítica de duas bactérias do rúmen *Ruminococcus flavefaciens* e *Fibrobacter succinogenes* foram reduzidas quando o glicerol foi incluído em meio de crescimento com 0,05%.

Krueger et al. (2010) avaliaram diferentes níveis de glicerol (0, 5, 10, 20 e 40%) por incubação em fluido ruminal de bovinos canulados e observaram redução linear na concentração de acetato e efeito quadrático, com ponto mínimo, sobre as concentrações de propionato, sendo os maiores valores obtidos para o tratamento com 0 e 40% de glicerol. Neste mesmo trabalho foi observado efeito quadrático também para a relação acetato:propionato.

Avaliando o fornecimento de glicerol (0, 100, 200 e 300 g) para novilhos, Wang et al. (2009) observaram aumento linear das concentrações de propionato e butirato, como também a diminuição da relação acetato:propionato.

Segundo Hobson e Mann (1961), as mais importantes fermentadoras de glicerol parecem ser as bactérias estritamente anaeróbicas, como o *Selenomonas ruminantium*, que são produtoras de propionato. No entanto, em trabalho realizado com fermentadores contínuos e diferentes níveis de glicerol (0, 36, 72 e 108 g de glicerol/kg de matéria seca) (ABOEL-NOR et al., 2010) relataram redução nas concentrações de DNA das bactérias *Selenomonas ruminantium*, *Butyrivibrio fibrisolvens* e *Clostridium proteoclasticum* nos tratamentos com 72 e 108 g. O efeito negativo sobre o crescimento da *Butyrivibrio fibrisolvens* pode ser verificado pela redução encontrada na digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN), a redução das concentrações molares de acetato e da relação acetato:propionato e aumento nas concentrações de butirato, valerato e isovalerato. Estes autores também relataram que houve redução nas concentrações de C18:1 *cis*-9 e C18:2 *cis*-9, *cis*-12 em relação ao total de ácidos graxos, nas quantidades de 36, 72 e 108 g de glicerol/kg MS, como também redução no C18:1 *trans* para as quantidades de 72 e 108 g de glicerol. Estas reduções segundo os autores são devidas primeiramente pela redução nas concentrações dos ácidos oleico e linoleico das dietas quando substitui o milho pelo glicerol e também podem ser explicadas em partes pela mudança nas

populações das bactérias *Butyrivibrio fibrisolvens* e *Clostridium proteoclasticum*.

Trabalhando com fermentadores contínuos com diferentes níveis de glicerol em substituição ao milho (0, 15, 30 e 45%), Potu et al. (2009) também observaram redução na digestibilidade do FDN, redução na produção de acetato e aumento nos teores de butirato, valerato e isovalerato. Neste mesmo trabalho, os autores observaram redução nas concentrações de DNA das bactérias *Selenomonas ruminantium* para os níveis de 30 e 45% de glicerol e redução também de *Butyrivibrio fibrisolvens* no nível de 45%.

Segundo Krueger et al. (2010) a biohidrogenação ruminal só é possível após ocorrer a lipólise, pois as enzimas responsáveis por este processo atuam somente em ácidos graxos livres. Portanto, a inibição desta lipólise pode acarretar em aumento na passagem dos ácidos graxos insaturados pelo rúmen. Estes mesmos autores comentam que apesar de inúmeras pesquisas com a biohidrogenação ruminal, há poucos relatos sobre a purificação e propriedades das enzimas lipases de bactérias do rúmen, os poucos relatos são quase que exclusivamente sobre as enzimas de *Anaerovibrio lipolytica*. Como a produção de lipases é influenciada diretamente pela taxa de crescimento bacteriano e que o glicerol pode ser utilizado como nutriente neste processo de crescimento, Krueger et al. (2010) propuseram que o excesso de glicerol poderia inibir a atividade das lipases.

Neste sentido, em um trabalho avaliando o efeito do glicerol (2 e 20%) sobre a fermentação ruminal por incubação, Krueger et al. (2010) observaram que a lipólise foi inibida em 48% e 77% em função dos níveis de glicerol, promovendo desta forma maior aporte de ácidos graxos insaturados no intestino e, conseqüentemente, possíveis aumentos podem ser esperados nos produtos de ruminantes.

### 2.3.2 Absorção e metabolismo intermediário do glicerol

Segundo Valadares Filho e Pina (2006) o ácido propiônico oriundo da fermentação ruminal é absorvido e metabolizado no fígado, sendo utilizado no ciclo de Krebs, podendo também ser direcionado para a via gliconeogênica.

A quantidade do glicerol ingerido que é absorvido no epitélio ruminal ou que passa direto para o abomaso determinará o poder gliconeogênico deste nutriente (DE FRAIN et al., 2004).

A absorção do glicerol pelo epitélio ruminal e em outros tecidos é dependente de proteínas integrais de membrana (MIP) específicas (FROGER et al., 2001). Segundo estes autores, as MIP's aquagliceroporinas AQP3, AQP7 e AQP9 são identificadas como canais de água também permeáveis ao glicerol, tendo cada uma delas, locais específicos de atuação.

Segundo Hibuse et al. (2005) a AQP3 atua nas células da epiderme mantendo a hidratação e elasticidade, sendo necessária para o transporte de glicerol no intestino em humanos (MACDOUGALD; BURANT, 2005).

A AQP9 está presente no fígado e é controlada negativamente pela insulina ao nível de transcrição, sendo ela estimulada em situações de jejum, funcionando como a porta de entrada do glicerol para a síntese de glicose (HIBUSE et al., 2005). Segundo estes mesmos autores, a AQP7 é específica do tecido adiposo, sendo a porta de entrada do glicerol neste tecido.

Dessa forma, o glicerol que é absorvido será removido do sangue pelo fígado e convertido a glicerol-3-fosfato, pela ação da enzima glicerol-quinase e posteriormente convertido em gliceraldeído-3-fosfato pela enzima glicerol-3P-desidrogenase, um intermediário da lipogênese, da via gliconeogênica ou via glicolítica (TAO et al., 1983), sendo o glicerol direcionado para a gliconeogênese em situações de déficit de energia (KREHBIEL, 2008). De

acordo com Best (2006), a oxidação completa de 1 mol de glicerol gera em média 22 mol de ATP.

Segundo Rahib et al. (2009), a fosforilação do glicerol é o primeiro passo para a síntese de glicose, de triglicerídeos ou oxidação completa, sendo a glicerol-quinase encontrada no fígado, nos rins, cérebro, adipócitos, músculos esqueléticos e cardíacos. Segundo Lin (1977) 3/4 do metabolismo do glicerol no corpo ocorre no fígado, já os rins são responsáveis por 1/5 desta metabolização e também pela reabsorção do glicerol.

No entanto, a grande preocupação na utilização de glicerina bruta na alimentação animal é o efeito da toxicidade que o metanol presente nesta glicerina pode acarretar ao animal. Segundo Skrzydlewska (2003) o problema está na formação, acúmulo e metabolismo lento do formato que é um intermediário do metabolismo do metanol, consequências como declínio na atividade do sistema nervoso central e acidose metabólica são comuns para este tipo de intoxicação.

## **2.4 Qualidade de carne**

Quando se fala em qualidade de carne, o Brasil é criticado pelo mercado mundial, devido ao tipo de criação e até mesmo o animal que está sendo criado. O sistema de terminação predominante é o de animais a pasto, e é devido a este tipo de sistema que as críticas têm ocorrido, pois normalmente são animais tardios, de qualidade de carcaça e carne inferior, e ainda há a preocupação ambiental relacionada aos desmatamentos.

O país, com isso, tem sofrido restrições quanto aos problemas ambientais e qualitativos da carne. Segundo Arrigoni (2003), os principais problemas ligados à recusa da carne bovina brasileira pelo mercado internacional é a falta de padronização, maciez e características de conservação do produto.

Muito se fala em qualidade de carne hoje no mercado, porém esta qualidade vai muito além das características sensoriais do produto. Qualidade de carne hoje abrange desde a maciez, cor e suculência até a presença de resíduos, questões microbiológicas, oxidação lipídica e o perfil de ácidos graxos presentes (OLIVEIRA, 2010).

Vários são os fatores que influenciam a qualidade do produto final, dentre eles os principais são: nutrição, genética e fatores *ante mortem* dos animais. Destes fatores, vários podem ser alterados durante o processo de produção a campo até o momento de ida para o abate. Ademais, há fatores *pos mortem* que são de responsabilidade da empresa abatedora.

No Brasil, o rebanho bovino é predominantemente da raça Nelore, seus cruzamentos e a idade ao abate estão por volta dos 36 meses (LUCHIARI FILHO, 2000). Esta participação do zebuíno no cenário nacional, juntamente com a idade de abate é visto como ponto negativo à qualidade do produto final (FELÍCIO, 1997; PARDI et al., 2001), principalmente quando se fala em maciez da carne.

As proteases são enzimas que agem quebrando as miofibrilas (HOPKINS; THOMPSON, 2002) em um processo complexo e dependente de diversos fatores, entre eles o estresse *ante mortem*. Para que esse processo funcione é preciso que ocorra queda no pH da carne no *pos mortem* e isso só é possível caso o animal possua reserva de glicogênio satisfatória antes de ser abatido.

Muitos autores já mostraram a relação positiva entre diminuição da maciez da carne pós-maturação com a maior porcentagem de genes *Bos indicus* (ANDRADE et al., 2010; GESUALDI; PAULINO; VALADARES FILHO, 2000; RESTLE; BRONDANI; BERNARDES, 2003). Portanto, a genética como fator direto na qualidade do produto final tem papel importante, pois sua

influência direta sobre a composição do ganho e precocidade de acabamento já são bem definidos (OWENS et al., 1993).

Segundo Abrahão et al. (2005), a alimentação também tem sua importância com influência direta e indireta sobre a qualidade final do produto. Segundo estes autores, as características quantitativas da carcaça são afetadas diretamente pela nutrição e tem influência indireta na redução e idade de abate.

O animal recém abatido apresenta em seus músculos ATP, fosfocreatina e seu pH está em torno de 6,9 a 7,2 (BIANCHINI, 2005). Após a morte, o fornecimento de oxigênio é cortado e o músculo inicia o metabolismo anaeróbico, promovendo a formação de ácido lático e ATP. Como resultado, os prótons que são produzidos durante a glicólise causam diminuição significativa do pH intracelular (ROÇA, 2000). O pH da carne bovina considerado ideal está em torno de 5,4 a 5,8 (ABULARACH; ROCHA; FELÍCIO, 1998), sendo este o pH necessário para que ocorra a liberação do cálcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), e conseqüentemente, o processo de maturação. No caso de não haver glicogênio suficiente nos músculos dos animais, o pH não irá apresentar uma queda ideal, e conseqüentemente, o complexo das proteases não será ativado ou terá pouca atuação, o que resultaria em uma carne de menor maciez.

#### **2.4.1 Perfil de ácidos graxos**

Dentre as características ligadas à qualidade de carne, a maciez, suculência e cor são aspectos de suma importância. No entanto, o perfil de ácidos graxos (AG), também é um aspecto que deve ser observado com atenção, pois determinados AG podem apresentar comportamentos distintos no organismo humano e, devido a isto são percebidos como maléficos ou benéficos para a saúde.

Os ácidos graxos são moléculas que apresentam em sua estrutura átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio e podem variar quanto ao tamanho da cadeia, a presença e número de insaturações. Estas moléculas apresentam uma extremidade hidrofílica, onde está localizado o grupo carboxílico e uma cadeia lateral hidrofóbica de hidrocarbonetos.

Os ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) são aqueles que apresentam mais de uma ligação dupla na sua cadeia, podendo ser subdivididos em grupos, como os  $\omega$ -6 e  $\omega$ -3, que são importantes à saúde (SCOLLAN et al., 2001).

Vários são os trabalhos que tiveram o intuito de avaliar a mudança do perfil de ácidos graxos da carne de ruminantes em função de um determinado alimento fornecido ao animal (FRENCH et al., 2003; MADRON et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2011). Especificamente para o caso de ruminantes, busca-se alterar o perfil de ácidos graxos na carne por meio da redução do processo de biohidrogenação ruminal. Este processo é realizado pelos microrganismos ruminais, com o objetivo de transformar os ácidos graxos dietéticos insaturados, que são tóxicos à microbiota, em ácidos graxos saturados.

Como resultado do processo de biohidrogenação ruminal, a carne de ruminantes é caracterizada por apresentar maior concentração de AGS e menor relação poliinsaturados:saturados, quando comparada à carne de animais não ruminantes (FRENCH; STANTON; LAWLESS, 2000).

Quanto ao tipo de terminação, os animais terminados a pasto apresentam em sua carne, maior quantidade de AGPI, isto se deve pelo fato das forragens apresentarem maior teor de ácidos graxos  $\omega$ -3 (C18:3; linolênico) em sua composição, diferentemente dos grãos que são ricos em ácidos graxos  $\omega$ -6 (C18:2; linoleico) (LARICK; TURNER, 1990).

A carne bovina apresenta um perfil de ácido graxo bem particular, pouco menos da metade dos ácidos graxos são saturados, sendo que alguns são vistos como sendo prejudiciais à saúde humana, o que de certa forma gera

desconfiança por parte de alguns profissionais de saúde e da mídia. Por outro lado, é importante ressaltar que é fonte natural de ácidos graxos monoinsaturados e poliinsaturados que são de extrema importância para o organismo humano (VARELA et al., 2004). Dentre eles, existem também os isômeros do ácido linoleico conjugado (CLA), em especial o C18:2 *cis*-9, *trans*-11 (FRENCH; STANTON; LAWLESS, 2000).

Os ácidos graxos saturados (AGS) atuam na elevação das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), quando comparadas com proteínas, carboidratos e AGI em substituições isoenergéticas (WOOD et al., 2003). Neste sentido, tem sido demonstrados o efeito hipercolesterolêmico dos ácidos graxos láurico, mirístico e palmítico, que atuam na diminuição da atividade dos receptores hepáticos de LDL (GIVENS, 2005).

Hays et al. (1991) relataram que o ácido graxo mirístico (C14:0) seria o AGS mais indesejável para a saúde. Oliveira et al. (2011) avaliaram o perfil de ácidos graxos no músculo de animais Zebuínos e encontraram um teor médio de 3,5% para o ácido graxo mirístico, valor muito baixo quando comparado ao ácido graxo esteárico (23,93%), que possui efeito nulo sobre a saúde humana, pois de acordo com Daley et al. (2010) este ácido não afeta os níveis de colesterol. Segundo Sinclair (1993), este efeito nulo se deve ao fato deste ácido ser transformado em ácido oleico (C18:1 *cis* 9) no organismo pela ação das enzimas  $\Delta^9$  dessaturase.

Oliveira et al. (2011), trabalhando com diferentes oleaginosas na terminação de animais zebuínos confinados, observaram aumento na proporção de AGS na gordura subcutânea quando forneceu caroço de algodão, em relação à dieta sem lipídio adicional (45,6% vs 41,62%).

Segundo Lopes (2010), o ácido oleico (C18:1 *cis* 9) é o que apresenta maior concentração na carne dos novilhos, representando em torno de 38,7% do total de ácidos graxos e, de acordo com Katan, Zock e Mensink (1994) este

ácido aumenta o nível de colesterol HDL e diminui a concentração do colesterol LDL.

Em pesquisa avaliando o efeito de monensina (0, 100 e 200 mg) na dieta de novilhos Nelore, Charolês e suas cruzas em confinamento, Menezes et al. (2006) observaram redução linear nos teores de C18:1 *cis* 9 no músculo dos animais.

Em trabalho realizado com Zebuínos terminados em confinamento recebendo diferentes fontes de oleaginosas moídas (sem lipídio adicional, grão de soja, caroço de algodão e semente de linhaça) na dieta, Oliveira et al. (2011) observaram aumento no C18:2 *cis*9, *cis*12 e no C20:4 na carne dos animais que receberam grãos de soja na dieta e aumento de C18:3  $\omega$ 3 para os animais que foram alimentados com semente de linhaça.

Santarosa (2011) trabalhando com diferentes fontes de lipídios (grãos de soja e gordura protegida), na alimentação de animais Red Norte observou maior teor de C18:1 *cis*-9 no músculo dos animais que receberam gordura protegida.

Pesce (2008) trabalhando com animais Nelore, recebendo diferentes níveis de caroço de algodão na dieta observou aumento na porcentagem dos AGPI quando os animais receberam caroço de algodão, em relação ao tratamento sem caroço (10,65% vs 8,32%).

Além dos teores de cada ácido graxo, a relação entre eles também é muito importante. A relação ideal entre  $\omega$ -6:  $\omega$ -3, mais recomendada em qualquer alimento de consumo humano, pela maioria dos órgãos de saúde está entre 4:1 e 5:1 (MARTIN et al., 2006; SCHAEFER, 2002), com tendência da relação diminuir. Segundo Fagundes (2002) a proporção inadequada entre estes ácidos está ligada a várias doenças degenerativas.

O Departament of Health (1994) britânico cita que a razão inferior a 0,4 de relação AGPI: AGS constitui uma dieta pouco saudável, estando relacionada a doenças cardiovasculares. Enser et al. (1998) trabalhando com bovinos de

corde na Inglaterra e Fernandes et al. (2009), trabalhando com animais da raça Canchim, alimentados com concentrado a base de grãos de girassol encontraram em ambos os trabalhos valor médio de 0,11 para a relação AGPI: AGS. Já Rossato et al. (2010), trabalhando com animais Angus e Nelore, terminados em pastagem observaram valor de 0,18 para esta relação.

Não foram encontrados na literatura trabalhos avaliando o perfil de ácidos graxos da carne de bovinos terminados em confinamento, alimentados com glicerina bruta. Entretanto, o fornecimento de glicerina bruta na alimentação animal representa alto potencial em manipular o processo de biohidrogenação ruminal, seja pela inibição da lipólise (KRUEGER et al., 2010) ou pela atuação direta em determinados grupos de bactérias importantes do processo (ABOEL-NOR et al., 2010; POTU et al., 2009), ambos os efeitos podem proporcionar alterações satisfatórias no perfil de ácidos graxos que chegam ao intestino e, conseqüentemente, ao perfil depositado na carne.

#### **2.4.1.1 Ácido linoleico conjugado (CLA)**

Nos últimos anos tem-se descoberto muitas funções desempenhadas por ácidos graxos no organismo humano, dentre estes ácidos um dos mais estudados e já com resultados satisfatórios é o isômero do CLA C18:2 *cis*-9, *trans*-11, em que foi relatada sua atuação sobre várias funções como: repartição de nutrientes, anticarcinogênico, prevenção de aterosclerose e antidiabético (BANNI; HEYS; WAHLE, 2003; BELURY, 2003; KRITCHEVSKY, 2003; MCGUIRE et al., 1997; PARIZA, 2002).

Após estes resultados, pesquisadores buscam aumentar os níveis deste nutriente nos alimentos naturais, com o objetivo de fornecer ao consumidor um alimento de melhor qualidade nutricional e que traga benefícios à saúde. Segundo Ladeira e Oliveira (2007) a crescente busca por formas de manipulação

do perfil de ácidos graxos na carne de bovinos tem por objetivo a produção de uma carne de melhor qualidade para o consumidor e, conseqüentemente, diminuir a associação de consumo de carne vermelha aos problemas de saúde, pensando em longo prazo, nos ganhos proporcionados a toda cadeia produtiva da carne.

O CLA é formado em dois processos diferentes. No primeiro processo, conhecido como biohidrogenação, os microrganismos saturam os ácidos graxos insaturados com o objetivo de torná-los menos tóxicos a eles próprios. Desse processo, quando incompleto, ocorre a formação do CLA, que é um intermediário da biohidrogenação do ácido linoleico (Figura 1).

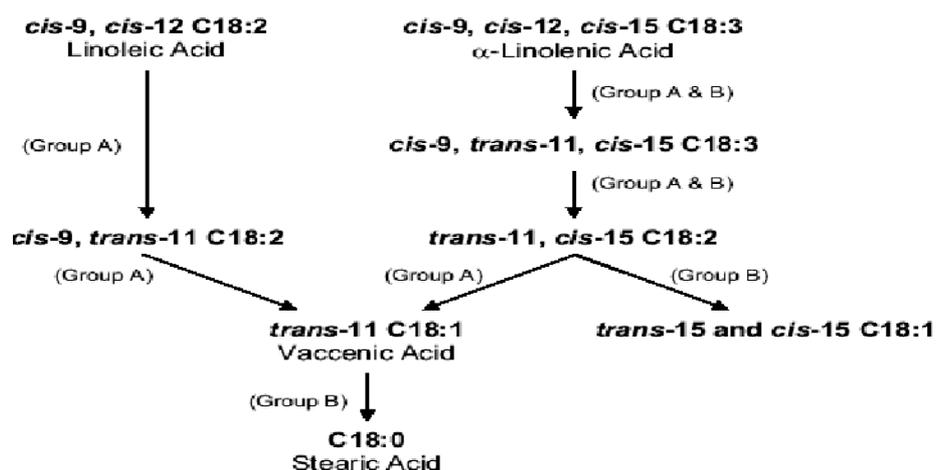


Figura 1 Vias Bioquímicas da Biohidrogenação dos Ácidos Linoleico e Linolênico no Rúmen

Fonte: Adaptado de Harfoot e Haslewood (1997)

A outra forma de se obter o CLA é pela ação da enzima  $\Delta^9$ -dessaturase, que está presente no tecido adiposo e muscular, sobre o ácido vacênico (C18:1 *trans*-11) (BAUMAN et al., 2001). Segundo McGuire e McGuire (1999) é possível que humanos utilizem esta rota para produzir CLA, porém, segundo

Wolff, Precht e Molquentin (1998) o principal substrato para esta via é originário de produtos de ruminantes.

Considerando que o ácido vacênico é um intermediário da biohidrogenação dos ácidos linoleico e linolênico no rúmen, o consumo de alimentos com estas fontes resultarão na presença de CLA na carne (MEDEIROS et al., 2005).

Devido à isomerização, vários são os isômeros de CLA conhecidos. Dannenberger et al. (2004) descreveram dez isômeros de CLA na carne bovina e McGuire et al. (1999) observaram que o isômero *cis* 9, *trans*11 representou 75% deste total. As gorduras da carne de ruminantes são fontes naturais de AGPI, entre eles o CLA (FRENCH; STANTON; LAWLESS, 2000; WOOD et al., 2003), e segundo McGuire e McGuire (1999) a carne e leite de ruminantes atendem a todos os requisitos de alimento funcional.

Avaliando o efeito da soja extrusada (25,6% na MS) em animais F1 Angus, Madron et al. (2002) encontraram aumento de 17% no CLA quando comparado à dieta controle.

Em um estudo para a avaliação do perfil de ácidos graxos na gordura da carne de novilhas Charoles sob pastejo, com suplementação de óleo de linhaça ou de girassol, Noci et al. (2007) observaram maior teor de CLA quando os animais receberam suplementação de óleo de girassol, quando comparado aos animais somente em pastejo (1,90% vs 0,78%) e também a mesma superioridade quando comparado à suplementação com óleo de linhaça (1,90% vs 1,35%).

Fernandes et al. (2009) trabalhando com animais de diferentes classes sexuais e duas dietas, sendo uma dieta convencional a base de silagem de milho e concentrado; e a outra a base de cana-de-açúcar com concentrado contendo grãos de girassol, observaram efeito da dieta sobre os níveis de CLA na carne, sendo que a dieta convencional apresentou um teor de 0,34%, enquanto a outra dieta apresentou o teor de 0,73% de CLA.

Em uma pesquisa avaliando o efeito de diferentes fontes energéticas (milho moído, farelo do gérmen de milho e farelo de arroz integral), Kazama et al. (2008) observaram que os animais que receberam farelo de gérmen de milho apresentaram maiores concentrações de CLA (0,48%), em virtude da maior quantidade de ácido linoleico nesta dieta.

Em uma pesquisa avaliando diferentes fontes de oleaginosas moídas (sem lipídio adicional, grãos de soja, caroço de algodão e semente de linhaça) para animais Zebuínos, Oliveira et al. (2011) não observaram efeito das diferentes fontes sobre os teores de CLA no músculo e gordura subcutânea, o que foi explicado pelo fato da moagem não ter sido suficiente na liberação dos ácidos linoleico e linolênico para a biohidrogenação.

Santarosa (2011) trabalhando com animais Red Norte, recebendo grãos de soja e gordura protegida na dieta observou que o teor de CLA no músculo foi maior quando os animais receberam o grão de soja como fonte de lipídios, tais observações podem ser explicadas pela maior disponibilidade do óleo oriundo dos grãos de soja moídos, porém, resultado contrário foi observado para a gordura subcutânea.

#### **2.4.2 Oxidação lipídica**

O tempo de vida útil da carne é um fator de suma importância para o consumidor e estabelecimentos de varejo. Tal fato pode ser explicado pelo complexo organograma que o mercado da carne adquiriu, necessitando então de tempo hábil para a comercialização do produto. Dessa forma a oxidação lipídica passou a ser uma característica avaliada por vários pesquisadores (OLIVEIRA et al., 2011; WOOD et al., 2003), pois ela está diretamente relacionada ao tempo de vida útil do produto.

O processo de oxidação lipídica é inevitável com o tempo, sendo influenciado pelas concentrações de ácidos graxos insaturados, oxigênio e substâncias químicas que aceleram a oxidação (KANNER et al., 1988). Desta forma, os estudos que buscam diminuir a intensidade deste processo se tornam cada vez mais importantes para a cadeia produtiva como um todo.

Vários fatores podem influenciar a oxidação lipídica, dentre eles, os tipos de fibras musculares, uma vez que músculos com maiores proporções de fibras vermelhas são mais susceptíveis à oxidação, pois apresentam mais ferro e fosfolipídios que aqueles com mais fibras brancas (WOOD et al., 2004).

Segundo Silva, Borges e Ferreira (1999), a intensidade com que ocorre a oxidação está diretamente correlacionada com o tipo de estrutura lipídica e o meio onde esta se encontra, sendo que o número e a natureza das insaturações, o tipo de interface entre o lipídeo e o oxigênio, a exposição à luz e ao calor, a presença de pró-oxidantes e de antioxidantes determinam o grau que ocorrerá esta oxidação.

Considerando que o grau de oxidação lipídica da carne está diretamente ligado ao tipo de estrutura lipídica (SILVA; BORGES; FERREIRA, 2009), pode-se dizer que os alimentos que apresentam maiores teores de AGI, principalmente os AGPI, são aqueles mais susceptíveis à oxidação lipídica e conseqüentemente, se relacionam negativamente com o sabor do alimento *in natura* (DUCKETT; ANDRAE; OWENS, 2002).

A oxidação lipídica é iniciada nos AGPI dos fosfolipídios de membranas (LAURIDSEN; BUCKLEY; MORRISSEY, 1997), onde os radicais livres dos ácidos graxos reagem com o oxigênio, resultando primeiramente na formação de peróxidos e hidroperóxidos, que são considerados os primeiros produtos formados na oxidação de gordura (WONG, 1995). Após esta etapa, ocorre a formação de produtos secundários como alcanos, aldeídos, álcoois, hidrocarbonetos, além de epóxidos e cetonas (DORMANDY, 1994).

Dessa forma, utiliza-se o índice de peróxido para avaliação inicial do processo de oxidação, onde as alterações não são percebidas sensorialmente, e por fim, o índice do ácido Tiobarbitúrico (TBA) para avaliação da oxidação em fase mais avançada. Segundo a legislação brasileira, o limite máximo permitido de índice de peróxido é de 10 mg de peróxido de O<sub>2</sub>/kg de produto. Já o índice de TBA, os valores de até 1,59 mg de malonaldeído/kg de produto são considerados baixos para serem percebidos em análises sensoriais e não causam alarme para a saúde do ser humano (TORRES; OKANI, 2000).

Muitos são os trabalhos que procuram melhorar o perfil de ácidos graxos na carne, procurando assim aumentar os AGPI, como o ácido linoleico conjugado (CLA), ácido linoleico (C18:2,  $\omega$ -6) e linolênico (C18:3,  $\omega$ -3) (LADEIRA; OLIVEIRA, 2007). Todavia, com esta alteração pode ocorrer aumento na susceptibilidade de oxidação das membranas celulares.

Os produtos resultantes da oxidação lipídica são normalmente os aldeídos e a proporção relativa destes produtos depende de qual o AG foi oxidado e das condições com que ocorreu tal oxidação. O Teste das substâncias reativas ao Ácido 2-Tiobarbitúrico (TBARS) é baseado na reação do ácido tiobarbitúrico com os produtos de decomposição dos hidroperóxidos. Um dos principais produtos formados neste processo de decomposição é o malonaldeído, ocorrendo à formação de um complexo de cor vermelha. A reação ocorre em meio ácido (pH 1 a 2) e a alta temperatura (100°C), no sentido de aumentar a sua velocidade e sensibilidade (SILVA; BORGES; FERREIRA, 1999).

Oliveira et al. (2011), trabalhando com animais zebuínos alimentados com diferentes fontes de lipídeos na dieta (sem lipídio adicional, grãos de soja, caroço de algodão e semente de linhaça) e três tempos de maturação (0, 25 e 50 dias) não observaram efeito das fontes sobre a oxidação lipídica da carne dos animais.

Em uma pesquisa com animais da raça Nelore alimentados com diferentes níveis de caroço de algodão (0; 14,35; 27,51 e 34,09% na MS da dieta), Costa (2009) também não observou efeito sobre os valores de malonaldeído na carne dos animais para esses níveis.

Em uma avaliação do fornecimento de grãos de soja moído e gordura protegida para animais Red Norte, Santarosa (2011) observaram que aos 21 dias de maturação a carne dos animais que receberam grãos de soja na dieta apresentou maior grau de oxidação lipídica, devido à maior presença de AGPI nesta carne.

### **2.4.3 Cor**

A cor é o atributo da carne que tem mais influência no momento da escolha para a compra pelos consumidores, pois é a primeira característica assimilada sobre o produto antes de adquiri-lo. Portanto, a adequada coloração facilitará a comercialização do produto, pois ajudará na decisão de aceitação ou rejeição do produto, apesar de não indicar ao certo a situação de conservação do alimento (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Os principais pigmentos que conferem a cor ao músculo do animal enquanto vivo é a hemoglobina e em segundo lugar a mioglobina. Porém, em situações normais, em que é realizada uma adequada sangria, a mioglobina passa a ser responsável por 90% ou mais da coloração da carne (RAMOS; GOMIDE, 2007).

A cor ideal da carne bovina é a vermelha cereja brilhante (LUCHIARI FILHO, 2000), o que é determinado mais precisamente pela forma química em que se encontra a mioglobina. No caso de bovinos este pigmento está em alta concentração no músculo, diferente de outras espécies como, como exemplo, suínos e aves onde a concentração é bem baixa. A quantidade de mioglobina

presente no músculo é variável e vários são os fatores que influenciam esta concentração, por exemplo: a espécie, atividade física, tipo de músculo entre outros (FELÍCIO, 1999b).

A mioglobina é um pigmento composto por um grupo heme ligado a uma proteína globular chamada globina, sendo este grupo o componente cromóforo responsável pela absorção de luz e cor desses pigmentos (RAMOS; GOMIDE, 2007). Nessa molécula, o que mais varia é o sexto ligante deste grupo heme e é o que vai determinar a forma química da mioglobina.

Na ausência de oxigênio, o íon  $\text{Fe}^{2+}$  permanece sem o sexto ligante, produzindo a deoximioglobina (Figura 2). Neste caso a carne assume uma coloração escura “vermelho-púrpura”, como a de carnes embaladas a vácuo. Quando se tem a exposição da carne ao oxigênio, o íon  $\text{Fe}^{2+}$  se liga ao oxigênio produzindo a oximioglobina o que imprime a cor vermelho-cereja brilhante à carne. Porém, quando o íon  $\text{Fe}^{2+}$  é oxidado a  $\text{Fe}^{3+}$  se produz a metamioglobina e, neste caso, a carne assume uma coloração marrom, não agradável ao consumidor (SWATLAND, 2003).

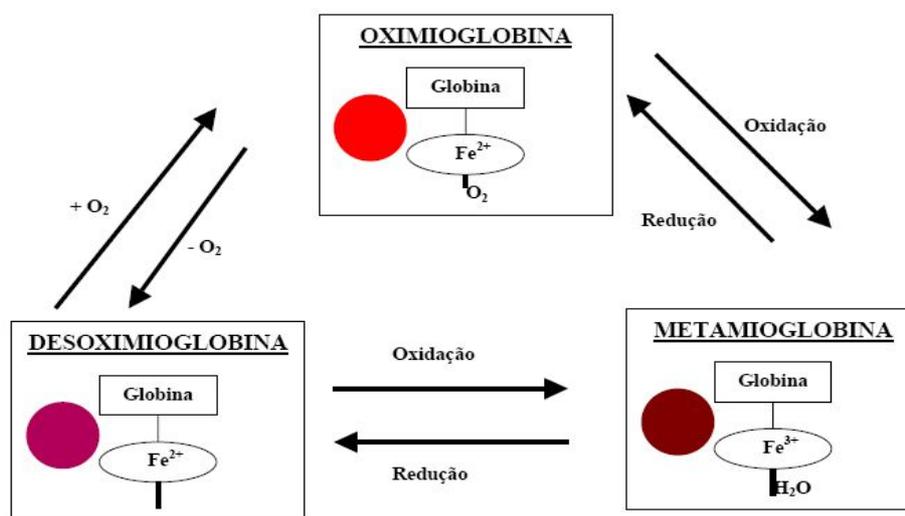


Figura 2 Relacionamento entre o estado da mioglobina e a cor da carne  
Fonte: ALIMENTOS...(2011)

Vários são os fatores conhecidos que podem influenciar a oxidação da oximioglobina (RENERRE et al., 2000). Dentre estes fatores estão a atividade da metamioglobina redutase, pressão parcial do oxigênio e oxidação lipídica (FAUSTMAN et al., 2010). A permanência da mioglobina na forma de oximioglobina é favorecida pela atividade da metamioglobina redutase (BEKHIT; SIMMONS; FAUSTMAN, 2005) e pela pressão parcial de oxigênio (LEDWARD, 1970).

A descoloração da cor vermelha brilhante para marrom, que ocorre durante a estocagem por alguns dias de armazenamento sob condições aeróbias, é uma associação da oxidação da mioglobina e da oxidação lipídica (LIU; LANARI; SCHAEFER, 1995). O processo relacionado a esta descoloração foi discutido por Faustman et al. (2010) (Figura 4). Segundo estes autores a presença de produtos primários e secundários oriundos da oxidação lipídica faz com que a oxidação da oximioglobina à metamioglobina se inicie. McKenna et al. (2005) mostraram que o músculo com maior estabilidade de cor foi caracterizado por menor consumo de oxigênio e menor oxidação lipídica.

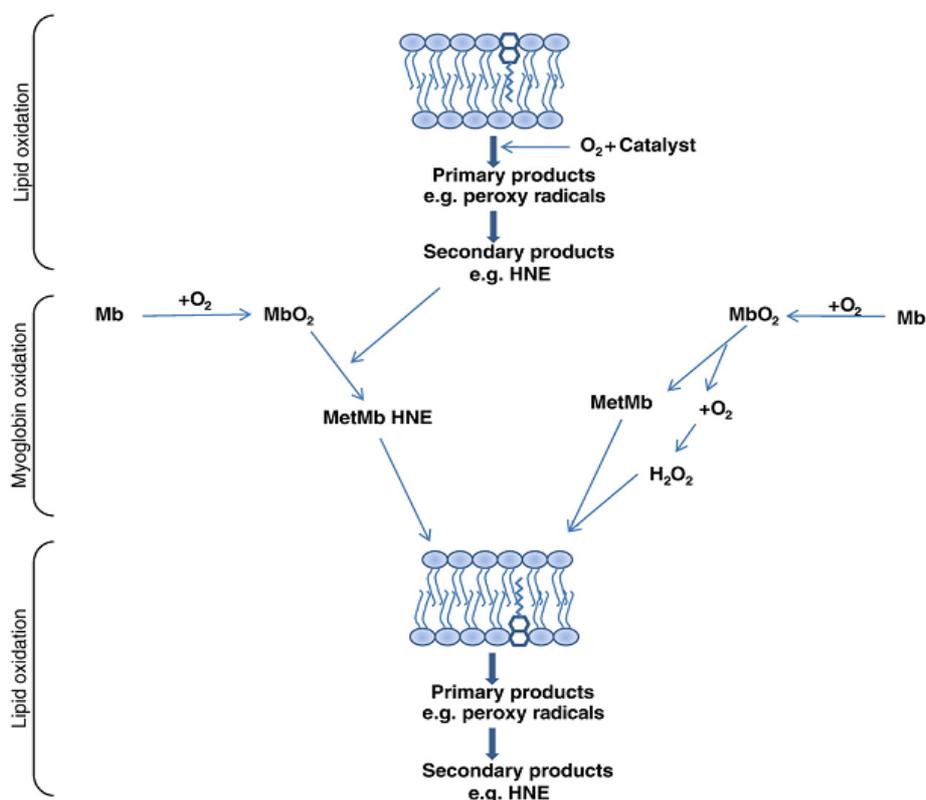


Figura 3 Interação das reações oxidativas entre oximioglobina e ácidos graxos insaturados

Fonte: Faustman et al. (2010)

Um sistema de mensuração de cor muito utilizado em diversas áreas é o sistema CIE L\* a\* b\* (Figura 3). O índice L\* é indicativo de luminosidade, variando de branco (+L\*) a preto (-L\*), enquanto os índices a\* e b\* são as coordenadas de cromaticidade, sendo a\* o eixo que vai de verde (-a\*) a vermelho (+a\*) e b\* variando de azul (-b\*) a amarelo (+b\*). Os valores encontrados na literatura para L\*, a\* e b\* em carne bovina, encontram-se nas seguintes faixas de variação: 33,2 a 41,0; 11,1 a 23,6 e 6,1 a 11,3, respectivamente (MUCHENJEA et al., 2009).

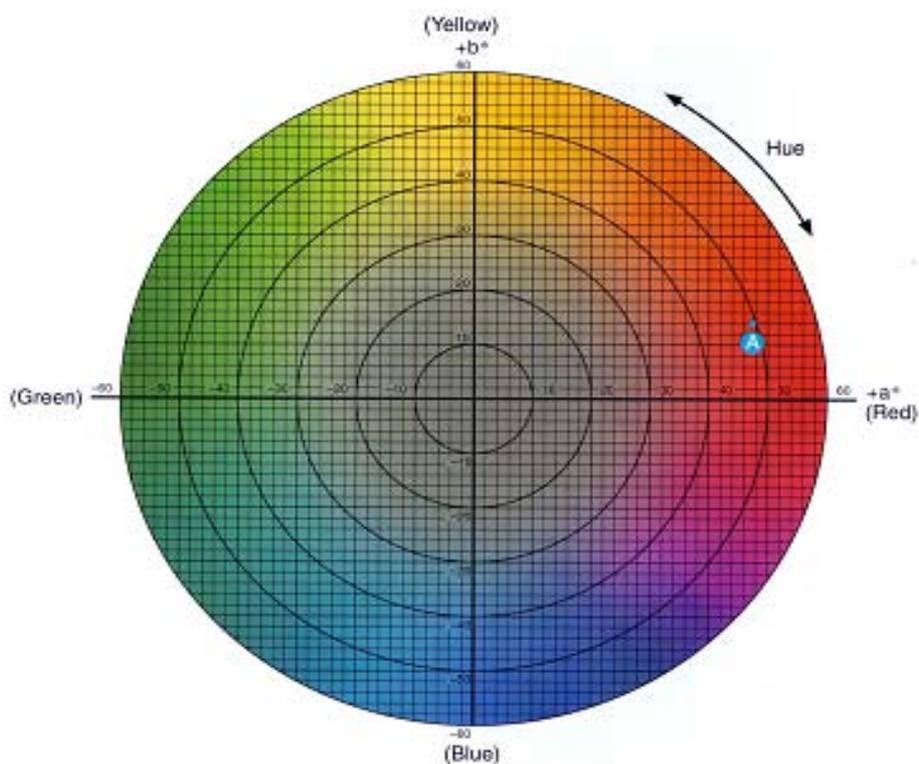


Figura 4 Representação tridimensional do sólido de cor CIELAB  
 Fonte: HUNTERLAB (1991)

Segundo Realini et al. (2004), a maior luminosidade encontrada em carnes pode ser decorrência de maior quantidade de gordura intramuscular, pois a gordura apresenta coloração clara. Os principais fatores que interferem na luminosidade da carne são: dieta, idade, atividade física desenvolvida pelos animais em vida, quantidade de pigmentos de cor, quantidade de gordura e pH final (MUCHENJEA et al., 2009), sendo o pH diretamente relacionado com a capacidade de retenção de água pelas células musculares. Já os teores de vermelho, refletem a quantidade de pigmentos vermelhos das mioglobinas e dos citocromos (HEDRICK et al., 1983) e o teor de amarelo refere-se à composição de carotenóides (PRIOLO; MICOL; AGABRIEL, 2001).

A queda do pH *pos mortem* é um dos fatores que podem influenciar na qualidade final do produto, inclusive a cor. A queda inadequada do pH, estabilizando em valores  $>6,2$ , após 24 horas do abate, define uma carne DFD (do inglês - *Dark, Firm e Dry*). Esse processo se deve pelo fato das proteínas miofibrilares permanecerem acima do seu ponto isoelétrico, causando com isso maior retenção de água nas células. Dessa forma a luz incidente é pouco refletida, dando assim a aparência escura (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Comparando animais de estados fisiológicos diferentes, animais inteiros apresentam maior quantidade de mioglobina que animais castrados e fêmeas, o que significa uma carne com tonalidade de vermelho mais forte (FELÍCIO, 1997).

Quando se fala em nutrição, pode-se pensar de forma direta e indireta, pois, animais a pasto apresentaram maior quantidade de mioglobina devido a sua dieta de baixa energia (MANTESE, 2004); e também indiretamente, pela sua maior atividade física na pastagem, que proporcionará aumento na quantidade de mioglobina (FELÍCIO, 1999b).

Trabalhando com marrãs na fase de terminação, recebendo glicerina refinada (97,5% Glicerol) na dieta em diferentes níveis (0, 5, 10 e 15%), Mendoza et al. (2010) não observaram efeito sobre os parâmetros de cor na carne destes animais. Da mesma forma, Lammers et al. (2008a), trabalhando com suínos com oito dias pós-desmame até o abate e recebendo diferentes níveis de glicerina bruta (84,51% Glicerol) na dieta (0, 5 e 10%), também não observaram efeito sobre os parâmetros de cor na carne.

Schieck et al. (2010), trabalhando com suínos mestiços em fase de terminação, avaliaram o tempo de fornecimento de glicerina bruta (82,75% glicerol) na terminação destes animais, utilizando uma dieta controle à base de milho e farelo de soja, uma dieta à base de milho e farelo de soja com 8% de glicerina, durante toda a fase de terminação e a terceira dieta à base de milho e

farelo de soja, durante as seis primeiras semanas da fase de terminação e nas últimas oito semanas esta dieta passou a conter 8% de glicerina. Os autores não observaram efeito do tempo de fornecimento sobre os parâmetros de cor L\*, a\* e b\* da carne destes animais.

#### **2.4.4 Gordura intramuscular**

Quando se fala em qualidade de carne, logo se pensam em suculência, maciez e sabor. Estas três características são apontadas pela maioria dos consumidores como sendo as principais, por serem de fácil percepção. Segundo Shackelford et al. (1991) a gordura intramuscular é um dos principais fatores que atuam positivamente sobre estas características. Sendo que as frações mais importantes desta gordura são os fosfolípidios e os triglicerídeos presentes nos adipócitos intramusculares (GERBENS, 2004).

Do total dos carbonos utilizados na síntese dos ácidos graxos presentes na gordura intramuscular, uma grande parte é oriunda da glicose (GILBERT et al., 2003), diferentemente da gordura subcutânea, na qual, o grande doador de carbonos é o acetato. No entanto, a deposição de gordura nos tecidos é totalmente dependente da sensibilidade da insulina, sendo que esta sensibilidade é variável em função das fontes energéticas utilizadas, sendo que os tecidos periféricos de bovinos em pastejo por muito tempo adquirem resistência a este hormônio (RHOADES et al., 2007).

Segundo Gilbert et al. (2003), o tecido adiposo intramuscular é mais sensível à insulina que o tecido adiposo subcutâneo, dessa forma, a utilização de dietas que aumentam a produção de ácido propiônico pode favorecer a deposição de gordura intramuscular, já que, segundo Valadares Filho e Pina (2006) o ácido propiônico produzido no rúmen será metabolizado no fígado, podendo ser direcionado à via gliconeogênica.

Pode-se perceber dessa forma que a manipulação das dietas com o objetivo de proporcionar maior aporte de glicose aos animais é interessante, quando se pensa na deposição de gordura intramuscular e, conseqüentemente, melhorias diretas na qualidade da carne. Nesse sentido, a utilização de glicerina bruta na dieta dos animais apresenta grande potencial em estarem alterando o local de deposição desta gordura, com isso, melhorando indiretamente as características ligadas ao grau de marmorização da carne e também gratificações por parte de empresas frigoríficas.

Neste sentido, avaliando o fornecimento de glicerol (0, 100, 200 e 300 g) para novilhos, Wang et al. (2009) observaram aumento linear das concentrações de propionato, como também a diminuição da relação acetato:propionato.

Em casos que o glicerol não for metabolizado a propionato no rúmen, ele será absorvido no epitélio ruminal ou intestino, sendo removido do sangue pelo fígado e convertido a glicerol-3-fosfato pela ação da enzima glicerol-quinase e posteriormente convertido a gliceraldeído-3-fosfato pela enzima glicerol-3P-desidrogenase, um intermediário da lipogênese, da via gliconeogênica ou via glicolítica (TAO et al., 1983).

Dessa forma, pode-se perceber que o fornecimento de glicerina pode alterar o tipo do produto final da fermentação, o que pode acarretar em mudanças no local de deposição da gordura.

## **2.5 Características de carcaça**

No Brasil a comercialização do animal é feita basicamente de duas formas, uma delas informal, em que se comercializa o animal vivo considerando que este apresenta 50% de rendimento de carcaça; e a forma mais utilizada, mais

correta e legal, que considera o peso de carcaça quente, em que o animal depois de abatido, esfolado e eviscerado será pesado.

Para a empresa frigorífica se torna importante o abate de animais mais pesados, pois a mão de obra gasta para abater um animal de 400 kg será a mesma gasta para um animal de 500 kg, com uma grande diferença, o animal de 500 kg apresentará uma carcaça mais pesada o que permitirá uma redução de gastos por unidade de carne desossada (COSTA et al., 2002b).

É válido ressaltar que o peso de abate tem grande importância sobre os custos e também sobre a qualidade da carcaça (COSTA et al., 2002b). Desta forma, faz-se necessário que a empresa frigorífica comece a pensar em possíveis gratificações ao produtor, para que o mesmo possa manter o animal por mais tempo no confinamento e assim atender às exigências em termos de características qualitativas e quantitativas da carcaça.

Algumas variáveis, como a espessura de gordura subcutânea (EGS) e a área de olho de lombo (AOL), também são de extrema importância para a empresa frigorífica (RESTLE; BRONDANI; BERNARDES, 1999), pois, estão ligadas diretamente com a eficiência de produção desta empresa.

A dieta influencia diretamente as características de carcaça (MENEZES et al., 2005), sendo que dietas mais energéticas, como exemplo, as de animais confinados proporcionam taxas de ganho de peso mais elevadas, idade reduzida ao abate, maior eficiência, e a produção de carcaças de melhor qualidade quando comparado com animais terminados a campo (COSTA et al., 2005). Segundo Costa et al. (2002a), a alta taxa de ganho proporciona ainda formação de colágeno mais solúvel, que modifica as características sensoriais, resultando em uma carne mais macia.

No Brasil tem se visto a crescente cobrança por carcaças de melhor qualidade. No entanto, poucas são as empresas que pagam pela qualidade

superior. Devido a isto, o país encontra dificuldades de estabelecer um sistema de classificação e tipificação de carcaças.

A tipificação é simplesmente uma separação das carcaças em lotes, sendo pontos de destaque o sexo e peso por exemplo. Já a classificação é simplesmente dentre os lotes que foram tipificados, classificarem as melhores carcaças, sendo analisados alguns pontos de acordo com o sistema que está sendo usado para essa finalidade (FELÍCIO, 1999a).

Um exemplo da importância do trabalho de classificação e tipificação de carcaças é a Associação do Novilho Precoce do Mato Grosso do Sul, onde todos os abates são agendados e todos os animais passam por uma classificação, em que os produtores são premiados pela qualidade de seu produto (ASSOCIAÇÃO DOS CRIADORES DE NOVILHO PRECOCE DO MATO GROSSO DO SUL, 2011).

A busca por um sistema de tipificação e classificação de carcaça é inquestionável para que haja um incentivo aos produtores para aumentar a qualidade.

Enfim, a utilização de um sistema para tipificação e classificação trará ao mercado produtos de maior uniformidade e qualidade, e principalmente maior segurança ao consumidor sobre o que realmente ele estará consumindo.

### **2.5.1 Peso de abate, rendimento de carcaça e rendimento de cortes**

O animal mais pesado é zootecnicamente menos eficiente (ARBOITTE et al., 2004) devido à posição que se encontra na curva de crescimento. Por isso, para o produtor, animais mais pesados, além do menor ganho de peso, também apresentam menor eficiência no aproveitamento dos nutrientes. Todavia, o peso é a forma mais fácil de manipular a composição da carcaça dos animais (LUCHIARI FILHO, 2000).

O rendimento de carcaça tem sua grande importância nos dias atuais devido à maior parte da comercialização de bovinos ser feita nessa forma. Porém, muito se fala no abate de carcaças mais leves (acima de 180 kg) relacionando isso com carcaças de melhor qualidade, por serem atribuídas a animais jovens e de carne de melhor qualidade (OLIVEIRA, 2010), lembrando que o peso de carcaça desejado pelo mercado está acima de 230 kg (RESTLE; BRONDANI; BERNARDES, 1999).

O rendimento de cortes tem seu lugar de destaque devido ao pagamento diferenciado por estes, sendo que os cortes de melhor qualidade se localizam no traseiro. O que se observa é que quanto mais pesado for o animal, maior é o desenvolvimento do dianteiro, diminuindo desta forma o rendimento de traseiro na carcaça fria (RESTLE; KEPLIN; VAZ, 1997). Porém, melhora-se o grau de acabamento das carcaças.

Segundo Costa et al. (2002a), o aumento excessivo no peso de abate e, conseqüentemente, o maior grau de cobertura subcutânea e deposição de gordura visceral podem implicar em redução no rendimento de carcaça, devido à limpeza das mesmas. No entanto, o menor rendimento de carcaça em animais mais leves é explicado pelo maior peso relativo de órgãos, couro e cabeça (GALVÃO et al., 1991). Dessa forma, torna-se importante conhecer bem o animal que se está trabalhando, a fim de buscar uma otimização no processo de terminação, aproveitando o máximo da eficiência.

Em um trabalho avaliando dois níveis de concentrado (1 e 2% do PV) em animais Nelore, F1 Nelore x Angus e F1 Nelore x Simental, Marcondes et al. (2011) observaram que o rendimento de carcaça aumentou quando se forneceu 2% de concentrado, quando comparado aos animais que receberam 1% (60% vs 58,87%)

Mendes et al. (2005), trabalhando com animais cruzados Nelore x Simental e avaliando as fontes de energia: milho, casca de soja e farelo de

gérmen de milho, em substituição ao milho, observaram que não houve efeito das diferentes fontes sobre o peso final de abate e rendimento de carcaça dos animais, tendo sido obtido um rendimento médio de 52,8%.

Avaliando o efeito de diferentes níveis de concentrado (5, 35 e 65%) sobre o rendimento de corte de novilhos anelados, Costa et al. (2005) não observaram efeito dos níveis sobre o rendimento de dianteiro, traseiro e ponta de agulha, sendo que os valores médios obtidos foram 38,9, 61,19 e 13%, respectivamente. Da mesma forma, Menezes et al. (2005), trabalhando com animais Charolês e Nelore alimentados com diferentes níveis de concentrado (35, 50 e 65%) também não observaram efeito sobre o rendimento de dianteiro, traseiro e ponta de agulha (36,8, 50,7 e 12,5%, respectivamente).

Oliveira (2010), trabalhando com animais zebuínos alimentados com diferentes oleaginosas na dieta: sem lipídeo adicional, grão de soja, caroço de algodão e semente de linhaça não observou efeito das fontes sobre os rendimentos de dianteiro e traseiro dos animais (37,4% e 47,6%, respectivamente). No entanto, foi observado aumento no rendimento de ponta de agulha quando os animais receberam caroço de algodão e semente de linhaça, em relação aos que não receberam lipídeo ou que receberam grão de soja na dieta.

Avaliando a carcaça de novilhos cruzados Nelore x Charolês em diferentes pesos de abate, Arboitte et al. (2004) encontraram rendimento de traseiro igual a 49,4% para os animais abatidos com 510 kg de peso vivo e de 51,5% para aqueles abatidos com 425 kg. Neste mesmo trabalho observou-se aumento no rendimento de ponta de agulha ao passo que se aumentou o peso de abate dos animais.

### 2.5.2 Área de olho de lombo (AOL)

A AOL é uma medida mensurada entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela no músculo *Longissimus dorsi* (contra-filé). O objetivo de sua medição é que esta característica esta altamente correlacionada com o rendimento da parte comestível na carcaça (LUCHIARI FILHO, 2000).

As suas análises, como também a interpretação delas, normalmente são realizadas em conjunto com a espessura de gordura subcutânea (EGS). Dessa forma, um aumento da AOL, precedido de uma redução na EGS significa maior rendimento de cortes cárneos na carcaça (RODRIGUES et al., 2001).

É muito discutido o local onde deve ser feito a mensuração da AOL. Segundo Berg e Butterfield (1979) esta mensuração deve ser realizada no local exato onde se faz a divisão comercial das carcaças, porém, no Brasil o processo de mensuração não ocorre desta forma. A divisão de carcaça no Brasil é realizada entre a 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> costela, enquanto a mensuração é realizada entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas devido a sua melhor localização e maior repetibilidade na medida (STOUFFER, 1995), como também devido ao fato da divisão das carcaças nos EUA serem realizadas exatamente neste local.

Avaliando o efeito de diferentes fontes de lipídeos na carcaça de novilhos mestiços, Aferri et al. (2005) não observaram diferença na mensuração de AOL para os animais, tendo obtido um valor médio de 68,4 cm<sup>2</sup>.

Em um estudo realizado com novilhas mestiças terminadas em confinamento, Kazama et al. (2008) avaliando diferentes fontes de energia (milho moído, farelo de gérmen de milho e farelo de arroz integral) em dietas à base de casca de algodão e casca de soja também não observaram efeito das diferentes fontes energéticas sobre a AOL (50,8 cm<sup>2</sup>).

Costa et al. (2005) em uma pesquisa avaliando diferentes níveis de concentrado (5, 35 e 65%) na dieta de novilhos anelados, observaram efeito

linear dos níveis sobre a AOL, 48,4; 53,8 e 54,6 cm<sup>2</sup>, respectivamente. Segundo os autores, este efeito pode ter ocorrido devido ao maior desenvolvimento dos animais que receberam maiores níveis de concentrado na dieta. Em outro estudo que se avaliou as características de carcaça de tourinhos <sup>3</sup>/<sub>4</sub> Europeu e <sup>1</sup>/<sub>4</sub> Nelore, alimentados com dietas de alta energia e recebendo diferentes níveis de bagaço de cana (9, 15 e 21%), RIBEIRO et al. (2002) não observaram efeito da dieta sobre a AOL dos animais, tendo obtido um valor médio de 106 cm<sup>2</sup>.

Em pesquisa com novilhas cruzadas recebendo diferentes níveis de glicerina bruta (0, 2, 4, 8, 12, 16% % na MS da dieta), Parsons, Shelor e Drouillard (2009) observaram aumento na AOL nos animais que receberam 2% de glicerina na dieta, porém observou-se efeito linear negativo da glicerina sobre a AOL.

Mach, Bach e Devant (2009), avaliando diferentes níveis de glicerina bruta (0, 4, 8 e 12% na MS do concentrado), não observaram efeito sobre a AOL dos animais.

### **2.5.3 Espessura de gordura subcutânea (EGS)**

A EGS é uma característica muito utilizada pelos técnicos para avaliar o acabamento de carcaça dos animais *post mortem*, sendo muito influenciada pela nutrição.

Esta característica é a ideal para avaliar o ponto de abate dos animais, porém, sua dificuldade de mensuração “*in vivo*” a torna pouco utilizada nos sistemas de produção brasileiros, uma vez que características mais facilmente diagnosticadas é que são utilizadas, por exemplo, o peso vivo (KEMPSTER; OWEN, 1981).

Segundo Costa et al. (2005), animais recebendo dietas com alta densidade energética apresentaram carcaças com maior porcentagem de gordura, quando comparado àqueles animais recebendo dieta de baixa energia.

Para a empresa frigorífica um bom acabamento de carcaça permite diminuição na perda de peso por resfriamento e principalmente a não ocorrência do processo de encurtamento pelo frio (RESTLE; BRONDANI; BERNARDES, 1999). Esse processo provoca o encurtamento dos sarcômeros e consequentemente, uma carne com textura mais consistente. Sendo assim, no Brasil, o mínimo de EGS exigido e necessário para que este processo indesejável não ocorra é de 3 mm e o máximo de 6 mm, pois, a partir deste ponto, o pecuarista passa a ser prejudicado pelo processo de limpeza da carcaça na linha de abate do frigorífico (LUCHIARI FILHO, 2000)

A justificativa de mensuração da EGS na altura da 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela é devido ao fato de o processo de deposição da gordura iniciar-se no traseiro e dianteiro em sentido à coluna vertebral e seguindo para a porção inferior das costelas (BERG; BUTTERFIELD, 1979).

Em uma pesquisa com animais Zebuínos recebendo diferentes oleaginosas moídas (sem lipídio adicional, grão de soja, caroço de algodão e semente de linhaça) na dieta, Oliveira (2010) não observou efeito das fontes sobre a EGS dos animais (7,4 mm).

Costa et al. (2005), trabalhando com animais Zebuínos alimentados com diferentes níveis de concentrado (5, 35 e 65% na MS da dieta) observaram efeito linear positivo dos níveis de concentrado sobre a EGS, tendo obtido o valor de 0,04 mm por cada unidade acrescida do concentrado.

Em uma avaliação do efeito do peso de abate sobre a carcaça de animais Red Angus, Costa et al. (2002b) observaram um aumento de 0,056 mm na EGS por kg de peso vivo a mais no peso de abate. Resultado semelhante do aumento de EGS em função do peso de abate foi encontrado em outros experimentos,

independente da raça (RESTLE; KEPLIN; VAZ, 1997; DEL DUCA et al., 1999).

Em um trabalho avaliando dietas de alta energia com diferentes níveis de bagaço de cana *in natura* (9, 15 e 21%) para tourinhos  $\frac{3}{4}$  Europeu e  $\frac{1}{4}$  Zebuínos, Ribeiro et al. (2002) observaram tendência de aumento na espessura de gordura subcutânea para aqueles animais que receberam menores teores de fibra na dieta.

Jaeger et al. (2004), avaliando o efeito da gordura protegida na dieta de animais de diferentes grupos genéticos não observaram efeito da dieta sobre a EGS (7,75 mm).

## REFERÊNCIAS

- ABOEL-NOR, S. et al. Effects of differing levels of glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 162, p. 99-105, 2010.
- 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 (músculo *Longissimus dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.
- 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.
- ALIMENTOS e nutrição - Processamento e alterações: cor da carne. Disponível em: <[http://lucitojal.blogspot.com/search/label/Carnes%20 %20mudanças%20 de%20cor](http://lucitojal.blogspot.com/search/label/Carnes%20%20mudanças%20de%20cor)>. Acesso em: 30 ago. 2011.
- 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.
- ARBOITTE, M. Z. et al. Características da carcaça de novilhos 5/8 Nelore - 3/8 Charolês abatidos em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 4, p. 969-977, 2004.
- ARRIGONI, M. B. **Eficiência produtiva de bovinos de corte no modelo biológico superprecoce**. 2003. 428 p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.
- ASSOCIAÇÃO DOS CRIADORES DE NOVILHO PRECOCE DO MATO GROSSO DO SUL. Disponível em: <<http://www.novilhoms.com.br/>>. Acesso em: 30 ago. 2011.

BANNI, S.; HEYS, C. S. D.; WAHLE, K. W. J. Conjugated linoleic acid as anticancer nutrients: studies in vivo and cellular mechanisms. In: SEBEDIO, J.; CHRISTIE, W. W.; ADOLF, R. (Ed.) **Advances in conjugated linoleic acid research**. Champaign: AOCS, 2003. v. 2, p. 267-281.

BAUMAN, D. E. et al. Technical note production of butter with enhanced conjugated linoleic acids for use in biomedical studies with animal models. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 2422-2425, 2001.

BEKHIT, A. E. D.; SIMMONS, N.; FAUSTMAN, C. Metmyoglobin reducing activity in fresh meat: A review. **Meat Science**, Toronto, v. 71, p. 407-439, 2005.

BELURY, M. A. Conjugated linoleic acids in type 2 diabetes mellitus: implications and potential mechanisms. . In: SEBEDIO, J.; CHRISTIE, W. W.; ADOLF, R. (Ed.) **Advances in conjugated linoleic acid research**. Champaign: AOCS, 2003. v. 2, p. 302-315.

BERG, R. T.; BUTERFIELD, R. M. **Nuevos conceptos sobre el desarrollo del ganado vacuno**. Zaragoza: Acribia, 1979. 297 p.

BEST, P. Increased biofuel production will grow supplies of by-products: glycerine gives an energy option. **Feed International**, Los Gatos, v. 55, n. 12, p. 20-21, Dec. 2006.

BIANCHINI, W. **Crescimento muscular e qualidade da carne de bovinos Nelore, Simental e seus mestiços no sistema de produção superprecoce**. Jaboticabal, 2005. 82 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2005.

BRASIL. **Lei 11.097**, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a criação do Programa Nacional de Produção e uso de biodiesel e sobre a adição de biodiesel ao óleo diesel. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 8 ago. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Workshop “Glicerina, subproduto da indústria do Biodiesel, perspectivas de uso na alimentação animal”**. Brasília, 2009.

CASTRO NETO, P. Biodiesel de gordura suína. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE SUINOCULTURA, 2., 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2007. p. 49-51.

CERRATE, S. et al. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **Internacional Journal os Poltry Science**, Faisalabad, v. 5, n. 11, p. 1001-1007, 2006.

COSTA, E. C. et al. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoce, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 417-428, 2002a. Supl.

COSTA, E. C. et al. Características da carcaça de novilhos Red Angus Superprecoce abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 119-128, 2002b.

COSTA, M. A. L. et al. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 1, p. 268-279, 2005.

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

DALEY, C. A. et al. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in Grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**, London, v. 9, p. 10, 2010.

DANNENBERGER, D. et al. Effect of diet on the deposition of n-3 fatty acids, conjugated linoleic and C18:1 trans fatty acid isomers in muscle lipids of German Holstein bulls. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 21, p. 6607-6615, 2004.

DASARI, M. Crude glycerol potential described: while glycerol can be an attractive alternative energy source for animal feed, it has its own limitations in terms of lower energy content than oils and fats, impurities and possible effects on the metabolic activity of the animals. **Feed stuffs**, Minnetonka, v. 4, p.16-19, Oct. 2007.

DE FRAIN, J. M. et al. Feeding glycerol to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 87, p. 4195-4206, 2004.

DEL DUCA, L. O. A. et al Efeito do peso de abate nas características quantitativas da carcaça de novilhos Ibagé. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p. 357.

DEPARTMENT OF HEALTH. **Nutritional aspect of cardiovascular disease.** London: HMSO, 1994. 178 p.

DONKIN, S. S.; DOANE, P. Glycerol as a feed ingredient in dairy rations. In: TRI-STATE DAIRY CONFERENCE, 1., 2007, Fort Wayne. **Proceedings...** Fort Wayne: [s. n.], 2007. p. 97-103. Disponível em: <[www.http://tristatedairy.osu.edu/proceedings.htm](http://tristatedairy.osu.edu/proceedings.htm)>. Acesso em: 6 set. 2011.

DROUILLARD, J. S. Glycerin as a feed for ruminants: using glycerin in high concentrate diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 392, 2008. Suppl.2.

DORMANDY, T. L. Antioxidant vitamins and nutrients. In: GUTTERIDGE, J. M. C.; HALLIWELL, B. **Antioxidants in nutrition, health, and disease.** New York: Oxford University, 1994. p. 63-81.

DUCKETT, S. K.; ANDRAE, J. G.; OWENS, F. N. Effect of high-oil corn or added corn oil on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 12, p. 3353-3360, 2002.

ENSER, M. et al. Fatty acid content and composition of UK beef and Lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Science**, Toronto, v. 49, n. 3, p. 329-341, 1998.

FAGUNDES, L. A. **Ômega-3 & Ômega-6: o equilíbrio dos ácidos gordurosos essenciais na prevenção de doenças.** Porto Alegre: Fundação de Radioterapia do Rio Grande do Sul, 2002. 111 p.

FAUSTMAN, C. et al. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. **Meat Science**, Toronto, v. 86, p. 86-94, 2010.

FELICIANO FILHO, W.; PEREIRA JÚNIOR, J. Introdução ao biodiesel. **Informativo CRQ-IV**, Pinheiros, v. 84, p. 14-15, 2007.

FELÍCIO, P. E. Carne de touro jovem. In: SEMINÁRIO E WORKSHOP SOBRE PRESERVAÇÃO E ACONDICIONAMENTO DA CARNE BOVINA IN NATURA, 1., 1997, Campinas. **Anais...** Campinas: ITAL, 1997. p. 1-10.

FELÍCIO, P. E. Perspectivas para a tipificação de carcaças bovinas. SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS DA CADEIA PRODUTIVA DA CARNE BOVINA, 1., 1999, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s. n.], 1999a.

FELÍCIO, P. E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999b. p. 89-98.

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.

FISHER, L. J.; ERFLE, J. D.; SAUER, F. D. Preliminary evaluation of the addition of glucogenic materials to the rations of lactating cows. **Canadian Journal Animal Science**, Ottawa, v. 51, p. 721-727, 1971.

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, p. 2849-2855, 2000.

FRENCH, P. et al. Fatty acid composition of intra- muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. **Livestock Production Science**, Hamilton, v. 81, p. 307-317, 2003.

FROGER, A. et al. Functional characterization of a microbial aquaglyceroporin. **Microbiology**, New York, v. 147, p. 1129-1135, 2001.

FUKUDA, H.; KONDO, A.; NODA, H. Biodiesel fuel production by transesterification of oils. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, Osaka, v. 92, n. 5, p. 405-416, 2001.

GALVÃO, J. G. et al. Características e composição da carcaça de bovinos não castrados, abatidos em três estágios de maturidade (estudo II) de três grupos raciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 20, p. 502-512, 1991.

- GARTON, G. A.; LOUGH, A. K.; VIOQUE, E. Glyceride hydrolyses and glycerol fermentation by sheep rumen contents. **Journal of General Microbiology**, London, v. 25, p. 215-225, 1961.
- GERBENS, F. Genetic control of intramuscular fat accretion. In: PAS, M. F. W.; EVERTS, M. E.; HAAGSMAN, H. P. (Ed.). **Muscle development of Livestock Production: physiology, genetics and meat quality**. Oxfordshire: CABI, 2004. p. 342-361.
- GESUALDI, J. R. A.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C. Níveis de concentrado da dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 1467-1473, 2000.
- GILBERT, C. D. et al. Carcass, sensory, and adipose tissue traits of brangus steers fed casein-formaldehyde-protected starch and/or canola lipid. **Journal of Animal Science**, Champaign, n. 81, p. 2457-2468, 2003.
- 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**, London, v. 64, p. 395-402, 2005.
- GROESBECK, C. N. et al. Effect of glycerol on pellet Mill production and nursery pig growth performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, p. 120-132, 2008.
- GUNN, P. J. et al. Effects of crude glycerin on performance and carcass characteristics of finishing wether lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, n. 5, p. 1771-1776, 2010.
- GUNN, P. J. et al. Effects of distiller's dried grains with solubles and crude glycerin on performance and carcass characteristics in early weaned beef calves. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, Champaign, v. 59, p. 290-294, 2008.
- HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. London: Chapman & Hall, 1997. p. 382-426.
- HAYS, K. C. et al. Dietary saturated fatty acids (12:0, 14:0, 16:0) differ in their impact on plasma cholesterol and lipoproteins in non-human primates. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 53, p. 491-498, 1991.

HEDRICK, H. B. et al. Carcass and palatability characteristics of beef produced on pasture, corn silage and corn grain. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 57, p. 791-801, 1983.

HESS, B. W.; LAKE, S. L.; GUNTER, S. A. Using glycerin as a supplement for forage-fed ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 392-393, 2008. Suppl.2.

HIBUSE, T. et al. Aquaporin 7 deficiency is associated with development of obesity through activation of adipose glycerol kinase. **Proceedings of the National Academy Science of the United States of America**, New York, v. 102, p. 10993-10998, 2005.

HOBSON, P. N.; MANN, O. S. The isolation of glycerol-fermenting and lipolytic bacteria from the rumen of the sheep. **Journal of General Microbiology**, London, v. 25, p. 227-240, 1961.

HOPKINS, D. L.; THOMPSON, J. M. The degradation of myofibrillar proteins in beef and lamb meat using denaturing electrophoresis: an overview. **Journal of Muscle Foods**, Urbana, v. 13, p. 81-102, 2002.

HUNTERLAB. **Hunter associates laboratory**. Virginia, 1991. 19 p.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY. **Nomenclature of organic chemistry**: recommendations. [S. l.: s. n.], 1993.

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.

JOHNS, A. T. Fermentation of glycerol in the rumen of the sheep. **Journal of Science and Technology**, New Zealand, v. 35, p. 262-269, 1953.

JOHNSON, R. B. The treatment of ketosis with glycerol and propylene glycol. **The Cornell Veterinarian**, Ithaca, v. 44, n. 1, p. 6-21, 1954.

KANNER, J. et al. Muscle lipid peroxidation dependent on oxygen and free metal ions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 36, p. 409-412, 1988.

KATAN, M. B.; ZOCK, P. L.; MENSINK, R. P. Effects of fats and fatty acid on blood lipids in humans: an overview. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 60, p. 1017-1022, 1994. Suppl.

KAZAMA, R. et al. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 2, p. 350-357, 2008.

KEMPSTER, A. J.; OWEN, M. G. A note of the accuracy of ultrasonic technique for selecting cattle of different breeds for slaughter at equal fatness. **Animal Production**, Cambridge, v. 32, p. 113-15, 1981.

KREHBIEL, C. R. Ruminant and physiological metabolism of glycerol. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, p. 392, 2008. Suppl.

KRITCHEVSKY, D. Conjugated linoleic acid in experimental atherosclerosis. In: SEBEDIO, J.; CHRISTIE, W. W.; ADOLF, R. (Ed.). **Advances in conjugated linoleic acid research**. Champaign: AOCS, 2003. v. 2, p. 292-301.

KRUEGER, N. A. et al. Evaluation of feeding glycerol on free-fatty acid production and fermentation kinetics of mixed ruminal microbes in vitro. **Bioresource Technology**, New York, v. 101, p. 8469-8472, 2010.

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.

LAMMERS, P. J. et al. Growth performance, carcass characteristics, meat quality, and tissue histology of growing pigs fed crude glycerol-supplemented diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 2962-2970, 2008a.

LAMMERS, P. J. et al. Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy value of crude glycerol for laying hens. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 1, p. 104-107, 2008b.

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, 1990.

LAURIDSEN, C.; BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A. Influence of dietary fat and vitamin E supplementation on the  $\alpha$ -tocopherol levels and fat acid profiles in chicken muscle membranal fractions and on susceptibility to lipid peroxidation. **Meat Science**, Toronto, v. 46, p. 9-22, 1997.

LEDWARD, D. A. Metamyoglobin formation in beef stored in carbon dioxide enriched and oxygen depleted atmospheres. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 35, p. 33-37, 1970.

LIN, E. C. C. Glycerol utilization and its regulation in mammals. **Annual Review Biochemistry**, Palo Alto, v. 46, p. 765-795, 1977.

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

LOPES, L. S. **Características de carcaça e perfil de ácidos graxos na carne de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento**. 115 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

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

MACDOUGALD, O. A.; BURANT, C. F. Obesity and metabolic perturbations after loss of aquaporin 7, the adipose glycerol transporter. **Proceedings of the National Academy Science of the United States of America**, Washington, v. 102, p. 10759-10760, 2005.

MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 632-638, 2009.

MADRON, M. S. et al. Effect of extruded full-fat soybeans on conjugated linoleic acid content of intramuscular, intermuscular and subcutaneous fat in beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 1135-1143, 2002.

MANTESE, D. G. F. **Avaliação da qualidade da carne bovina comercializada no município de Porto Alegre, RS**. 2004. 124 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

MARCONDES, M. I. et al. Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto e baixo nível de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 6, p. 1313-1324, 2011.

MARTIN, C. A. et al. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 16, n. 6, p. 761-770, nov./dez. 2006.

MCGUIRE, M. K. Conjugated linoleic acid (CLA): a ruminant fat acid with beneficial effects on human health. **Proceedings of the American Society of Animal Sciences**, Champaign, v. 1, p. 1-8, 1999.

MCGUIRE, M. K. et al. Conjugated linoleic acid concentrations of human milk and infant formula. **Nutrition Research**, New York, v. 17, p. 1277-1283, 1997.

MCGUIRE, M. K. et al. Dietary sources and intakes of conjugated linoleic acid intake in humans. In: YURAWECZ, M. P. et al. **Advances in conjugated linoleic acid research**. Champaign: AOCS, 1999. v. 1, p. 369-377.

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

MEDEIROS, S. R. et al. Efeito do caroço de algodão na qualidade do “*Longissimus dorsi*” de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., Goiânia, 2005. **Anais...** Goiânia: UFG, 2005. 1 CD ROM.

MENDES, A. R. et al. Desempenho, parâmetros plasmáticos e características de carcaça de novilhos alimentados com farelo de girassol e diferentes fontes energéticas, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 2, p. 692-702, 2005.

MENDOZA, O. F. et al. Metabolizable energy content of refined glycerin and its effects on growth performance and carcass and pork quality characteristics of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, p. 3887-3895, 2010.

MENEZES, L. F. G. et al. Características da carcaça de novilhos de diferentes grupos genéticos, terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1141-1147, 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, jan./fev. 2006.

MUCHENJEA, V. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, Barking, v. 112, n. 2, p. 279-289, 2009.

MUSSELMAN, A. F. et al. Effects of crude glycerin on feedlot performance and carcass characteristics of market lambs. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, Champaign, v. 59, p. 353-355, 2008.

NOCI, F. et al. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of grazing heifers supplemented with plant oil-enriched concentrates. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 1062-1073, 2007.

OLIVEIRA, D. M. **Características de carcaça e qualidade da carne de novilhos zebuínos recebendo diferentes grãos de oleaginosas**. 2010. 99 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

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, p. 2546-2555, 2011.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 31-38, 1993.

PAIGE, G. **Variation in the chemical composition of crude glycerin**: the Knowledge Bank at OSU. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/1811/37082>>. Acesso em: 18 jan. 2010.

PARDI, M. C. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 2. ed. Goiânia: UFG, 2001. v. 2.

PARIZA, M. W. CLA effects on adiposities: mechanistic considerations. In: **Perspectives on conjugated linoleic acid research-current status and future directions**. Maryland: [s. n.], 2002.

PARSONS, G. L.; SHELOR, M. K.; DROUILLARD, J. S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. **Journal of animal ciência**, Champaign, v. 87, p. 653-657, 2009.

PESCE, D. M. C. **Efeito da dieta contendo caroço de algodão no desempenho, características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de novilhos nelore**. 2008. 139 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

POTU, R. B. et al. The effects of feeding glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, p. 89, 2009. Suppl.

PRIOLO, A.; MICOL, D.; AGABRIEL, J. Effects of grass feeding systems on ruminant meat color and flavor: a review. **Animal Research**, Paris, v. 50, p. 185-200, 2001.

PYATT, A.; DOANE, P. H.; CECAVA, M. J. Effect of crude glycerin in finishing cattle diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 412, 2007. Suppl.

RAHIB, L. et al. Transcriptomic and network component analysis of glycerol kinase in skeletal muscle using a mouse model of glycerol kinase deficiency. **Molecular Genetics and Metabolism**, Orlando, v. 96, p. 106-112, 2009.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carne: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: E. M. Ramos, 2007. 599 p.

REALINI, C. E. et al. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. **Meat Science**, Toronto, v. 66, n. 3, p. 567-577, 2004.

RENERRE, M. **Oxidative processes and myoglobin: antioxidants in muscle foods: nutritional strategies to improve quality**. New York: J.Wiley & Sons, 2000.

RESTLE, J.; KEPLIN, L. A. S.; VAZ, F. N. Características quantitativas da carcaça de novilhos Charolês, abatidos com diferentes pesos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 8, p. 851-856, 1997.

RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; BERNARDES, R. A. C. O novilho superprecoce. In: RESTLE, J. (Ed.). **Confinamento, pastagens e**

**suplementação para produção de bovinos de corte.** Santa Maria: Imprensa Universitária, 1999. p. 191-214.

RESTLE, F. G. et al. Características de carcaça e da carne de vacas de descarte de diferentes genótipos Charolês x Nelore, terminadas em confinamento. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 345-350, 2003.

RHOADES, R. D. et al. Effect of dietary energy on in vitro substrate utilization and insulin sensitivity of muscle and adipose tissue of Angus and Wagyu steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, n. 85, 1719-1726, 2007.

RIBEIRO, F. G. et al. Características da carcaça e qualidade da carne de tourinhos alimentados com dietas de alta energias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 31, n. 2, p. 749-756, 2002.

ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados.** Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2000. 202 p.

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, 2001.

ROGER, V. et al. Effects of glycerol on the growth, adhesion and cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. **Current Microbiology**, New York, v. 25, p. 197-201, 1992.

ROSSATO, L. V. et al. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, n. 5, p. 1127-1134, 2010.

SCHAEFER, E. J. Lipoproteins, nutrition, and heart disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 75, n. 2, p. 191- 212, 2002.

SCHIECK, S. J. et al. Evaluation of glycerol, a biodiesel coproduct, in grow-finish pig diets to support growth and pork quality. **Journal of animal science**, Champaign, v. 88, p. 3927-3935, 2010.

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, p. 115-124, 2001.

SELLERS, R. S. Glycerin as a feed ingredient, official definition(s) and approvals. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, p. 392, 2008. Suppl.

SHACKELFORD, S. D. et al. An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, n. 69, p. 171-177, 1991.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

SIMON, A.; BERGENER, H.; SCHWABE, M. Glycerol-feed ingredient for broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, London, v. 49, p. 103-112, 1996.

SINCLAIR, A. K. Dietary fat and cardiovascular disease: the significance of recent developments for the food industry. **Council of Australian food technology Associations**, Sidney, v. 45, n. 5, p. 226-231, 1993.

SKRZYDLEWSKA, E. Toxicological and metabolic consequences of methanol poisoning. **Toxicology Mechanisms Methods**, Philadelphia, v.13, p. 277-293, 2003.

STORCK BIODIESEL. **O que é o biodiesel?** Disponível em: <<http://www.storck.com.br/index3.htm>>. Acesso em: 8 ago. 2011.

STOUFFER, J. R. Objective technical methods for determining carcass value in live animals with special emphasis on ultrasonics. In : SYMPOSIUM ON CARCASS VALUE, 1., 1995, Ithaca. **Anais...** Ithaca: [s. n.], 1995.

SWATLAND, H. J. **Evaluación de la carne en la cadena de producción**. Zaragoza: Acribia, 2003. 333 p.

TAO, R. C. et al. Glycerol: its metabolism and use as an intravenous energy source. **Journal Parenteral Enteral Nutrition**, Baltimore, v. 7, p. 479-488, 1983.

TORRES, E. A. F. S.; OKANI, E. T. Teste de TBA: ranço em alimentos. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 243, p. 68-76, 1997.

TRABUE, S. et al. Ruminal fermentation of propylene glycol and glycerol. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 55, p. 7043-7051, 2007.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583 p.

VARELA, A. et al. Effect of pasture finishing on the meat characteristics and intramuscular fatty acid profile of steers of the Rubia Gallega breed. **Meat Science**, Toronto, v. 67, p. 515-522, 2004.

WANG, C. et al. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. **Livestock Science**, Oxford, v. 121, p. 15-20, 2009.

WOLFF, R. L.; PRECHT, D.; MOLKENTIN, J. Occurrence and distribution profiles of *trans*-18 :1 acids in edible fats of natural origin. In : **TRANS Fatty Acids in Human Nutrition**. Dundee: The Oily, 1998. p. 1-33.

WONG, D. W. S. **Química de los alimentos: mecanismos y teoría**. 3. ed. Zaragoza: Acríbia, 1995.

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

WOOD, J. D. et al. Effects of breed, diet and muscle on fat deposition and eating quality in pigs. **Meat Science**, Toronto, v. 67, p. 651-667, 2004.

**CAPÍTULO II Desempenho, parâmetros bioquímicos, características de carcaça e custo com alimentação de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta**

## RESUMO

CARVALHO, José Rodolfo Reis. Desempenho, Parâmetros Bioquímicos, Características de Carcaça e Custo com Alimentação de Tourinhos Alimentados com Diferentes Níveis de Glicerina Bruta. In: **Desempenho, Características de Carcaça e Qualidade da Carne de Tourinhos Alimentados com Diferentes Níveis de Glicerina Bruta**. 2011. Cap. 2, p. 74-97. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a inclusão de diferentes níveis de glicerina bruta sobre o desempenho, características de carcaça e o custo com alimentação de bovinos Red Norte, não castrados, terminados em confinamento. Foram utilizados 44 animais com idade inicial média de 20 meses e peso vivo inicial de  $368 \pm 4$  kg. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo 4 tratamentos e 11 repetições. O período experimental foi de 84 dias, precedido de um período de adaptação de 28 dias. A relação volumoso:concentrado foi de 30:70, fornecida *ad libitum*. A dieta base utilizada continha a silagem de milho como volumoso e concentrado à base de milho e farelo de soja. Quatro foram os tratamentos: sem glicerina, inclusão de 6% de glicerina, 12% de glicerina e 18% de glicerina na MS da dieta. Foram coletadas amostras de sangue no último dia do período experimental, após um jejum de 16 horas, para avaliação dos parâmetros bioquímicos. Neste mesmo momento, foi realizada a pesagem dos animais para a obtenção do ganho de peso médio diário (GMD). Após o abate foram determinados o rendimento de carcaça quente (RCQ) e realizado as mensurações da área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS). Foi utilizado para fins de cálculo da margem bruta, o preço da arroba comercializada na região de Lavras no ano de 2010 de R\$ 110,00 e o valor de R\$ 25,00 para o aluguel do pasto para o cálculo da renda bruta com a liberação de pastagens. Não foi observado efeito da glicerina sobre os parâmetros bioquímicos avaliados ( $P > 0,05$ ). Os níveis de glicerina bruta também não influenciaram o GMD, EGS e os pesos de carcaça quente e fria, porém foi observado aumento na AOL/100 kg e no RCQ dos animais com a inclusão de glicerina bruta. Foram observadas receitas brutas totais crescentes para o confinamento com a inclusão de glicerina bruta na dieta. O uso deste ingrediente não alterou os parâmetros bioquímicos do sangue, porém, melhorou o RCQ dos animais e proporcionou maior margem bruta total ao final do confinamento.

### ABSTRACT

CARVALHO, José Rodolfo Reis. Performance, Biochemical Parameters, Carcass Characteristics and Costs on Feeding of Bullocks Fed with Different Levels of Crude Glycerin. In: **Performance, Carcass Characteristics and Meat Quality of Bullocks Fed with Different Levels of Crude Glycerin**. 2011. Cap. 2, p. 56-81. Dissertation (Master of Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.

This work was conducted with the purpose of evaluating the addition of different levels of crude glycerin upon the performance, carcass characteristics and cost on feeding of Red Norte males, uncastrated, finished in feedlots. Forty-four animals of initial average age - 20 months and initial average live weight of  $368 \pm 4$  kg were used. The experimental design was completely randomized design, with four treatments and 11 repetitions. The experimental period was of 84 days, preceded by an adaptation period of 28 days. The ratio, roughage: concentrate was 30:70, provided *ad libitum*. The base diet used contained corn silage as roughage and concentrate based on corn and soybean meal. Four treatments were: (0%) without glycerin, (6%) addition of glycerin, (12%) of glycerin and (18%) of glycerin in the dm of the diet. Blood samples were collected on the last day of the trial period, after fasting for 16 hours for assessment of biochemical parameters. In the same moment, was performed the weighing of animals to obtain the average daily weight gain (ADG). After slaughter, hot carcass yield (HCW) was obtained and the measurements of loin eye area (LMA) and subcutaneous fat thickness (BFT) were performed. It was use for calculation of gross margin, the price of the arroba marketed in the region of Lavras in 2010 of R\$110.00 and the value of R\$25.00 for the rent of the pasture for the calculation of the gross income with the release of pastures. There was no effect of glycerol on the biochemical parameters evaluated ( $P > 0.05$ ). The levels of crude glycerin did not influence ADG, BFT and hot and cold carcass weights, but an increase was found in the LMA/100 kg and in the HCW of the animals with the addition of crude glycerin. Growing gross incomes were found for the feedlot with the addition of crude glycerin in the diet occurred. The use of this ingredient did not alter biochemical parameters of blood, but improved HCW the animals and provided a higher total gross margin at the end of the feedlot.

## 1 INTRODUÇÃO

No cenário da pecuária de corte mundial tem se percebido, com maior frequência, a importância de se alcançar a sustentabilidade do processo de produção, o que tem levado a pressões cada vez maiores contra a abertura de novas áreas e a otimização das áreas já utilizadas.

Ademais, tem sido observada a crescente preocupação por parte de consumidores e indústrias frigoríficas pela qualidade do produto final. Neste contexto, algumas características no ciclo de produção bovina passaram a ter maior importância na produção, como: a idade reduzida ao abate, cobertura de gordura subcutânea, uniformidade das carcaças, padronização dos cortes, etc.

Dessa forma, o confinamento tem por objetivo suprir todas estas exigências de mercado, já que este sistema é caracterizado por proporcionar altas taxas de ganho, permitindo o abate de animais mais jovens, e consequentemente, produtos de melhor qualidade e com maior giro de capital. No entanto, esta intensificação do sistema promove aumento nos custos operacionais variáveis (BARBOSA et al., 2007).

A utilização de coprodutos na alimentação animal em substituição a produtos comumente utilizados na alimentação, como o milho e farelo de soja, permite consideráveis reduções no custo da dieta, que é o principal componente no custo total da atividade de confinamento (LOPES et al., 2011). Em razão disso, a busca por avaliação de coprodutos na alimentação de bovinos de corte é grande (ABRAHÃO et al., 2005; CRANSTON et al., 2006; PESCE, 2008), porém, poucos são os trabalhos que relatam a utilização de glicerina bruta na alimentação de bovinos de corte em confinamento. Sendo avaliado até o momento o nível máximo de 16% na MS da dieta (PARSONS; SHELOR; DROUILLARD, 2009).

A composição química de todo coproduto, inclusive da glicerina bruta, é bastante variável, dessa forma, torna-se importante a avaliação do efeito do fornecimento destes coprodutos sobre o perfil bioquímico do sangue, sendo este perfil, um indicador de possíveis efeitos tóxicos de substâncias presentes na glicerina bruta, como exemplo, o metanol.

Portanto, objetivou-se avaliar a inclusão de glicerina bruta, em substituição ao milho, na dieta de tourinhos terminados em confinamento, sobre as características bioquímicas do sangue, o desempenho, características de carcaça e o custo com alimentação do sistema de produção.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, no período de agosto a novembro de 2010.

Foram utilizados 44 bovinos Red Norte machos, não castrados, com idade inicial média de 20 meses e peso vivo inicial de  $368 \pm 4$  kg. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo 4 tratamentos (0, 6, 12 e 18% de glicerina bruta na MS da dieta) e 11 repetições. A composição da glicerina bruta utilizada no experimento está representada na Tabela 1. Os animais foram confinados em baias coletivas, com área de 30 m<sup>2</sup> por animal, com piso de terra compactada, pista de alimentação em alvenaria e bebedouros comuns a dois currais.

Tabela 1 Composição da glicerina bruta na matéria natural (MN)\*

<b>Ingredientes</b>	<b>% da MN</b>
Glicerol	83,12
Umidade	11,12
Cinzas	6,06
Cloretos	3,67
Metanol	0,02

\*Certificado de Ensaio da PETROBRAS, 2010

O período experimental foi de 84 dias e foi precedido de um período de adaptação de 28 dias, no qual os animais receberam a mesma dieta experimental. No início do período de adaptação os animais foram tratados contra ecto e endoparasitos. Para a determinação do ganho de peso médio diário, os animais foram pesados no início e final do período experimental, após jejum de 16 horas.

As dietas tiveram a silagem de milho como volumoso e quatro diferentes níveis de glicerina bruta foram utilizados (Tabela 2). As dietas foram formuladas segundo o National Research Council - NRC (2000) para serem

isonitrogenadas e foram fornecidas *ad libitum* aos animais as 7h30 e 15h30. Foi incluso o farelo de glúten de milho-21, nas dietas com glicerina bruta, para proporcionar níveis semelhantes de proteína bruta e perfil de aminoácidos semelhante.

Tabela 2 Composição percentual de ingredientes e química das dietas experimentais

Ingredientes	Níveis de Glicerina			
	0%	6%	12%	18%
Silagem de Milho	30,0	30,0	30,0	30,0
Milho Integral	56,0	48,0	37,0	26,0
Farelo de Soja	12,0	12,0	12,0	12,0
F. Glúten Milho-21	-	2,0	7,0	12,0
Glicerina Bruta	-	6,0	12,0	18,0
Núcleo Mineral*	2,0	2,0	2,0	2,0
MS <sup>1</sup>	71,2	70,8	70,4	70,0
Proteína Bruta <sup>2</sup>	13,1	12,9	13,1	13,3
FDN <sup>2</sup>	22,2	22,4	23,6	24,8
CNF <sup>2</sup>	56,6	56,6	55,0	53,3
Glicerol <sup>2</sup>	-	5,6	11,2	16,8
Extrato Étéreo <sup>2</sup>	3,4	3,4	3,3	3,2
EM <sup>2</sup> (Mcal/Kg MS)	2,79	2,79	2,78	2,78

\*Níveis de garantia por quilograma do produto: Ca: 170 g; P 31 g; Na: 155 g; Zn: 2 mg; Cu: 396 mg; Mn: 515 mg; Co: 15 mg; I: 29 mg; Se: 5,4 mg; Vit. A: 111.000 UI; Vit. D3: 22.000 UI; Vit. E: 265 UI;

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

As amostras dos ingredientes dos concentrados e da silagem foram coletadas a cada 14 dias. Destas amostras originaram uma amostra composta que, após sofrerem pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas, foram moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm. As análises químicas das dietas foram realizadas segundo a Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1990). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram

obtidos segundo Sniffen, O'Connor; Van Soest (1992) e a energia metabolizável (EM) foi calculada segundo o NRC (2001) e Mach, Bach e Devant (2009).

Amostras de sangue foram coletadas na veia coccídea, utilizando tubos Vacutainer®, ao final dos 84 dias de experimento, após jejum de 16 h. Estas amostras foram acondicionadas em uma caixa térmica com gelo e levadas diretamente para o laboratório onde foram realizadas as análises dos metabólitos creatinina e também das concentrações sanguíneas das enzimas aspartato aminotransferase (AST), gama glutamil aminotransferase (GGT) e creatina kinase (CK), sendo todas as análises realizadas por *kits* comerciais (Labtest Diagnóstica SA). A coleta de sangue para a mensuração de glicose sanguínea foi feita com o tubo Vacutainer® contendo o anticoagulante fluoreto.

O abate dos animais foi realizado em frigorífico comercial, utilizando a técnica de concussão cerebral e secção da veia jugular, seguido de remoção do couro e evisceração, segundo as normas do RIISPOA (BRASIL, 1952).

As carcaças foram lavadas, divididas em duas metades iguais e pesadas para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ) e do rendimento de carcaça quente (RCQ). Posteriormente, estas permaneceram sob refrigeração em câmara fria (1°C) durante 24 horas. Após o resfriamento as meias-carcaças foram novamente pesadas para obtenção do peso de carcaça fria (PCF) e divididas em traseiro especial (serrote), dianteiro e ponta de agulha.

A espessura de gordura subcutânea (EGS) foi medida entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas da meia carcaça esquerda, com auxílio de um paquímetro graduado a  $\frac{3}{4}$  do comprimento do olho do lombo a partir da porção cranial. A área do olho do lombo (AOL), também medida entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, foi delineada em papel transparência e determinada utilizando papel milimetrado.

Os custos com alimentação foram calculados considerando os preços de cada ingrediente praticados na região de Lavras-MG, no primeiro semestre de 2010. Para o cálculo do custo operacional total por animal, considerou-se que o

custo com alimentação representou 87% do custo total da atividade (LOPES et al., 2011). A margem bruta com a venda dos animais foi calculada subtraindo-se a receita bruta recebida com a venda das arrobas adquiridas no período experimental, do custo operacional total por animal obtido durante o confinamento. Também foi calculada a margem bruta considerando a oportunidade gerada com a pastagem liberada durante o confinamento. Nessa situação foi feita uma simulação que considerou o tempo necessário para obter, em pastagem, o ganho de peso obtido em confinamento. Assumiu-se que o ganho de peso dos animais a pasto seria em média 600 g/cabeça/dia e um valor de R\$25,00 por animal/mês pelo aluguel da pastagem. Nessa situação, a margem bruta total correspondeu à soma da margem bruta com a venda das arrobas mais a receita estimada com o aluguel da pastagem liberada.

O perfil bioquímico do sangue, o desempenho, as características de carcaça e os cortes primários foram analisados utilizando a análise de variância, e posteriormente, o PROC GLM do *Software SAS 9.1.3* (SAS INSTITUTE, 2003), com tratamentos como efeito fixo.

Quando significativo ( $P \leq 0,05$ ), foram feitas análises de regressões utilizando o PROC REG do *Software SAS 9.1.3* (SAS INSTITUTE, 2003). Características com  $P > 0,05$  e  $P \leq 0,10$ , foram discutidas como tendência.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nenhum dos metabólitos sanguíneos estudados foi influenciado pelos níveis de glicerina da dieta (Tabela 3). Esperava-se aumento nos níveis de glicose no sangue dos animais, pelo fato do glicerol ser um precursor gliconeogênico, seja o glicerol absorvido no epitélio ruminal ou até mesmo aquele metabolizado a ácido propiônico no rúmen e posteriormente a glicose no fígado. No entanto, os ruminantes apresentam grande capacidade em controlar e manter sua glicemia (GONZÁLEZ et al., 2002), o que explica o resultado encontrado.

O controle pode ter ocorrido por meio das chamadas proteínas de membrana, mais especificamente a aquagliceroporina 9 (AQP 9), que é regulada negativamente pela insulina ao nível de transcrição, e a aquagliceroporina 7 (AQP 7). Ambas são proteínas que funcionam como canais de água permeáveis ao glicerol (FROGER et al., 2001), sendo atuantes no fígado e tecido adiposo, respectivamente (HIBUSE et al., 2005). Dessa forma, o excesso de glicerol que possivelmente chegou ao fígado, pode não ter sido absorvido devido à regulação negativa da insulina sobre as aquagliceroporinas 9 dos hepatócitos, tendo como possível destino a deposição de gordura intramuscular.

Da mesma forma, Mach, Bach e Devant (2009) não observaram efeito sobre os níveis de glicose plasmática de animais que receberam glicerina bruta na dieta. Segundo estes autores, o efeito não observado da glicerina sobre os níveis de glicose sanguínea pode ser de certa forma explicado pelo balanço energético que os animais se encontravam. Parker et al. (2007), avaliando animais zebuínos sobre o estresse de transporte pré-abate em jejum de 48 horas, observaram maiores níveis de glicose sanguínea quando os mesmos receberam 642 g de glicerol puro, após 48 horas de transporte.

Tabela 3 Perfil bioquímico do sangue de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta

Variáveis	Níveis de Glicerina				EPM	P
	0%	6%	12%	18%		
Glicose, mg/dL	83,2	73,1	85,1	71,9	5,40	0,21
Creatinina, mg/dL	1,53	1,41	1,47	1,48	0,09	0,83
AST, U/L	93,0	95,4	85,8	84,9	6,80	0,62
GGT, U/L	12,5	12,2	15,7	17,5	2,36	0,32
CK, U/L	346,5	445,1	376,2	336,1	73,0	0,52

Aspartato aminotransferase (AST), gamaglutamil aminotransferase (GGT), Creatina Kinase (CK)

Os valores encontrados para creatinina estão dentro da normalidade segundo Kaneko, Harvey e Briss (1997), que é de 1 a 2 mg/dL, o que indica que a taxa de filtração renal para este metabólito estava adequada, não havendo interferência do metanol presente na glicerina bruta. A glicerina utilizada neste trabalho apresentava 0,02% de metanol, estando este valor acima do preconizado pelo Departamento de Fiscalização de Insumos Pecuários do MAPA (DFIP) que é de 150 ppm, porém, estes níveis de metanol não foram suficientes em promover algum tipo de intoxicação aos animais.

Para os valores encontrados de CK, apesar de não ter tido efeito da dieta, os valores estão bem acima do preconizado por Kaneko, Harvey e Briss (1997) que são de 4,8 a 12,1 U/L. Este resultado pode ser explicado devido ao esforço físico dos animais durante o manejo de pesagem, já que a CK é um indicador sensível e específico da lesão muscular. Segundo Hodgson (1994), elevações até 500 U/L é normal em situações de esforço físico moderado.

Apesar de não ter sido observado efeito da dieta sobre os níveis de AST, que é uma enzima inespecífica para lesão muscular tecidual, seus valores encontram acima dos relatados por (BARROS FILHO, 1995) que é de 27,2 a 44 U/L. Em análise conjunta do aumento de AST e CK em ambas as variáveis sanguíneas pode ser sugestivo de mionecrose (HODGSON, 1994).

A enzima GGT encontrada no plasma é oriunda apenas do fígado, pois a GGT produzida nos rins é excretada diretamente na urina. Portanto, seus níveis sanguíneos são indicativos de presença de colestase, que é uma falha hepática na excreção e secreção de pigmentos, ácidos biliares e sais biliares, em ruminantes (SANTOS et al., 2008). Apesar de não ter sido observado efeito dos níveis de glicerina neste trabalho, os níveis encontrados de GGT estão dentro da normalidade segundo Barros Filho (1995) que é de até 140 U/L.

Não foi observado efeito da glicerina bruta sobre o ganho de peso médio diário (GMD) dos animais (Tabela 4). Tal resultado pode ser explicado pelo fato da substituição do milho, na dieta ter sido feita pela glicerina bruta e farelo de glúten de milho – 21 (Tabela 2), que propiciaram dietas isonitrogenadas e isoenergéticas.

Da mesma forma Mach, Bach e Devant (2009) não observaram efeito sobre o ganho de peso dos animais, quando avaliaram uma inclusão de até 12% de glicerina bruta. No entanto, Parsons, Shelor e Drouillard (2009), trabalhando com inclusões de até 16% de glicerina bruta, observaram efeito quadrático para o GMD dos animais, tendo obtido o melhor ganho quando se incluiu 2% de glicerina na dieta.

Tabela 4 Ganho médio diário (GMD), consumo de matéria seca (CMS) e eficiência alimentar (EA) de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta

Variáveis	Níveis de Glicerina				EPM	P
	0%	6%	12%	18%		
GMD (kg)	1,75	1,87	1,88	1,80	0,10	0,75
CMS (Kg)	11,81	11,96	11,89	11,07	-	-
EA	0,148	0,156	0,158	0,163	-	-

Os ganhos obtidos neste trabalho foram elevados e demonstram que a glicerina bruta pode substituir o milho em proporções maiores às já relatadas na literatura.

Os níveis de glicerina bruta na dieta também não influenciaram o peso vivo final (PVF), PCQ e PCF dos animais (Tabela 5). A ausência de efeito da glicerina sobre o PCQ e PCF pode ser explicada pelo fato dos animais não terem apresentado diferença no peso final de abate. Semelhante a este resultado, Mach, Bach e Devant (2009) também não observaram efeito dos níveis de glicerina bruta sobre o peso vivo final e peso de carcaça quente dos animais.

Por outro lado, Parsons, Shelor e Drouillard (2009), avaliando níveis de glicerina em até 16% na dieta, observaram efeito quadrático sobre o peso vivo final e PCQ. Nesta pesquisa, os maiores valores para estas características foram obtidos com 2% de glicerina bruta.

Tabela 5 Peso vivo final (PVF), peso das carcaças quentes (PCQ), peso das carcaças frias (PCF), área de olho de lombo (AOL), AOL por 100 kg de carcaça fria (AOL/100 kg), rendimento de carcaça quente (RCQ) e espessura de gordura subcutânea (EGS) de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta

Variáveis	Níveis de Glicerina				EPM	P
	0%	6%	12%	18%		
PVF (kg)	513,0	522,0	527,0	516,0	14,9	0,90
PCQ (kg)	284,0	289,0	299,0	291,0	9,21	0,70
PCF (kg)	278,0	283,0	287,0	279,0	8,59	0,87
AOL (cm <sup>2</sup> )	83,1	78,5	85,4	87,8	2,69	0,10
AOL (cm <sup>2</sup> )/100kg <sup>a</sup>	30,0	28,0	29,8	31,6	0,87	0,04
RCQ (%) <sup>b</sup>	55,4	55,5	56,8	56,5	0,43	0,05
EGS (mm)	3,18	3,27	3,18	3,18	0,43	0,99

<sup>a</sup> Y = 29,8 - 0,36x + 0,03x<sup>2</sup> (P = 0,03; R<sup>2</sup> = 0,16)

<sup>b</sup> Y = 55,34 + 0,078x (P = 0,02; R<sup>2</sup> = 0,12)

Quanto à AOL, foi observada tendência (P=0,10) de aumento em função dos níveis de glicerina bruta. Quando se avaliou a AOL por 100 kg de carcaça

fria, observou-se efeito quadrático em função da inclusão de glicerina bruta. Neste sentido, pode-se observar que os níveis de inclusão da glicerina bruta apresentam efeito positivo sobre a AOL/100 kg de carcaça fria a partir dos 6% de glicerina na dieta. Parsons, Shelor e Drouillard (2009) observaram redução linear na AOL em função dos níveis de glicerina.

Foi observado aumento no rendimento de carcaça quente (RCQ), em função dos níveis de inclusão da glicerina bruta, resultados que estão de acordo com o aumento observado na AOL/100 kg de carcaça fria, quando houve as maiores inclusões deste coproduto. As dietas com inclusão de glicerina bruta apresentaram redução nos teores de amido, o que pode ter alterado os produtos da fermentação e melhorado a eficiência de utilização da energia. O glicerol no rúmen pode ser convertido a propionato, resultando em menores relações acetato:propionato (KRUEGER et al., 2010; WANG et al., 2009). Portanto, as perdas de energia na forma de CH<sub>4</sub> poderiam ser menores, justificando o aumento na AOL/100 kg e RCQ.

Outra justificativa plausível para o aumento linear observado no rendimento de carcaça dos animais seria o menor peso do conteúdo do trato gastrointestinal nos animais que receberam glicerina bruta. Avaliando o fornecimento de glicerol sobre o estresse do transporte em longos períodos para Zebuínos, Parker et al. (2007) não observaram diferenças sobre o peso vivo dos animais após 24 horas de transporte, resultados estes semelhantes ao presente estudo. Todavia, foi observado aumento no conteúdo de água corporal nos animais que receberam glicerol, o que não refletiu em aumento no peso vivo, possivelmente pela atuação do glicerol em aumentar o fluxo intestinal, dessa forma, aumentando a perda do conteúdo Tratogastrointestinal (TGI), contribuindo assim para os pesos vivos semelhantes observados, porém com os pesos do conteúdo TGI menores para os animais recebendo glicerol. Segundo

Wythes et al. (1980), a perda de peso no jejum e em transportes longos é reflexo do preenchimento intestinal, da taxa urinária e da defecação dos animais.

Uma terceira justificativa aceitável para o aumento linear observado sobre o rendimento de carcaça dos animais que receberam glicerina bruta é o fato do glicerol apresentar efeitos positivos sobre a retenção de aminoácidos e nitrogênio no corpo, uma vez que, sua utilização na geração de energia promove economia na utilização de aminoácidos gliconeogênicos, resultados estes já observados em ratos (CHAN; POLLACK; FISHMAN, 1981) e humanos (BRENNAN et al., 1975).

Diferentemente deste trabalho, Mach, Bach e Devant (2009) não observaram efeito de glicerina bruta sobre o RCQ dos animais, quando se utilizou até 12% de glicerina bruta na dieta.

Não foi observado efeito dos níveis de glicerina sobre a espessura de gordura subcutânea (EGS) e os valores ficaram dentro do limite recomendado pelo mercado que é de 3 a 6 mm, sendo esta característica uma forma de avaliar o acabamento das carcaças. Espessura de gordura subcutânea abaixo de 3 mm podem ocorrer problemas como o encurtamento de fibras pelo frio tornando a carne dura, Por outro lado, para valores acima de 6 mm têm-se perdas consideráveis no momento do toalete das carcaças, diminuindo assim o rendimento de carcaça.

Resultados semelhantes sobre a EGS foram observados por Gunn et al. (2008). No entanto, Parsons, Shelor e Drouillard (2009) observaram redução na espessura de gordura subcutânea, o que foi explicado por uma possível mudança do local de deposição da gordura pela glicerina.

Não foi observado efeito dos níveis de glicerina bruta sobre o peso de traseiro, porém, observou-se efeito sobre o rendimento do traseiro (Tabela 6). Este resultado pode ser explicado pelo aumento observado no peso da ponta de

agulha nos animais que receberam glicerina bruta na dieta, resultando em menor rendimento do traseiro, considerando que não foi observado efeito sobre o PCQ.

Não é interessante obter um rendimento inferior no traseiro, devido à presença dos cortes nobres nesta região, os quais são mais valorizados comercialmente. Porém, é válido ressaltar que o peso de traseiro não foi alterado, o que não resultaria em prejuízos sobre o peso dos cortes nele localizado.

Foi observado efeito dos níveis de glicerina bruta da dieta sobre o peso e rendimento da ponta de agulha, o que pode ser justificado pela tendência de aumento observada para a AOL e aumento da AOL por 100 kg de carcaça, sendo que a característica AOL correlaciona-se positivamente com rendimento e peso de cortes na carcaça (RODRIGUES et al., 2001). Lopes (2010) observou correlação positiva de magnitude 0,37 entre a AOL e ponta de agulha.

Tabela 6 Peso e rendimento de traseiro, dianteiro e ponta de agulha de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta

Variáveis	Níveis de Glicerina				EPM	P
	0%	6%	12%	18%		
Traseiro (kg)	130,59	130,91	131,14	130,14	4,07	1,00
Traseiro (%) <sup>a</sup>	47,02	46,41	45,24	45,36	0,33	<0,01
Dianteiro (kg)	110,73	112,50	115,68	116,41	3,71	0,67
Dianteiro (%)	39,76	39,90	39,91	40,57	0,34	0,35
P. Agulha (kg) <sup>b</sup>	36,77	38,68	43,00	40,41	1,56	0,04
P. Agulha (%) <sup>c</sup>	13,22	13,69	14,85	14,06	0,33	0,02

<sup>a</sup>  $Y = 47,5 - 0,61x$  ( $P < 0,01$ ;  $R^2 = 0,28$ )

<sup>b</sup>  $Y = 35,9 + 1,52x$  ( $P = 0,04$ ;  $R^2 = 0,10$ )

<sup>c</sup>  $Y = 13,0 + 0,37x$  ( $P = 0,02$ ;  $R^2 = 0,11$ )

Segundo Luchiari Filho (2000), rendimentos superiores a 48% para o traseiro, de até 39% para o dianteiro e da ponta de agulha até 13% são os valores ideais para uma carcaça bovina, valores estes próximos aos encontrados neste trabalho.

A avaliação da viabilidade econômica de confinamentos é complexa e depende de vários fatores, dentre eles os principais são: o mercado físico do boi gordo, o custo da diária e a quantidade de animais a serem confinados, ou seja, escala de produção.

Neste trabalho, o custo da diária do confinamento situado na região de Lavras no ano de 2010 foi em média R\$ 4,99 (Tabela 7), sendo que a inclusão de glicerina bruta na dieta proporcionou redução no custo, pois o preço de aquisição da glicerina foi de R\$ 250,00/tonelada, em comparação ao milho, que foi de R\$ 384,00/tonelada. A diferença no custo total na alimentação dos animais que receberam glicerina bruta ao final de 84 dias de confinamento foi de aproximadamente R\$ 34,60 entre 0 e 18% de glicerina por animal confinado, valor este interessante quando se pensa em confinamentos de médio a grande porte.

Tabela 7 Avaliação econômica do confinamento de tourinhos alimentados com diferentes Níveis de Glicerina (no primeiro semestre de 2010)

Ítem	Níveis de Glicerina			
	0%	6%	12%	18%
Ganho de peso médio diário (kg/animal/dia)	1,75	1,87	1,88	1,80
Ganho de peso médio total (kg/animal)	147,00	157,08	157,92	151,20
Rendimento de carcaça (%)	55,40	55,50	56,80	56,50
Ganho de peso em carcaça (@)	4,90	5,24	5,26	5,04
Custo com alimentação/animal/dia (R\$)	5,10	5,10	5,06	4,69
Dias de confinamento	84	84	84	84
Custo com alimentação total/animal (R\$ em 84 dias)	428,7	428,8	425,1	394,1
Custo total/animal (R\$)	492,71	492,87	488,67	453,05
Custo total/@ (R\$)	100,55	94,06	92,83	89,89
Preço recebido por @ (R\$)	110,00	110,00	110,00	110,00
Receita bruta/ganho total (R\$)	539,00	576,40	579,04	554,40
Margem bruta com a venda da carne produzida (R\$/animal)	46,30	83,50	90,40	101,40

No ano de 2010, o confinamento em si gerou lucro, isto devido ao preço elevado da arroba comercializada no período e região, que resultou margem bruta positiva com a venda da carne produzida. No entanto, pode-se observar e destacar a diferença da margem alcançada pelos animais dos lotes que receberam 12 e 18% de glicerina bruta na dieta, que apresentaram margem bruta para venda da carne 100% superior, em relação aos animais que não receberam a glicerina bruta na dieta.

Tabela 8 Avaliação econômica do confinamento de tourinhos alimentados com diferentes Níveis de Glicerina (no primeiro semestre de 2010)

Ítem	Níveis de Glicerina			
	0%	6%	12%	18%
Ganho de peso estimado em pastagem (kg/animal/dia)	0,6	0,6	0,6	0,6
Tempo necessário para ganhar em pastagem o mesmo peso obtido em confinamento (dias)	245	261	263	252
Tempo necessário para ganhar em pastagem o mesmo peso obtido em confinamento (meses)	8,17	8,73	8,77	8,40
Aluguel da pastagem (R\$/animal/mês)	25,00	25,00	25,00	25,00
Receita estimada com o aluguel das pastagens liberadas em virtude do confinamento (R\$)	204,2	218,2	219,3	210,0
Margem bruta total (aluguel da pastagem + venda da carne)	250,5	301,7	309,7	311,4

As vantagens do confinamento para o pecuarista muitas vezes é a liberação de pastagens para outras categorias animais presentes na propriedade, do que propriamente os ganhos de peso dos animais confinados. Desta forma, uma simulação foi realizada com estes mesmos animais para avaliar a parcela de participação deste componente no lucro final da atividade (Tabela 8). Foram considerados os animais a pasto com um ganho médio diário de 0,6 kg/dia, o que

permitiu definir que os 84 dias dos animais em confinamento equivalem, em média, a oito meses e meio de animais em pastejo.

Observou-se a importância da liberação de pastagens como consequência da atividade de confinamento, sendo que o ganho com a liberação das pastagens representou na margem bruta total, em média, 72,6%, quando se considerou um aluguel de pasto no valor de R\$ 25,00 por cabeça.

#### **4 CONCLUSÃO**

A inclusão de até 18% de glicerina bruta na MS da dieta não interferiu no ganho de peso e perfil bioquímico sanguíneo dos animais. Ademais, o uso deste ingrediente melhorou o rendimento de carcaça.

Animais que receberam 18% de glicerina bruta na dieta apresentaram maior margem bruta total ao final do confinamento.

## 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.
- ABOEL-NOR, S. et al. Effects of differing levels of glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 162, p. 99-105, 2010.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15<sup>th</sup> ed. Arlington, 1990.
- BARBOSA, F. A.; SOUZA, R. C. **Administração de fazendas de bovinos: leite e corte**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2007. 342 p.
- BARROS FILHO, I. R. **Contribuição ao estudo da bioquímica clínica em zebuínos da raça Nelore (Bos Indicus, Linnaeus 1758) criados no Estado de São Paulo**. 1995. 132 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal**. Brasília, 1952. 159 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Workshop “Glicerina, subproduto da indústria do Biodiesel, perspectivas de uso na alimentação animal”**. Brasília: Departamento de fiscalização de insumos Pecuários, 2009.
- BRENNAN, M. F. et al. Glycerol: major contributor to the short term protein sparing effect of fat emulsions in normal man. **Annals of Surgery**, Philadelphia, v. 182, p. 386-394, 1975.
- CHAN, P. H.; POLLACK, E.; FISHMAN, R. A. Differential effects of hypertonic mannitol and glycerol on rat brain metabolism and amino acids. **Brain Research**, Amsterdam, v. 225, p. 143-153, 1981.

CRANSTON, J. J. et al. Effects of feeding whole cottonseed and cottonseed products on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 2186-2199, 2006.

FROGER, A. et al. Functional characterization of a microbial aquaglyceroporin. **Microbiology**, New York, v. 147, p. 1129 –1135, 2001.

GONZÁLEZ, F. H. D. et al. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: AVALIAÇÃO METABÓLICO-NUTRICIONAL DE VACAS LEITEIRAS POR MEIO DE FLUÍDOS CORPORAIS (Sangue, leite e urina), 2002, Gramado. **Anais...** Gramado: UFRG, 2002. p. 5-17.

GUNN, P. J. et al. Effects of distiller's dried grains with solubles and crude glycerin on performance and carcass characteristics in early weaned beef calves. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, Champaign, v. 59, p. 290–294, 2008.

HIBUSE, T. et al. Aquaporin 7 deficiency is associated with development of obesity through activation of adipose glycerol kinase. **Proceedings of the Natinal Academy Science of the United States of America**, New York, v. 102, p. 10993-10998, 2005.

HODGSON, D. R. Moléstias do músculo. In: SMITH, B. P. **Tratado de medicina interna de grandes animais**: moléstias de eqüinos, bovinos, avinos e caprinos. São Paulo: Manole, 1994. p. 1325-1350.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRISS, M. C. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6th ed. San Diego: Academic, 1997. 932 p.

LOPES, L. S. **Características de carcaça e perfil de ácidos graxos da carne de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento**. 2010. 124 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

LOPES, L. S. et al. Viabilidade econômica da terminação de novilhos Nelore e Red Norte em confinamento na região de Lavras-MG. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 774-780, jul./ago. 2011.

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

MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 632-638, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of beef cattle**. 7th ed. Washington, 2000. 242 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. rev. Washinton, 2001. 381 p.

PARKER, A. J.; DOBSON, G. P.; FITZPATRICK, L. A. Physiological and metabolic effects of prophylactic treatment with the osmolytes steers during long duration transportation Bos indicus glycerol and betaine on. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 2916-2933, 2007.

PARSONS, G. L.; SHELOR, M. K.; DROUILLARD, J. S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. **Journal of Animal science**, Champaign, v. 87, p. 653-657, 2009.

PESCE, D. M. C. **Efeito da dieta contendo caroço de algodão no desempenho, características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de novilhos nelore**. 2008. 139 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2008.

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, 2001.

SANTOS, J. C. A. et al. Patogênese, sinais clínicos e patologia das doenças causadas por plantas hepatotóxicas em ruminantes e eqüinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 1-14, jan. 2008.

SAS INSTITUTE. **SAS procedures guide for computers**. Cary, 2003.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

WANG, C. et al. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. **Livestock Science**, Oxford, v. 121, p. 15-20, 2009.

WYTHES, J. R. et al. Effects of various rehydration procedures after a long journey on liveweight, carcasses and muscle properties of cattle. **Journal of Agricultural and Research**, Lahore, v. 31, p. 849-855, 1980.

**CAPÍTULO III Características qualitativas e perfil de ácidos graxos da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta**

## RESUMO

CARVALHO, José Rodolfo Reis. Características Qualitativas e Perfil de Ácidos Graxos da Carne de Tourinhos Alimentados com Diferentes Níveis de Glicerina Bruta. In: **Desempenho, Características de Carcaça e Qualidade de Carne de Tourinhos Alimentados com diferentes Níveis de Glicerina Bruta**. 2011. Cap 3, p. 98-134. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Objetivou-se avaliar a inclusão de diferentes níveis de glicerina bruta sobre o perfil de ácidos graxos e algumas características qualitativas da carne de bovinos Red Norte machos, não castrados. Foram utilizados 44 animais com idade inicial média de 20 meses e peso vivo inicial de  $368 \pm 4$  kg. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo 4 tratamentos e 11 repetições. O período experimental foi de 84 dias, precedido de um período de adaptação às dietas de 28 dias. A relação, volumoso:concentrado foi de 30:70 e a dieta foi fornecida *ad libitum*. Utilizou-se a silagem de milho como volumoso e concentrado a base de milho e farelo de soja. Quatro foram os tratamentos: sem glicerina, inclusão de 6% de glicerina, 12% de glicerina e 18% de glicerina na MS da dieta. Após o abate, amostras foram retiradas do músculo *Longissimus dorsi* da meia carcaça esquerda, para análise da composição química, força de cisalhamento (FC), concentrações de ácidos graxos, cor e oxidação lipídica. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado. A inclusão de glicerina na dieta tendeu a aumentar o extrato etéreo (EE) no músculo ( $P=0,12$ ). Não foi observado efeito da glicerina sobre a FC ( $P=0,20$ ). Os índices de luminosidade ( $L^*$ ) e de vermelho ( $a^*$ ) foram crescentes em função dos níveis de inclusão da glicerina bruta ( $P<0,05$ ). Observou-se aumento linear sobre os teores de ácido oleico (C18:1 *cis* 9) na gordura subcutânea e no músculo, tendência de redução dos teores de palmítico (C16:0) e redução do ácido octadecenoico (C18:1 *trans* 10, *trans* 11 e *trans* 12) no músculo, em função dos níveis de glicerina. Os teores dos ácidos graxos saturados (AGS) foram reduzidos linearmente, enquanto que os dos ácidos graxos insaturados (AGI) e monoinsaturados (AGMI), no músculo, foram crescentes em função dos níveis de inclusão de glicerina. A razão, AGI/AGS e o índice de aterogenicidade melhorou em função dos níveis de glicerina na dieta. O uso da glicerina bruta melhorou o perfil de ácidos graxos e a coloração da carne, tornando-a de melhor aparência e qualidade nutricional superior.

### ABSTRACT

CARVALHO, José Rodolfo Reis. Qualitative Characteristics and Fatty Acid Profile of the Meat of Red Norte Bulls Fed with Different Levels of Crude Glycerin. In: **Performance, Carcass Characteristics and Meat Quality of Red Norte Bulls Fed with Different Levels of Crude Glycerin**. 2011. Cap. 3, p. 82-121. Dissertation (Master of Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.

The objective was to assess the inclusion of different levels, crude glycerin upon the profile of fatty acids and some qualitative characteristics, meat of uncastrated Red Norte males. Forty four animals of initial average age of 20 months and initial average live weight of  $368 \pm 4$  kg were utilized. The experimental design was completely randomized design, with four treatments and 11 repetitions. The experimental period was 84 days, preceded by an adaptation period of 28 days. The ratio, roughage: concentrate was 30:70, provided *ad libitum*. It was use corn silage as roughage and concentrate based on corn and soybean meal. Four treatments were: (0%) without glycerin, (6%) addition of glycerin, (12%) of glycerin and (18%) of glycerin in the DM of the diet. After slaughtered, samples were removed from the muscle *Longissimus dorsi*, of the left half carcass for analysis of the chemical composition, Warner-Bratzler shear force (WBSF), concentrations of fatty acids, color and lipid oxidation. The design utilized was the completely randomized. The addition of glycerin in the diet tended to increase the ether extract (EE) in the muscle ( $P=0.12$ ). No effect of glycerin upon the WBSF ( $P=0.20$ ) was found. The luminosity ( $L^*$ ) and red ( $a^*$ ) were increased depending on the levels of crude glycerin inclusion ( $P < 0.05$ ). A linear increase on the contents of oleic acids (C18:1 *cis* 9) was observed in the subcutaneous fat and in the muscle, trend towards the reduction of the contents palmitic (C16:0) and reduction of octadecenoic acid (C18:1 *trans* 10, *trans* 11 and *trans* 12) in the muscle, owing to the levels of glycerin. The contents of saturated fatty acids (SFA) were reduced linearly, while those of unsaturated fatty acids (UFA) and monounsaturated ones (MUFA) in the muscle, were growing in function to the levels of glycerin addition. The ratio UFA/SFA and the atherogenicity index improved owing to the levels of glycerin in the diet. The use of crude glycerin improved the fatty acids profile and the meat coloration, making its appearance better and presenting superior nutritional quality.

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos observa-se maior preocupação com a qualidade de carne. Porém, esta qualidade vai muito além da maciez e suculência que o produto apresenta. Outros pontos mais complexos e que são relacionados ao consumo de alimentos saudáveis têm sido alvos de pesquisas por todo o mundo (KAZAMA et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011).

O interesse em manipular o perfil de ácidos graxos na carne é grande, já que muitas pesquisas têm comprovado as ações benéficas e malélicas de alguns ácidos graxos sobre a saúde humana (DE LA TORRE et al., 2006; ENSER et al., 1998; RAES; SMET; DEMEYER, 2004), sendo a nutrição, um fator importante para manipulação dos mesmos na carcaça.

Além da busca crescente em produzir alimentos de melhor qualidade nutricional, tem-se observado o crescente interesse na utilização de coprodutos na alimentação animal, uma vez que estes são capazes de diminuir o custo da alimentação e, dessa forma, aumentar a competitividade da carne no mercado.

Muitos são os trabalhos que avaliaram coprodutos sobre a qualidade da carne de bovinos (KAZAMA et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011), mas poucos são os trabalhos que avaliaram o efeito da glicerina bruta sobre as características qualitativas da carne.

Krueger et al. (2010) mostraram que a glicerina na alimentação animal pode apresentar potencial em melhorar o perfil de ácidos graxos da carne. Neste contexto, o glicerol atuaria negativamente sobre o processo de lipólise no rúmen, o que permitiria maior quantidade de ácidos graxos insaturados chegarem ao intestino, podendo, dessa forma, acarretar em aumento destes ácidos graxos na carne dos animais.

Potu et al. (2009) observaram redução nas concentrações de DNA das bactérias *Selenomonas ruminantium* para os níveis de 30 e 45% de glicerol e

redução também de *Butyrivibrio fibrisolvens* no nível de 45%. Resultados semelhantes foram observados por Aboel-Nor et al. (2010) que também observaram redução nas concentrações de DNA destas duas bactérias e também da *Clostridium proteoclasticum*. De acordo com Maia et al. (2007) estas bactérias possuem papel fundamental no processo de biohidrogenação ruminal. Portanto, o glicerol pode promover alterações no processo de biohidrogenação, e conseqüentemente, no escape ruminal de ácidos graxos saturados.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a inclusão de diferentes níveis de glicerina bruta na dieta de tourinhos, terminados em confinamento, sobre o perfil de ácidos graxos e características qualitativas da carne.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, no período de agosto a novembro de 2010.

Foram utilizados 44 bovinos Red Norte machos, não castrados, com idade inicial média de 20 meses e peso vivo inicial de  $368 \pm 4$  kg. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, sendo 4 tratamentos (0, 6, 12 e 18% de glicerina bruta na MS da dieta) e 11 repetições. A composição da glicerina bruta utilizada no experimento está representada na Tabela 1. Os animais foram confinados em baias coletivas, com área de 30 m<sup>2</sup> por animal, com piso de terra compactada, pista de alimentação em alvenaria e bebedouros comuns a dois currais.

Tabela 1 Composição da glicerina bruta na matéria natural (MN)

<b>Ingredientes</b>	<b>% da MN</b>
Glicerol	83,12
Umidade	11,12
Cinzas	6,06
Cloretos	3,67
Metanol	0,02

O período experimental foi de 84 dias e precedido de um período de adaptação de 28 dias, no qual os animais receberam a mesma dieta experimental. No início do período de adaptação os animais foram tratados contra ecto e endoparasitos. Para a determinação do ganho de peso médio diário, os animais foram pesados no início e final do período experimental, após jejum de 16 horas.

As dietas tiveram a silagem de milho como volumoso e quatro diferentes níveis de glicerina bruta foram utilizados (Tabela 2). As dietas foram formuladas segundo o NRC (2000) para serem isonitrogenadas e foram fornecidas *ad libitum* aos animais as 7h30 e 15h30. Foi incluso o farelo de glúten de milho-21,

nas dietas com glicerina bruta, para proporcionar níveis semelhantes à proteína bruta e perfil de aminoácidos similares.

As amostras dos ingredientes dos concentrados e da silagem foram coletadas a cada 14 dias. Destas amostras originaram uma amostra composta que, após sofrerem pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas, foram moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm. As análises químicas das dietas foram realizadas segundo a Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1990). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos segundo Sniffen, O'Connor e Van Soest (1992) e a energia metabolizável (EM) calculada segundo o NRC (2001) e Mach, Bacha e Devant (2009).

Tabela 2 Composição percentual de ingredientes e química das dietas experimentais

Ingredientes	Níveis de Glicerina			
	0%	6%	12%	18%
Silagem de Milho	30,0	30,0	30,0	30,0
Milho Integral	56,0	48,0	37,0	26,0
Farelo de Soja	12,0	12,0	12,0	12,0
Farelo Glúten Milho - 21	-	2,0	7,0	12,0
Glicerina Bruta	-	6,0	12,0	18,0
Núcleo Mineral*	2,0	2,0	2,0	2,0
MS <sup>1</sup>	71,2	70,8	70,4	70,0
Proteína Bruta <sup>2</sup>	13,1	12,9	13,1	13,3
FDN <sup>2</sup>	22,2	22,4	23,6	24,8
CNF <sup>2</sup>	56,6	56,6	55,0	53,3
Glicerol <sup>2</sup>	-	5,6	11,2	16,8
Extrato Etéreo	3,4	3,4	3,3	3,2
EM <sup>2</sup> (Mcal/Kg MS)	2,79	2,79	2,78	2,78

\*Níveis de garantia por quilograma do produto: Ca: 170 g; P 31 g; Na: 155 g; Zn: 2 mg; Cu: 396 mg; Mn: 515 mg; Co: 15 mg; I: 29 mg; Se: 5,4 mg; Vit. A: 111.000 UI; Vit. D3: 22.000 UI; Vit. E: 265 UI;

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

O abate dos animais foi realizado em frigorífico comercial, utilizando a técnica de concussão cerebral e secção da veia jugular, seguido de remoção do

couro e evisceração. As carcaças foram lavadas e divididas em duas metades iguais, momento este em que foi mensurado o pH inicial entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, utilizando um medidor de pH e termômetro digital do modelo Mettler M1120x (Mettler, Toledo International Inc., Columbus, EUA), sendo realizadas 2 mensurações e o valor médio destas, utilizado na estatística.

Após o resfriamento da carcaça em câmara fria (4°C) por 24h, foi mensurado o pH final no mesmo local e utilizando o mesmo aparelho. Neste momento foram retiradas amostras do músculo *Longísimos dorsi* da meia-carcaça esquerda a partir da 13<sup>a</sup> costela, em direção cranial.

Para a determinação da composição centesimal, as amostras de carne foram liofilizadas até a obtenção de amostras homogêneas e livres de umidade. A metodologia para composição centesimal utilizada foi segundo a AOAC (1990). A proteína bruta foi quantificada pelo método de Kjeldahl, o extrato etéreo foi extraído pelo método de Soxhlet e as cinzas em mufla a 550°C.

Quatro bifês de 2,54 cm de espessura por animal foram coletados, identificados e embalados a vácuo em sacos de polietileno para determinação da coloração, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC), em quatro tempos de maturação, em temperatura de 1°C: 0, 7, 14 e 21 dias *post mortem*.

A determinação dos componentes da cor foi realizada após a retirada das peças das embalagens e expostas ao ar atmosférico por 30 minutos, para oxigenação da mioglobina (ABULARACH; ROCHA; FELÍCIO, 1998). A leitura da cor foi realizada na superfície dos bifês, utilizando o sistema CIE L\*a\*b\*, iluminante D65 e 10° graus para observador padrão. Utilizou-se o equipamento Minolta Cr 200b (Konica Minolta), calibrado para um padrão branco, onde: o L\* é o índice associado à luminosidade (L\* = 0 preto, 100 branco); a\* é o índice que varia do verde (-) ao vermelho (+); e b\* do azul (-) ao

amarelo (+) (HOUBEN et al., 2000). Foram realizadas seis leituras por fatia, sendo as médias utilizadas na análise estatística.

As determinações dos índices de saturação (croma; C\*) e ângulo de tonalidade (h, graus) foram realizadas de acordo com MacDougall (1994), utilizando-se as informações de L\*, a\* e b\*, com as seguintes fórmulas:

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

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

A perda de peso por cozimento foi realizada por diferença no peso do bife antes e depois de assado em uma chapa tipo “Grill” pré-aquecida a 200°C, em que a temperatura interna de cada bife foi controlada por um termômetro com haste inserida horizontalmente até o ponto central do bife atingir 71°C. Após este processo, cada bife foi acondicionado à temperatura ambiente e, após estabilizarem sua temperatura, foram pesados para a obtenção da PPC (AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION - AMSA, 1978).

A FC foi obtida nas mesmas amostras utilizadas para a PPC. Foram obtidas 6 amostras retangulares com 1 cm<sup>2</sup> por 3 cm de comprimento por bife, com a direção das fibras paralelas ao comprimento, livres de gordura e nervos. As amostras foram cisalhadas, por completo, perpendicularmente a direção das fibras, por uma lâmina tipo Warner-Bratzler de 1,016 mm, a uma velocidade de 200 mm/minuto (Ramos e Gomide, 2007). A FC foi registrada pelo aparelho MTA.TX.plus (Stable Micro Systems Ltd., Vienna Court, UK).

Para a determinação de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) segundo Tarladgis et al. (1960), amostras de 50 g de carne foram coletadas, identificadas e embaladas a vácuo em sacos de polietileno. Foram utilizadas amostras nos tempos: 0 (amostra *in natura*), 7, 14 e 21 dias *post mortem*, mantidas resfriadas a 4°C.

Uma amostra de 10 g de carne foi previamente triturada em multiprocessador, ao qual foi adicionado 0,2 mL de antioxidante BHT (0,03%) e 50 mL de água destilada.

As amostras foram novamente trituradas e homogeneizadas por 1 minuto. Após a homogeneização, as amostras foram transferidas para um balão de 250 mL de capacidade, contendo pedaços de porcelana, no qual foi adicionado 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 transferiu-se 5 mL para um tubo de ensaio e se adicionou 5 mL de solução 0,02 M de TBA. 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, modelo 325NM (Photonics, Tecnal Ltda). O valor de TBARS, expresso em mg de malonaldeído/kg de carne, foi obtido multiplicando-se a absorbância por 7,8.

A extração dos lipídeos do músculo e da gordura subcutânea foi realizada de acordo com procedimentos estabelecidos por Hara & Radim (1978) e metiladas segundo Christie (1982).

As amostras transmetiladas foram analisadas em cromatógrafo a gás modelo Focus CG-Finnigan, com detector de ionização de chama, coluna capilar CP-Sil 88 (Varian), com 100 m de comprimento por 0,25 µm de diâmetro interno e com espessura do filme de 0,20 µm (Supelco, Bellefonte, PA). Foi utilizado o hidrogênio como gás de arraste, numa vazão de 1,8 mL/min. O programa de temperatura inicial do forno foi de 70°C, mantida por 4 min, elevação de 13°C/min até 175°C e mantida por 27 min, elevação de 4°C/min até 215°C e mantida por 9 min e, em seguida aumentando 7°C/min até 230°C, permanecendo por 5 min, totalizando 65 min. A temperatura do vaporizador foi de 250°C e a do detector 300°C.

A identificação dos ácidos graxos foi feita pela comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga. Os ácidos graxos foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos e os resultados expressos em porcentual de área (%), através do *software – Chromquest 4.1* (Thermo Electron, Italy).

As atividades das enzimas  $\Delta^9$  dessaturases e elongase 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 & Southgate (1991), como indicador para o risco de doenças cardiovasculares.

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

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

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

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

O pH, a composição química, o perfil de ácidos graxos e os índices das enzimas foram analisados utilizando o PROC GLM do *Software SAS 9.1.3* (2003), com tratamentos como efeito fixo.

A perda de peso por cozimento (PPC), a força de cisalhamento (FC), a coloração e oxidação lipídica foram analisadas como medidas repetidas no tempo, utilizando o PROC MIXED do *Software SAS 9.1.3* (SAS INSTITUTE, 2003), com tratamentos e dias como efeitos fixos, a interação entre os efeitos fixos e animais como efeito aleatório.

Quando significativo ( $P \leq 0,05$ ), foram feitas análises de regressões utilizando o PROC REG do *Software SAS 9.1.3* (SAS INSTITUTE, 2003).

Características com  $P > 0,05$  e  $P \leq 0,10$ , foram discutidas como tendência forte e com  $P > 0,10$  e  $P \leq 0,15$  foram discutidos como tendência fraca.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH inicial e final não foram influenciados pelos diferentes níveis de glicerina bruta da dieta (Tabela 3). Tal observação indica que os animais, apesar de estarem em jejum, apresentavam níveis de glicogênio satisfatórios no momento do abate, o que permitiu a queda ideal do pH.

Uma queda adequada no pH está ligada diretamente com a cor, maciez e capacidade de retenção da água pelo músculo. Quando o pH após 24h *post mortem* estiver em valores superiores a 6,0 a carne se apresentará escura, firme e com a superfície de corte seca, sendo está carne conhecida como DFD (do inglês, Dark, Firm e Dry) (RAMOS; GOMIDE, 2007).

Os teores de cinzas e proteínas do músculo não foram afetados pelos diferentes níveis de glicerina bruta da dieta. Entretanto, os níveis crescentes de glicerina bruta na dieta tenderam ( $P = 0,12$ ) a aumentar os teores de EE no músculo. Este resultado pode ser explicado pelo fato da glicerina ter fornecido um maior aporte de glicose para o animal e como consequência, este substrato foi destinado à deposição de gordura intramuscular. Segundo Gilbert et al. (2003), a glicose é o maior doador de carbonos para a síntese de ácidos graxos da gordura intramuscular.

Por outro lado, foi observado redução na umidade do músculo, em função da inclusão de glicerina bruta na dieta, o que pode ser explicado pela maior deposição de gordura intramuscular, embora o EE não tenha sido significativo.

A composição química dos músculos é relativamente constante (cerca de 75% de água, 19 a 25% de proteínas e 1 a 2% de minerais), sendo que a maior variação encontrada se refere ao teor de lipídeos (GEAY et al., 2001).

Tabela 3 Valores de pH inicial, pH final, composição centesimal (%), perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta

Variáveis	Níveis de Glicerina				EPM	P
	0%	6%	12%	18%		
pH inicial	7,08	7,01	7,08	7,09	0,05	0,60
pH final	5,87	5,99	5,93	5,66	0,13	0,31
Umidade <sup>a</sup>	78,30	77,48	74,06	74,23	1,31	0,05
Cinzas	0,87	0,87	0,88	0,86	0,02	0,95
Proteína	17,67	18,12	18,10	17,70	0,77	0,95
Extrato etéreo	3,02	3,45	5,57	6,12	1,09	0,12
PPC (%)	24,11	24,68	27,62	28,23	3,79	0,07
FC (Kg)	3,46	3,62	4,20	3,82	0,75	0,20

<sup>a</sup>  $Y = 78,37 - 0,26x$  ( $P = 0,01$ ;  $R^2 = 0,15$ )

Em estudo com novilhas terminadas em confinamentos e alimentadas com diferentes fontes energéticas na dieta (milho moído, farelo de gérmen de milho ou farelo de arroz integral), Kazama et al. (2008) também não observaram efeito das fontes energéticas sobre a composição química da carne. Já Fernandes et al. (2009), trabalhando com animais da raça Canchim, alimentados com uma dieta a base de silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar com grãos de girassol, observaram maior teor de extrato etéreo para os animais que receberam os grãos de girassol na dieta. Segundo os autores, esta dieta possivelmente proporcionou maior produção de ácido propiônico no rúmen e maior aporte de glicose para o animal, elevando assim o teor de extrato etéreo na carne, semelhante ao que pode ter ocorrido com a glicerina bruta neste trabalho.

Os níveis de glicerina bruta na dieta tenderam ( $P = 0,07$ ) a aumentar a PPC (Tabela 3). Tal resultado pode ser explicado pela tendência de aumento do EE em função dos níveis de glicerina, já que, segundo Lawrie (1981), a PPC corresponde à perda de água, mais uma porção de gordura fundida. Como o músculo dos animais que receberam glicerina bruta apresentou maiores teores de ácidos graxos insaturados na carne (Tabela 5), que apresentam menor ponto de fusão, pode ter ocorrido o favorecimento da perda de peso por cozimento.

Não foi observado efeito dos níveis de glicerina sobre a força de cisalhamento na carne dos animais. A média de 3,8 kg obtida está de acordo com o preconizado por Miller et al. (2001), que é menor que 4 kg, como sendo uma carne de boa aceitação pelos consumidores. Da mesma forma, Mach, Bacha e Devant (2009) trabalhando com bovinos também não observaram efeito da inclusão de glicerina bruta na dieta sobre esta característica.

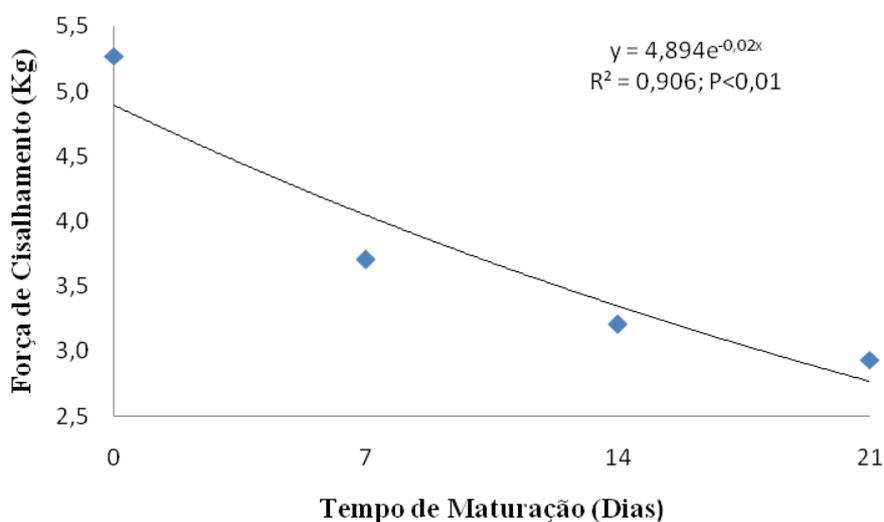


Figura 1 Força de cisalhamento da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta

Na Figura 1 pode-se observar o efeito dos dias de maturação sobre a força de cisalhamento da carne. Como se esperava, a força de cisalhamento diminuiu à medida que a maturação foi ocorrendo, promovendo assim o amaciamento da carne pela atuação das proteases. O valor da FC menor que 4 kg foi alcançado com aproximadamente 7 dias de maturação.

Comportamento semelhante sobre a força de cisalhamento foi observado por Igasari et al. (2008) para os tempos 1, 7 e 14 dias *pos mortem*. Em outra pesquisa realizada com bovinos do grupo genético Red Norte, Andrade et al.

(2010) também observaram redução na força de cisalhamento em função dos dias de maturação, sendo observados os valores abaixo de 4,0 a partir do 3º dia.

Observou-se tendência de redução do ácido palmítico (C16:0) na gordura subcutânea (P=0,09) e no músculo (P=0,08) dos animais que receberam maiores quantidades de glicerina bruta na dieta (Tabela 4). Tal resultado apresenta importância, já que este ácido graxo está entre aqueles que são considerados prejudiciais à saúde humana, por elevarem as lipoproteínas de baixa densidade (LDL) no sangue (WOOD et al., 2003).

Os teores de ácido oleico (C18:1 *cis* 9) na gordura subcutânea e no músculo foram influenciados positivamente pelos níveis de glicerina na dieta e pode ser explicados pela inibição do glicerol sobre a lipólise dos triglicerídeos e da biohidrogenação no rúmen, o que aumenta o aporte de AGI para o intestino. Este resultado na gordura subcutânea também pode ser explicado pela tendência (P = 0,06) de redução no ácido esteárico (C18:0) na gordura subcutânea, também explicada, da mesma forma, pelo processo de inibição da lipólise ruminal.

Segundo Krueger et al. (2010), a explicação do efeito inibitório do glicerol sobre o processo de lipólise ocorreria devido à ação negativa sobre as bactérias produtoras de lipases, como exemplo, a *anaerovibrio lipolytica*.

Segundo Sinclair (1993), o ácido esteárico depois de ingerido é rapidamente convertido a ácido oleico (C18:1) no organismo pela ação das enzimas  $\Delta^9$  dessaturase. Por conseguinte, não apresenta efeito negativo sobre os níveis de colesterol circulante. Ao contrário, o ácido oleico (C18:1 *cis* 9) aumenta os níveis de colesterol HDL no sangue e diminui a concentração do colesterol LDL (WOOD et al., 2003).

O ácido octadecenoico (C18:1 *trans* 10, *trans* 11 e *trans* 12) reduziu no músculo em função dos níveis de glicerina bruta e tendeu (P=0,07) a sofrer redução na gordura subcutânea. Estes isômeros são, em sua maioria, compostos

pelo ácido vacênico (C18:1 *trans*11) que é intermediário da biohidrogenação do ácido linoleico e linolênico. Sua importância consiste no fato de que, quando depositado no músculo e tecido adiposo este pode ser convertido a ácido linoleico conjugado (CLA) por ação da enzima  $\Delta^9$ -dessaturase 18 (Bauman et al., 2001). Segundo McGuire e McGuire (1999) é possível que humanos também utilizem desta rota para produção de CLA.

A redução nos teores do ácido vacênico pode ser explicada pelas mudanças nas populações das bactérias *B. fibrisolvens* e *C. proteoclasticum*, em decorrência do fornecimento de glicerol (ABO EL-NOR et al., 2010; POTU et al., 2009), uma vez que estas bactérias possuem papel fundamental no processo de biohidrogenação ruminal (MAIA et al., 2007; WALLACE et al., 2006). Outra explicação é a substituição do milho pela glicerina, que pode reduzir o conteúdo de ácido linoleico (C18:2 *cis* 9, *cis* 12) nas dietas (ABO EL-NOR et al., 2010). Esta explicação também justifica a não alteração verificada nos teores de CLA, uma vez que o ácido linoleico é precursor do CLA na biohidrogenação ruminal (HARFOOT; HASLEWOOD, 1997).

Os teores de CLA encontrados no presente trabalho são menores aos encontrados na literatura (FERNANDES et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2011). Estes resultados podem ser explicados em função da caracterização da dieta, ou seja, a combinação entre a baixa relação, volumoso:concentrado, a alta quantidade de amido na dieta-controle e a inclusão de glicerina nas demais, podem ter afetado diretamente as primeiras etapas da biohidrogenação ruminal, prejudicando as bactérias ruminais, em especial, o *Butyrivibrio fibrisolvens*.

Tabela 4 Concentração dos principais ácidos graxos na gordura subcutânea (%) e no músculo (%) de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta

Ácido graxo		Gordura Subcutânea						Músculo					
		Níveis de Glicerina				EPM	P	Níveis de Glicerina				EPM	P
		0%	6%	12%	18%			0%	6%	12%	18%		
Láurico	C12:0	0,067	0,074	0,081	0,072	0,005	0,31	0,082	0,093	0,073	0,083	0,008	0,41
Mirístico	C14:0	2,934	3,115	3,243	2,989	0,159	0,53	2,529	2,649	2,536	2,386	0,116	0,47
Palmitico	C16:0	27,963	27,353	24,214	24,574	1,241	0,09	23,319	23,385	22,505	22,167	0,385	0,08
Palmitoléico	C16:1 C9	4,067	3,162	4,098	3,835	0,279	0,08	2,830	2,880	3,038	3,088	0,178	0,70
Esteárico	C18:0	15,359	17,494	13,280	14,648	1,211	0,06	16,342	16,364	15,384	14,795	0,623	0,22
Octadecenóico	C18:1T10-T11-T12	1,228	1,558	1,291	1,084	0,123	0,07	1,260	1,140	0,868	0,988	0,103	0,05 <sup>a</sup>
Oléico	C18:1 C9	37,356	35,336	41,416	40,575	1,688	0,05 <sup>b</sup>	36,449	36,467	37,468	39,189	0,749	0,04 <sup>c</sup>
Linoleico	C18:2 C9-C12	1,702	1,559	1,506	1,358	0,106	0,17	5,256	4,783	5,367	4,134	0,510	0,29
$\alpha$ -linolênico	C18:3 $\omega$ 3	0,122	0,111	0,110	0,106	0,009	0,66	0,274	0,268	0,267	0,243	0,019	0,67
CLA	C18:2 C9-T11	0,235	0,242	0,265	0,284	0,027	0,59	0,209	0,181	0,143	0,183	0,023	0,28
Araquidônico	C20:4	0,011	0,013	0,013	0,012	0,002	0,91	1,017	1,025	1,195	0,995	0,136	0,68

<sup>a</sup>Y = 1,23 - 0,02x (P < 0,02; R<sup>2</sup> = 0,11)

<sup>b</sup>Y = 36,31 + 0,26x (P < 0,05; R<sup>2</sup> = 0,09)

<sup>c</sup>Y = 36,01 + 0,154x (P < 0,01; R<sup>2</sup> = 0,15)

O teor do ácido linoleico (C18:2  $\omega$ -6) não foi afetado pelos níveis de glicerina bruta na dieta. Abo El-Nor et al. (2010), trabalhando com fermentadores contínuos, observaram reduções na concentração deste ácido em função dos níveis de inclusão da glicerina bruta. Porém, o resultado encontrado pode ser explicado pelo efeito inibitório sobre o processo de lipólise ruminal. Logo, a baixa concentração deste ácido na dieta foi compensada pela inibição do processo lipólise, quando se incluiu glicerina na dieta.

Quanto ao ácido  $\alpha$ -linolênico (C18:3  $\omega$ -3), seus teores não foram influenciados pelos níveis de glicerina bruta na dieta, resultado que está de acordo com os encontrados por Abo El-Nor et al. (2010), em pesquisa com fermentadores contínuos e diferentes níveis de glicerina bruta.

De acordo com a Tabela 5, pode-se observar o efeito linear dos níveis de glicerina bruta na dieta sobre o somatório de AGS, AGI, AGMI e na relação AGI/AGS no músculo.

Tabela 5 Proporções dos ácidos graxos da gordura subcutânea (%) e no músculo (%) de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta

Ácido graxo	Gordura subcutânea				EPM	P
	Níveis de Glicerina					
	0%	6%	12%	18%		
Saturados	45,57	46,71	42,81	44,60	1,31	0,17
Insaturados	52,65	51,15	54,89	53,23	1,27	0,19
AGI/AGS	1,18	1,11	1,29	1,21	0,05	0,16
Monoinsaturados	50,32	49,14	52,94	51,35	1,28	0,17
Poli-insaturados	2,23	1,86	1,95	1,88	0,15	0,31
AGPI/AGS	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,09
Ômega 3 <sup>a</sup>	0,28	0,22	0,17	0,21	0,02	0,02
Ômega 6	2,31	2,27	2,19	2,01	0,12	0,29
Ômega 6/ômega3 <sup>b</sup>	9,30	10,42	14,31	10,31	1,23	0,02

“continua”

Tabela 5 “conclusão”

Ácido graxo	Músculo				EPM	P
	Níveis de Glicerina					
	0%	6%	12%	18%		
Saturados <sup>c</sup>	44,51	45,06	42,96	42,14	0,65	0,01
Insaturados <sup>d</sup>	53,17	52,74	54,37	55,42	0,60	0,01
AGI/AGS <sup>e</sup>	1,20	1,18	1,27	1,32	0,03	0,01
Monoinsaturados <sup>f</sup>	45,30	45,47	46,67	48,81	0,94	0,04
Poli-insaturados	7,86	7,27	7,70	6,60	0,76	0,66
AGPI/AGS	0,18	0,16	0,18	0,16	0,02	0,76
Ômega 3	1,09	1,11	1,22	1,05	0,10	0,69
Ômega 6	7,06	6,53	7,53	6,00	0,61	0,36
Ômega 6/ômega3	6,40	6,13	6,11	5,70	0,26	0,27

<sup>a</sup>Y = 0,28 - 0,02x + 0,001x<sup>2</sup> (P = 0,04; R<sup>2</sup> = 0,20)

<sup>b</sup>Y = 8,81 + 0,79x - 0,04 x<sup>2</sup> (P = 0,03; R<sup>2</sup> = 0,15)

<sup>c</sup>Y = 45,05 - 0,153x (P < 0,01; R<sup>2</sup> = 0,19)

<sup>d</sup>Y = 52,67 + 0,140x (P < 0,01; R<sup>2</sup> = 0,18)

<sup>e</sup>Y = 1,17 + 0,008x (P < 0,01; R<sup>2</sup> = 0,21)

<sup>f</sup>Y = 44,81 + 0,195x (P < 0,01; R<sup>2</sup> = 0,16)

Os níveis de glicerina bruta na dieta foram eficientes em diminuir a quantidade de ácidos graxos saturados no músculo dos animais e aumentar os teores de ácidos graxos insaturados e monoinsaturados. Estes resultados apresentam importância devido à relação que se pressupõe existir entre os AGS e a ocorrência de doenças cardiovasculares em seres humanos (GIVENS, 2005). Segundo French et al. (2003) o ácido graxo mirístico (C14:0) é o ácido graxo saturado mais indesejável para a saúde humana, junto com os ácidos: láurico (C12:0) e palmítico (C16:0).

O aumento dos ácidos graxos insaturados no músculo é decorrente principalmente dos incrementos observados nos teores de ácido oleico (C18:1 *cis* 9) no músculo dos animais que receberam glicerina na dieta (Tabela 4).

Os teores de ômega 3 e a relação ômega6/ômega3 na gordura subcutânea foram afetados pelos níveis de inclusão de glicerina bruta na dieta, sendo que a inclusão de 10% de glicerina resultou no menor valor de ômega 3.

Os teores de ômega 3, ômega 6 e a relação entre eles no músculo dos animais não foram afetados. Estes resultados estão um pouco acima da relação considerada ideal, pois segundo o Department of Health (1994) de Londres, a relação ideal entre ômega 6 e ômega 3 deve ser entre 4:1 a 5:1.

A enzima  $\Delta^9$  dessaturase 18 no músculo e gordura subcutânea tendeu a aumentar em função dos níveis de glicerina bruta na dieta (Tabela 6), o que corrobora o aumento observado no teor de ácido oleico (C18:1 *cis* 9). O mesmo ocorreu com a enzima  $\Delta^9$  dessaturase 16 na gordura subcutânea.

Tabela 6 Índices das enzimas envolvidas no metabolismo de ácidos graxos e índice de aterogenicidade da gordura subcutânea e no músculo de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta

Índices	Gordura subcutânea				EPM	P
	Níveis de Glicerina					
	0%	6%	12%	18%		
$\Delta^9$ dessaturase 16	13,01	10,75	14,51	13,49	0,95	0,06
$\Delta^9$ dessaturase 18	70,50	65,82	75,71	73,55	2,61	0,06
Elongase	62,29	63,68	65,88	65,99	1,20	0,10
Aterogenicidade	0,74	0,75	0,68	0,69	0,03	0,32
	Músculo					
$\Delta^9$ dessaturase 16	10,75	10,97	11,76	12,13	0,54	0,25
$\Delta^9$ dessaturase 18	69,06	69,03	70,89	72,61	1,07	0,07
Elongase	66,88	66,79	67,27	68,11	0,57	0,36
Aterogenicidade <sup>a</sup>	0,63	0,65	0,60	0,57	0,01	0,03

$\Delta^9$  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:  $[C12:0 + 4(14:0) + C16:0]/\sum AGMI + \sum AGPI$

<sup>a</sup>Y = 0,65 - 0,003x (P = 0,01; R<sup>2</sup> = 0,14)

O índice de aterogenicidade do músculo foi influenciado negativamente pelos níveis de inclusão da glicerina bruta (Tabela 6). Este resultado ocorreu devido ao aumento dos ácidos graxos insaturados e tendência na redução do ácido palmítico no músculo, indicando que a carne dos animais alimentados com glicerina apresenta menores riscos à ocorrência de problemas cardiovasculares.

Em trabalho avaliando diferentes fontes energéticas (sem lipídio adicional, grão de soja, caroço de algodão e semente de linhaça) para animais Zebuínos em confinamento, Oliveira et al. (2011) não observaram efeitos das diferentes fontes sobre os índices das enzimas dessaturases 16 e 18, assim como para o índice de aterogenicidade.

Não foi observada interação entre os níveis de glicerina e os dias de maturação para os parâmetros de cor da carne ( $P > 0,05$ ).

Na Figura 2 está representado o comportamento dos valores de  $L^*$  em função dos níveis de glicerina bruta na dieta. O valor de  $L^*$  se mostra crescente em função da inclusão de glicerina. Tal resultado pode ser explicado em função dos teores de gordura intramuscular na carne dos animais, resultado que corrobora com a tendência observada no aumento do EE no músculo dos animais que receberam glicerina bruta, sendo que a gordura é o componente que apresenta maior luminosidade (REALINI et al., 2004). Apesar de não ter ocorrido efeito sobre o pH após 24 horas, a carne dos animais que receberam glicerina bruta, possivelmente, apresentavam maiores quantidades de glicogênio, o que permitiu uma continuidade na queda do pH, o que de certa forma, proporcionou menores valores de pH, e conseqüentemente, os maiores índices de luminosidade. Pois, segundo Ramos e Gomide (2007), um pH final mais baixo também confere maiores índices de Luminosidade.

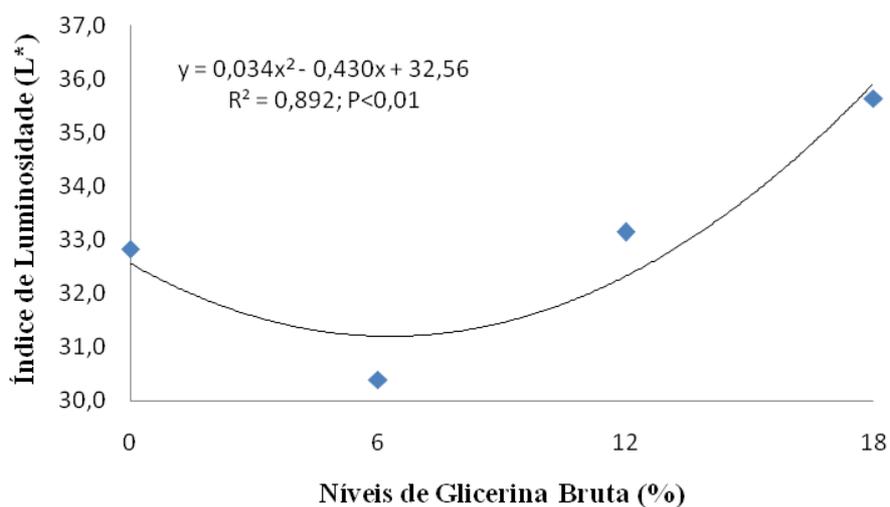


Figura 2 Índices de luminosidade (L\*) da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta

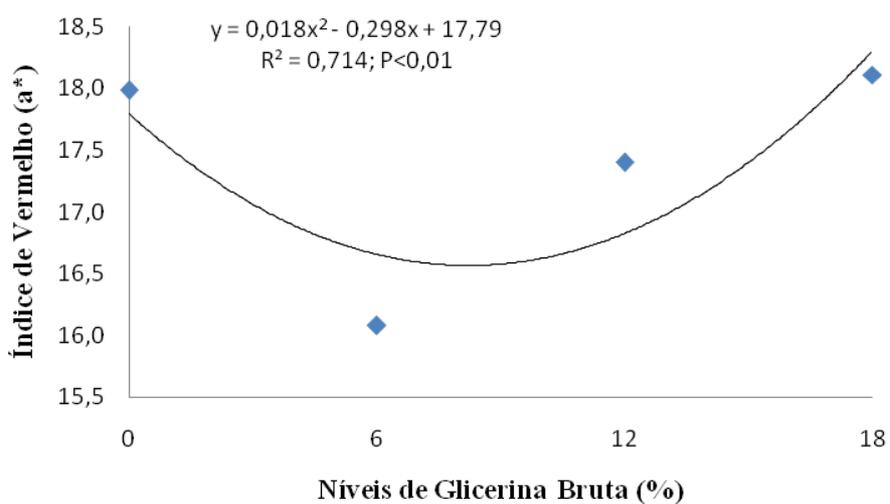


Figura 3 Índices de vermelho (a\*) da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta

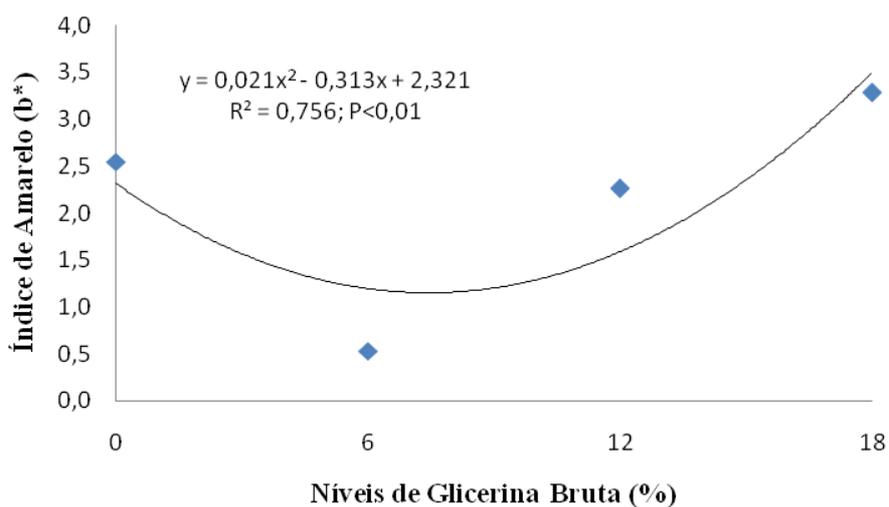


Figura 4 Índices de amarelo (b\*) da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta

Observou-se aumento no índice a\* em função dos níveis de glicerina bruta na dieta (Figura 3), o que pode ser explicado possivelmente por uma maior presença de pigmentos do grupo heme (mioglobina) (MANCINI; HUNT, 2005), já que os animais os quais receberam 6% de glicerina bruta na MS da dieta, apresentaram menor área de olho de lombo (78,5 cm).

É válido ressaltar que, apesar de ter sido observado efeito sobre o teor de ácidos graxos insaturados na carne dos animais que receberam glicerina, não houve prejuízos destes ao índice a\*.

O comportamento do parâmetro b\* é semelhante a todos os outros parâmetros de cor avaliados (Figura 4). Segundo Fernandes et al. (2008), o parâmetro b\* está diretamente correlacionado com a presença de carotenoides, oriundos da alimentação. Desta forma, este comportamento pode ser explicado, pelo fato de que, as dietas apresentam níveis crescentes de farelo de glúten de milho, sendo este ingrediente rico em beta-caroteno (45,5 µg/g) (SANTOS, 2004).

Observa-se que o comportamento do parâmetro  $C^*$  (Figura 5) está de acordo com o comportamento observado para o parâmetro  $a^*$  e  $b^*$  (Figuras 3 e 4). Da mesma forma, o comportamento do parâmetro  $h$  (Figura 6) é semelhante ao parâmetro  $b$ , indicando uma maior participação de  $b^*$  na tonalidade da carne, em função dos níveis de glicerina bruta na dieta. Tal resultado mostra que, possivelmente, a carne passou de uma tonalidade vermelho-púrpura nos animais que receberam 6% de glicerina na dieta para o vermelho-cereja nos animais que receberam 18% de glicerina na MS da dieta.

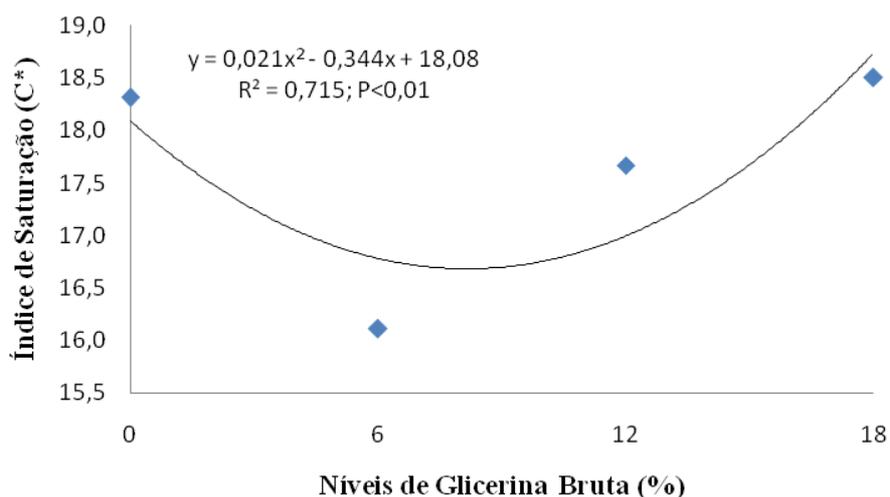


Figura 5 Índices de saturação ( $C^*$ ) da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta

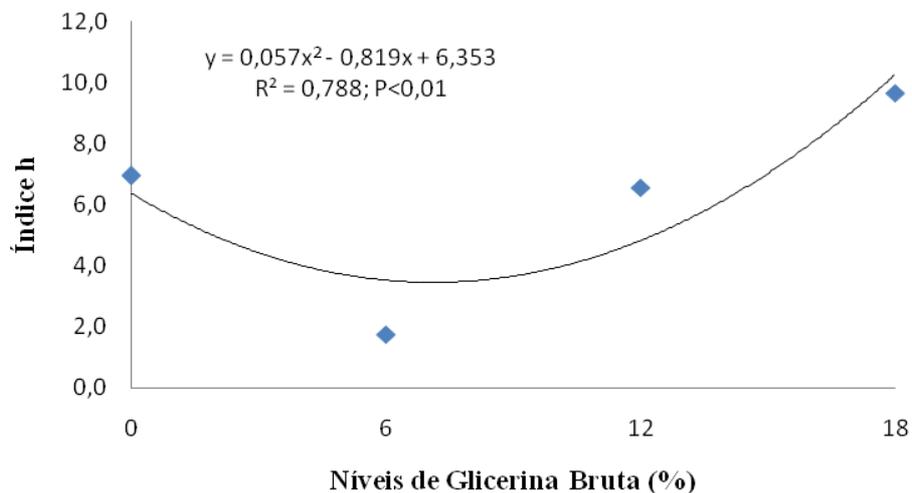


Figura 6 Índices do ângulo de tonalidade (h) da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta

Contrariamente a estes resultados, em um trabalho com suínos, iniciado na fase pós-desmame e recebendo diferentes níveis de glicerina bruta na dieta (0, 5 e 20%), Lammers et al. (2008) não observaram efeito dos níveis de glicerina sobre os parâmetros de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Da mesma forma, Mendoza et al. (2010), trabalhando com marrãs e diferentes níveis de glicerina refinada também não observaram efeito dos níveis de glicerina sobre os parâmetros de cor analisados.

Não foi observado efeito do tempo de maturação sobre o parâmetro de luminosidade ( $L^*$ ) ( $P > 0,05$ ), no qual foi obtido um valor médio de 33,0 para esta variável, o que está dentro dos valores normais encontrados na literatura (MUCHENJE et al., 2009). Nas Figuras 7, 8, 9 e 10 pode-se observar o comportamento dos parâmetros da cor ( $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  e h) em função do tempo de maturação, nos quais as carnes dos animais Red Norte foram expostas.

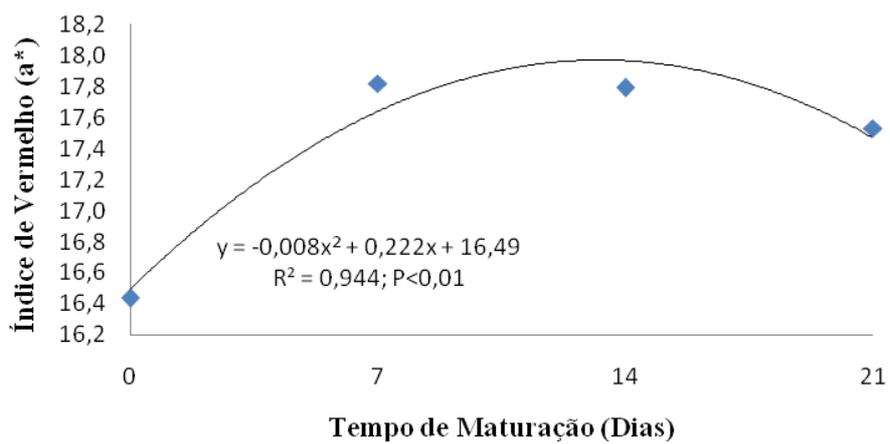


Figura 7 Índices de vermelho (a\*) da carne de tourinhos em função dos tempos de maturação

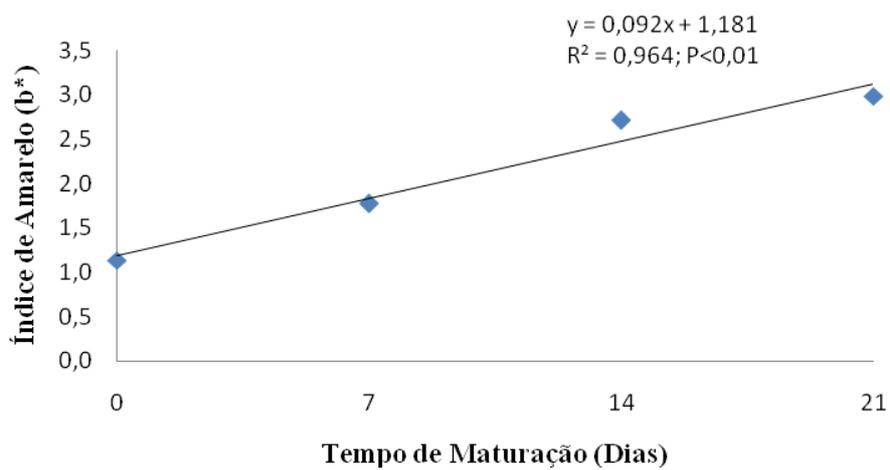


Figura 8 Índices de amarelo (b\*) da carne de tourinhos em função dos tempos de maturação

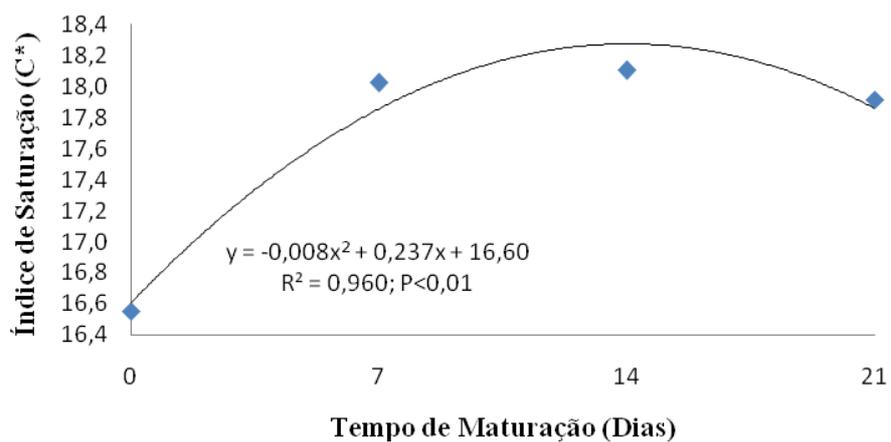


Figura 9 Índices de saturação (C\*) da carne de tourinhos em função dos tempos de maturação

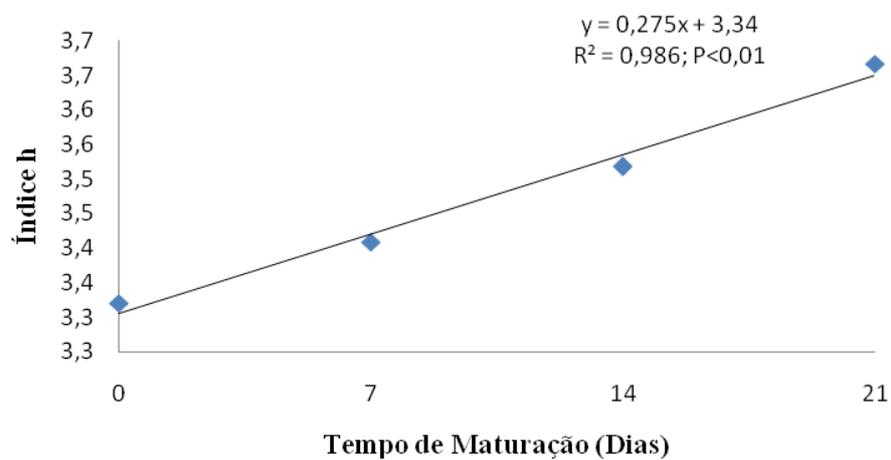


Figura 10 Índices do ângulo de tonalidade (h) da carne de tourinhos em função dos tempos de maturação

Observou-se comportamento semelhante para os parâmetros  $a^*$  e  $C^*$  em função dos dias de maturação, sendo que o ponto de máxima para  $a^*$  ocorreu por volta do 14º dia. Este comportamento de  $a^*$  pode ser resultado das formas químicas do pigmento (MANCINI; HUNT, 2005). Luciano et al. (2009) observaram que a redução no parâmetro  $a^*$  foi acompanhada por aumento percentual de metamioglobina. Desta forma, o comportamento quadrático deste parâmetro pode ser explicado, em parte, por possível aumento nas quantidades de metamioglobina.

Pode-se observar efeito linear positivo do tempo de maturação sobre os índices de amarelo ( $b^*$ ) e índices h. Portanto, com o tempo de maturação, a intensidade de amarelo passa a ter maior participação na cor das carnes, o que eleva os valores de h, já que este índice constitui de cálculos que utilizam as informações das coordenadas  $a^*$  e  $b^*$ . Porém, os valores encontrados para  $b^*$  se encontram abaixo dos valores encontrados na literatura (MUCHENJE et al., 2009). Logo, a tonalidade predominante na carne bovina independente dos diferentes tempos de maturação, é a vermelha, devido ao índice h estar localizado no primeiro quadrante entre  $330^\circ$  e  $25^\circ$ , no diagrama de cromaticidade do sistema CIELAB (HUNTERLAB, 1991).

Foi observada tendência ( $P=0,07$ ) dos níveis de glicerina bruta em aumentar os valores de substâncias reativas ao ácido tio-barbitúrico (TBARS), sendo que o tempo de maturação não influenciou os valores de TBARS (Tabela 7).

Tabela 7 Valores de Oxidação Lipídica (mg de malonaldeído/kg de carne) da carne de tourinhos alimentados com diferentes níveis de glicerina bruta e em diferentes dias de maturação

Váriáveis	Níveis de Glicerina				EPM	P
	0%	6%	12%	18%		
TBARS (mg de malonaldeído/ kg de carne)	0,25	0,22	0,27	0,27	0,04	0,07
	Dias de Maturação				EPM	P
	0	7	14	21		
TBARS (mg de malonaldeído/ kg de carne)	0,25	0,25	0,26	0,26	0,08	0,59

A tendência observada para os maiores valores de TBARS no músculo dos animais que receberam glicerina bruta na dieta corrobora com os resultados obtidos no perfil de ácidos graxos do músculo, já que, segundo Silva, Borges e Ferreira (1999), a intensidade de oxidação do músculo se dá pela natureza e o número de insaturações presentes nos ácidos graxos, além da sua interface com o oxigênio.

Neste contexto, os maiores teores de AGI no músculo dos animais que receberam glicerina bruta na dieta contribuíram para a maior oxidação lipídica. No entanto, este aumento não representa problemas à saúde humana e não interfere no sensorial do produto, pois, segundo Torres e Okani (2000) os valores com potencial de gerar estes problemas são aqueles maiores que 1,59 mg de malonaldeído por kg de carne.

Os valores de TBARS não foram influenciados pelo tempo de maturação, ao qual a carne destes animais foi exposta. Provavelmente, este resultado pode ser explicado pelo tempo máximo de maturação, ou seja, 21 dias não foram suficientes para resultar em um processo de oxidação na carne e produção de malonaldeído, sendo que este é considerado um produto secundário no processo, uma vez que, a carne foi embalada a vácuo.

Em um trabalho com animais terminados a pasto ou confinados suplementados com vitamina E, Descalzo e Sancho (2008), observaram maiores

valores de TBARS para os animais terminados em confinamento, não sendo observado efeito da suplementação de vitamina E. Os valores observados por estes autores em animais confinados foram próximos aos encontrados pelo presente estudo.

#### 4 CONCLUSÃO

A utilização de até 18% de glicerina bruta na MS da dieta de bovinos de corte em confinamento melhorou o perfil de ácidos graxos na carne, tornando-a de melhor qualidade nutricional.

A carne oriunda dos animais que receberam glicerina bruta na MS da dieta apresentou aumentos consistentes nos valores de  $h^*$ , passando possivelmente de uma carne com tonalidade vermelho-púrpura para a tonalidade vermelho-cereja nos animais que receberam 18% de glicerina bruta.

## REFERÊNCIAS

ABO EL-NOR, S. et al. Effects of differing levels of glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 162, p. 99-105, 2010.

ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (músculo *Longissimus dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Guidelines for cooking and sensory evaluation of meat**. Chicago: National Live Stock and Meat Boars, 1978.

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.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15<sup>th</sup> ed. Arlington, 1990.

BAUMAN, D. E. et al. Technical note production of butter with enhanced conjugated linoleic acids for use in biomedical studies with animal models. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 2422-2425, 2001.

CHRISTIE, W. W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters. **Journal of Lipid Research**, Bethesda, v. 23, p. 1072, 1982.

DE LA TORRE, A. et al. Factors influencing proportion and composition of CLA in beef. **Meat Science**, Toronto, v. 73, n. 3, p. 258-268, 2006.

DESCALZO, A. M.; SANCHO, A. M. A review of natural antioxidants and their effects on oxidative status, odor and quality off fresh beef produced in Argentina. **Meat Science**, toronto, v. 79, p. 423-436, 2008.

DEPARTMENT OF HEALTH. **Nutricional aspect of cardiovascular disease**. London: HMSO, 1994. 178 p.

- ENSER, M. et al. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Science**, Toronto, v. 49, n. 3, p. 329-341, 1998.
- FERNANDES, A. R. M. et al. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, n. 1, p. 139-147, 2008.
- 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.
- FRENCH, P. et al. Fatty acid composition of intra- muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. **Livestock Production Science**, Hamilton, v. 81, p. 307–317, 2003.
- GEAY, Y. et al. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, Paris, v. 41, p. 1- 26, 2001.
- GILBERT, C. D. et al. Carcass, sensory, and adipose tissue traits of brangus steers fed casein-formaldehyde-protected starch and/or canola lipid. **Journal of Animal Science**, Champaign, n. 81, p. 2457-2468, 2003.
- 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**, London, v. 64, p. 395-402, 2005.
- HARA, A.; RADIN, N. S. Lipid extraction of tissues with low-toxicity solvent. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 90, n. 1, p. 420-426, 1978.
- HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Ed.) . **The rumen microbial ecosystem**. London: Chapman & Hall, 1997. p. 382-426.
- HOUBEN, J. H. et al. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. **Meat Science**, Toronto, v. 55, p. 331-336, 2000.
- HUNTERLAB. **Hunter associates laboratory**. Virgínia, 1991. 19 p.

IGASARI, M. S. et al. Características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grãos úmidos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 3, p. 520-528, 2008.

KAZAMA, R. et al. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 2, p. 350-357, 2008.

KRUEGER, N. A. et al. Evaluation of feeding glycerol on free-fatty acid production and fermentation kinetics of mixed ruminal microbes in vitro. **Bioresource Technology**, New York, v. 101, p. 8469-8472, 2010.

LAMMERS, P. J. et al. Growth performance, carcass characteristics, meat quality, and tissue histology of growing pigs fed crude glycerin-supplemented diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 2962-2970, 2008.

LAWRIE, R. **Developments in meat science**. London: Elsevier Applied Science, 1981. 342 p.

LUCIANO, G. et al. Lipid and colour stability of meat from lambs fed fresh herbage or concentrate. **Meat Science**, Toronto, v. 82, p. 193-199, 2009.

MACDOUGALL, D. B. Colour meat. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products: advances in meat research series**. London: Blackie Academic & Professional, 1994. v. 9, cap. 3, p. 79-93.

MACH, N.; BACHA.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 632-638, 2009.

MAIA, M. R. et al. Metabolismo f polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie Leeuwenhoek**, Amsterdam, v. 91, p. 303-314, 2007.

MALAU-ADULI, A. E. O. et al. A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, Collingwood, v. 48, n. 5, p. 715-722, 1997.

MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, Toronto, v. 71, n. 1, p. 100-121, 2005.

MCGUIRE, M. A.; MCGUIRE, M. K. Conjugated linoleic acid (CLA): a ruminant fat acid with beneficial effects on human health. **Proceedings of the American Society of Animal Sciences**, Champaign, v. 1, p. 1-8, 1999.

MENDOZA, O. F. et al. Metabolizable energy content of refined glycerin and its effects on growth performance and carcass and pork quality characteristics of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, p. 3887-3895, 2010.

MILLER, M. et al. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 3062–3068, 2001.

MUCHENJE, V. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, Barking, v. 112, n. 2, p. 279-289, 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of beef cattle**. 7th ed. Washington, 2000. 242 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. rev. Washinton, 2001. 381 p.

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, p. 2546-2555, 2011.

POTU, R. B. et al. The effects of feeding glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, p. 89, 2009. Suppl.

RAES, K.; DE SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 113, n. 1/4, p. 199-221, 2004.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carne: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: E. M. Ramos, 2007. 599 p.

REALINI, C. E. et al. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. **Meat Science**, Toronto, v. 66, n. 3, p. 567–577, 2004.

SANTOS, F. A. Glúten de milho na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, New York, v. 1, n. 3, p. 79-100, 2004.

SAS INSTITUTE. **SAS procedures guide for computers**. Cary, 2003.

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. **Química Nova**, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999.

SINCLAIR, A. K. Dietary fat and cardiovascular disease: the significance of recent developments for the food industry. **Council of Australian food technology Associations**, Sidney, v. 45, n. 5, p. 226-231, 1993.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

TARLADGIS, B. G. et al. Distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Champaign, v. 37, p. 44-48, 1960.

TORRES, E. A. F. S.; OKANI, E. T. Teste de TBA: ranço em alimentos. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 243, p. 68-76, 1997.

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

WALLACE, R. J. et al. Clostridium proteoclasticum: a ruminal bacterium that forms stearic acid from linoleic acid. **FEMS Microbiology Lett**, Amsterdam, v. 265, p. 195-201, 2006.

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