

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FONTES LIPÍDICAS ASSOCIADAS À GLICERINA BRUTA
NA DIETA DE TOURINHOS NELORE**

Rafael de Andrade Silva

Zootecnista

2013

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**FONTES LIPÍDICAS ASSOCIADAS À GLICERINA BRUTA
NA DIETA DE TOURINHOS NELORE**

Rafael de Andrade Silva

Orientadora: Profa. Dra. Telma Teresinha Berchielli

Coorientador: Dr. Bruno Ramalho Vieira

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

2013

Silva, Rafael de Andrade
S586f Fontes lipídicas associadas a glicerina bruta na dieta de tourinhos
Nelore / Rafael de Andrade Silva. -- Jaboticabal, 2013
iv, 50 p. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013
Orientadora: Telma Teresinha Berchielli
Coorientador: Bruno Ramalho Vieira
Banca examinadora: Flávio Dutra de Resende, Sergio Raposo de
Medeiros
Bibliografia

1. Glicerol. 2. Gordura Inerte. 3. Metano Entérico. 4. Óleo de Soja.
5. Soja Grão. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias
e Veterinárias.

CDU 636.2:636.087

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: FONTES LIPÍDICAS ASSOCIADAS À GLICERINA BRUTA NA DIETA DE
TOURINHOS NELORE

AUTOR: RAFAEL DE ANDRADE SILVA

ORIENTADORA: Profa. Dra. TELMA TERESINHA BERCHIELLI

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. BRUNO RAMALHO VIEIRA

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA , pela
Comissão Examinadora:

Profa. Dra. TELMA TERESINHA BERCHIELLI

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. FLAVIO DUTRA DE RESENDE

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Colina/SP

Prof. Dr. SERGIO RAPOSO DE MEDEIROS

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária / Campo Grande/MS

Data da realização: 26 de março de 2013.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RAFAEL DE ANDRADE SILVA – nascido no dia 24 de outubro de 1988, na cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, filho de Valdinar José da Silva e Eliana de Andrade Silva. No mês de março do ano de 2007, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), em Campo Grande-MS, e obteve o título de Zootecnista em janeiro de 2011. No mês de março de 2011 ingressou no curso de mestrado do programa de pós-graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, sob orientação da Profa. Dra. Telma Teresinha Berchielli.

DEDICO

*Aos meus pais, Valdinar José da Silva e Eliana de Andrade Silva
e irmão, Reinaldo de Andrade Silva*

“Faça o que você pode, com o que você tem, no lugar onde você está”

Theodore Roosevelt

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me concedido a vida, muita saúde além de todas suas bênçãos.

Aos meus pais, pelo imenso amor, por sempre acreditarem em meu potencial e incentivarem a correr atrás de meus sonhos.

Ao meu melhor amigo e irmão, Reinaldo, pelo enorme incentivo, sempre seguido de ótimos conselhos e conversas que foram para mim verdadeiras aulas.

À UNESP/FCAV – Câmpus de Jaboticabal, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso;

À professora Dra Telma Teresinha Berchielli, pela orientação, constante incentivo aos estudos e dedicação ímpar a formação de profissionais mais dedicados e comprometidos.

Aos professores doutores Flávio Dutra de Resende, Ricardo Andrade Reis, Ana Claudia Ruggieri, pelos ensinamentos, confiança, oportunidades concedidas, participação e contribuições nas bancas de qualificação e de defesa e principalmente, pela amizade.

Ao Dr. Sergio Raposo de Medeiros, pelos anos de orientação, o ensino desde os primeiros passos no aprendizado da nutrição animal e principalmente pela amizade e pela imensa disposição em ajudar.

Aos “TELMEIROS”, a começar pelo funcionário do setor de digestibilidade, Wladimir Máximo (Vlad), aos da iniciação científica, que sem eles a condução desse trabalho não seria possível: Lutti Delevatti (Gaúcho), Erick Dallantonia (Devasso), Laís Simonetti (Pegada) e Mirela Machado (Caracu) e aos “TELMEIROS” da pós-graduação, que tiveram contribuição ímpar na condução do experimento, disciplinas, estudos, dissertação e principalmente nas trocas de ideias diárias que muito ajudaram para o sucesso desta jornada: Josiane Lage (Jocira), Elias San Vito (Nizio), Andressa Ribeiro (Xibunga), Isabela Carvalho (Bela), Giovani Fiorentini, Roberta Canesin e Juliana Messana.

Ao meu verdadeiro lar em Jaboticabal, república Boi Banguelo e seus integrantes, Dona Toninha (Nossa Mãe), Ítalo Estima (Péza), Marcos Paulo

(Largato), Diego Moraes (D-Jeto), Juliano Deghaid (Fruta), Fernando Rodriguez (Kunotoko), Netim Baliero (Atrofiado), Chico Menezes (Fiuk), Newton Kazuo (Maldito) e em especial ao Marcelo Berro (Eunuko), pelos mais de 14 anos de amizade.

Aos K-zonenses (República K-Zona Rural), Vinícius Mistura (Paia) e Bruno Fachini (Cenôra) pela amizade e a recém-fundada República 51 e seus integrantes Elias San Vito (Nizio), Lutti Dellevatti (Gaúcho), Gustavo Sicchieri (Mi-nhoKa) e Henrique Meglhioratti (Cabeça).

À FAPESP, pela concessão da bolsa de estudos e financiamento do projeto.

À Cargill, pela doação de parte dos ingredientes utilizados na alimentação dos animais.

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

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. Introdução	1
2. Glicerina Bruta	2
3. Lipídios	5
4. Objetivos	8
5. Referências Bibliográficas	8
CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO E PRODUÇÃO DE METANO DE TOURINHOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO, ALIMENTADOS COM FONTES LIPÍDICAS ASSOCIADAS À GLICERINA BRUTA	13
1. Introdução	13
2. Material e Métodos	14
2.1. Local e condições experimentais.....	14
2.2. Dietas experimentais	14
2.3. Amostragens	15
2.4. Ensaio de digestibilidade	16
2.5. Análises químicas	17
2.6. Emissão de metano	17
2.7. Estatística e delineamento experimental	18
3. Resultados	18
4. Discussão	20
4.1. Consumo, digestibilidade e desempenho.....	20
4.2. Emissão de metano	23
5. Conclusões	25
6. Referências Bibliográficas	25

CAPÍTULO 3 – CARACTERÍSTICAS DE CARÇA E QUALIDADE DE CARNE DE TOURINHOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO, ALIMENTADOS COM FONTES LIPÍDICAS ASSOCIADAS À GLICERINA BRUTA	30
1. Introdução	30
2. Material e Métodos	31
2.1. Local e condições experimentais.....	31
2.2. Tratamentos e dietas.....	31
2.3. Abate, características de carça e processamento de amostras	32
2.4. Análises químicas	34
2.5. pH e coloração	34
2.6. Warner–Bratzler shear force e perdas por cocção.....	34
2.7. Perfil de ácidos graxos na carne	35
2.8. Comprimento de sarcômero	35
2.9. Estatística e delineamento experimental	36
3. Resultados	36
4. Discussão	40
4.1. Características de carça e qualidade da carne	40
4.1. Perfil de ácidos graxos do músculo <i>Longissimus</i>	43
5. Conclusões	45
5. Referências Bibliográficas	45

FONTES LIPÍDICAS ASSOCIADAS À GLICERINA BRUTA NA DIETA DE TOURINHOS NELORE

RESUMO - Objetivou-se avaliar efeito associativo entre diferentes fontes lipídicas e glicerina bruta na alimentação de tourinhos Nelore sobre o desempenho, produção de metano e as características de carcaça e qualidade da carne. Foram utilizados 40 tourinhos da raça Nelore com peso médio inicial de $426 \pm 30,2$ kg e aproximadamente 20 meses de idade. As dietas utilizadas foram: dieta controle, com 10% de glicerina bruta na matéria seca (SL); dieta com 10% de glicerina bruta na matéria seca e adição de óleo de soja (OS); dieta com 10% de glicerina bruta na matéria seca e adição de grão de soja (SG) e dieta com 10% de glicerina bruta na matéria seca e adição de gordura inerte (GI). O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, com 4 tratamentos e 10 repetições cada. A adição lipídica de óleo de soja afetou positivamente as ingestões de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) em relação aos animais do tratamento SL, e a digestibilidade da FDN foi reduzida. O peso corporal final, desempenho e a eficiência alimentar foram superiores aos animais do tratamento OS em relação aos demais. A inclusão lipídica associada a glicerina bruta nas dietas não influenciou a emissão de metano dos animais. Espessuras de gordura subcutânea, pesos de carcaça quente e fria também foram superiores aos animais do tratamento OS em relação ao tratamento SL. As características qualitativas da carne como maciez, perfil de ácidos graxos, teor de gordura intramuscular e coloração não foram afetadas com associação de fontes lipídicas a glicerina bruta. Desta forma, óleo de soja pode ser utilizado em associação a glicerina bruta (10% na MS) na dieta de tourinhos Nelore, favorecendo o desempenho e as características de carcaça, porém, a qualidade da carne não é alterada.

Palavras chave: glicerol, gordura inerte, metano entérico, óleo de soja, soja grão

EFFECT OF LIPID SOURCES ASSOCIATED TO CRUDE GLYCERIN ON NELLORE YOUNG BULLS DIETS

ABSTRACT – This study aims to evaluate the association of lipid sources and crude glycerin on Nellore steers diets on performance, methane emissions, carcass characteristics and meat quality. Forty Nellore young bulls with 426 ± 30.2 kg initial body weight and approximately twenty months of age were used. The treatments were: control diet, with 10% crude glycerin on dry matter (SL); diet with 10% crude glycerin on dry matter and soybean oil addition (OS); diet with 10% crude glycerin on dry matter and whole soybean grain addition (SG) and diet with 10% crude glycerin on dry matter and calcium salts of soybean fat acids addition (GI). A completely randomized design was used with four treatments and ten replicates each. The OS inclusion positively affected the dry matter, organic matter, crude protein and neutral detergent fiber (FDN) intake compared with the SL treatment while apparent digestibility of FDN has decreased. Final body weight, performance and feed efficiency were greater for OS animals compared to others treatments. The lipid inclusion associated with crude glycerin has not changed the animal's methane emissions. Subcutaneous fat, hot and cold carcass weights also were greater for OS animals compared with SL treatment. The meat quality of *Longissimus* muscle as Warner-Blatzler Shear Force, fatty acids profile, intramuscular fat and color were not affected for lipid sources and crude glycerin association. Therefore, soybean oil can be associated with crude glycerin (10% dry matter of diet) on Nellore steers diets, enhancing performance and carcass characteristics, however the meat quality and methane emissions are not changed.

Key words: calcium salts, glycerol, methane, soybean grain, soybean oil

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

No final de outubro de 2011, a população mundial atingiu a marca de sete bilhões de habitantes. O primeiro bilhão de habitantes no mundo foi alcançado em 50 mil anos, porém os últimos dois bilhões em apenas 25 anos. As Nações Unidas projetam que em 2050 a população mundial esteja entre 8,1 e 10,6 bilhões de habitantes (UNITED NATIONS, 2011). Embora o crescimento estimado da população mundial seja de aproximadamente 33%, a demanda de alimentos poderá dobrar, devido uma melhora no perfil econômico dos países em desenvolvimento (TILMAN et al., 2011) e quando há melhora no poder econômico, há aumento no consumo de carne bovina e demais produtos de origem animal.

O Brasil é um reconhecido produtor de alimentos, retém o maior rebanho bovino comercial do mundo e volumes de produção e exportação de carnes e grãos notáveis. A pecuária de corte brasileira é baseada na exploração de pastagens em sistema extensivo, e no geral, ainda de baixos índices produtivos. A pressão da agricultura sobre a pecuária, carregada pelo aumento na demanda de alimentos e de energia, como a produção da cana-de-açúcar, vem forçando a pecuária cada vez mais a melhorar a eficiência de uso da terra. Dentre as tecnologias disponíveis à pecuária de corte, o uso da nutrição apresenta grande potencial para melhorar os índices quantitativos e qualitativos de produção.

O confinamento de bovinos vêm aumentando no país e se tornando não só mais uma ferramenta estratégica mas, sim, integrando-se aos sistemas de produção. Nos primeiros meses de 2012, a expectativa da Associação Nacional dos Confinadores (ASSOCON, 2012), era que aproximadamente 4 milhões de bovinos fossem confinados ao longo do ano no país. Esta ferramenta torna-se ainda mais interessante quando realizada no período seco do ano, quando as forrageiras diminuem a produção e apresentam menores teores de nutrientes digestíveis, possibilitando a entrada dos animais mais pesados para terminação no sistema, assim liberando áreas para categorias mais eficientes em converter o pasto em produção, ou seja, a recria.

Outras vantagens do confinamento são: o aumento da taxa de lotação da fazenda, diminuição do tempo para abate dos animais, aumento do desfrute da propriedade, produção de carcaças de melhor qualidade, melhora no giro do capital investido, além de diminuir a ociosidade dos frigoríficos em determinados momentos, como no período de entressafra (LOPES e MAGALHÃES, 2005), quando também geralmente são ofertados melhores preços por arroba de boi gordo.

No entanto, a atividade deve ser realizada com perícia. A expectativa de safra 2012/2013 recorde nos Estados Unidos, não está se concretizando, devido a um período de estiagem intenso e duradouro no chamado “Cinturão da Soja”. Nas últimas três safras os EUA produziram em média 88,74 milhões de toneladas de soja, a expectativa para a safra 2012/2013 está em apenas 82,06 milhões de toneladas, ficando abaixo do Brasil, que projeta-se para produzir 83,5 milhões de toneladas (USDA, 2013). Esses números provocaram turbulência no mercado interno brasileiro onde, no mês de janeiro no Paraná, a soja era cotada abaixo dos R\$50/saca, ultrapassando no mês de setembro a margem dos 83R\$/saca (CEPEA/ESALQ, 2012).

Sabe-se que excluídos os custos com a reposição, a nutrição pode ocupar mais de 70% dos custos totais do confinamento, representando assim um fator determinante para o sucesso da atividade. Felizmente, o processo evolutivo, permitiu que os animais ruminantes adquirissem a habilidade de ingerir e aproveitar uma extensa gama de alimentos. Um frequente objetivo de pesquisas é como os animais respondem aos diversos subprodutos da indústria e seus efeitos interativos.

2. Glicerina Bruta

A glicerina é um coproduto oriundo de diversas rotas industriais, dentre elas, do processo de transformação de triglicerídeo em biodiesel, a partir de lipídios derivados de uma variedade de plantas ou gordura animal. Na produção de biodiesel, ocorre a reação de transesterificação na presença de um catalisador (hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio) e de um álcool de cadeia curta (metanol ou etanol). Segundo Donkin e Doane (2007) a glicerina bruta representa aproximadamente 10% do peso do óleo ou gordura utilizados na produção do biodiesel e apresenta em média, de 75 a 80% de glicerol, sendo o restante

composto por água, ácidos graxos (7 a 13%), minerais oriundo dos catalisadores (2 a 3%) e álcool (<0,5%) (KERR et al., 2007).

O destino da glicerina bruta é uma importante consideração a ser feita pela agroindústria do biodiesel, pois além de ser um poluente ambiental, esta não atende os requerimentos legais para uso farmacêutico, que preconiza o uso da glicerina purificada com teores acima de 99,5% de glicerol. De acordo com Mach et al. (2009) a glicerina bruta poderia ser incluída em dietas de ruminantes como um ingrediente energético e substituir outros ingredientes utilizados na alimentação como os cereais, e tendo como consequência, uma redução nos custos com a alimentação.

Lee et al., 2011 reportaram decréscimo na relação acetato:propionato de acordo que o glicerol substituía a alfafa ou a silagem de milho em culturas *in vitro* de líquido ruminal. A maior parte do propionato produzido é removido do sangue portal pelo fígado, sendo a rota metabólica usual, o ciclo de Krebs, onde o succinil-CoA após reações bioquímicas, origina o oxaloacetato que pode ser utilizado para formar glicose pela via gliconeogênica (VALADARES FILHO e PINA, 2006). O glicerol também pode ser absorvido diretamente através do epitélio ruminal, sendo convertido em glicose no fígado. A enzima glicerol quinase converte glicerol e ATP a glicerol-3-fosfato e ADP ao nível de triose fosfato, direcionando o glicerol para a gliconeogênese (KREHBIEL, 2008). Assim, a glicerina bruta apresenta potencial aplicação como substrato gliconeogênico para ruminantes. Trabue et al. (2007) sugeriram que 80% do glicerol é metabolizado no rúmen após 24 horas, e por ser fermentado principalmente a propionato, resulta no decréscimo da relação acetato:propionato no rúmen.

A microflora ruminal está apta a metabolizar o glicerol, que faz parte da composição dos fosfolipídios presentes na parede celular de plantas e nas reservas de lipídios dos óleos oriundos dos vegetais. Ingerido nesta forma (através dos vegetais), o glicerol representa somente uma pequena porção do total de alimento consumido, sendo 2 a 4 g/kg de matéria seca ingerida (ROGER et al., 1992). Bactérias anaeróbias facultativas fermentam o glicerol, mas as mais importantes fermentadoras de glicerol parecem ser as bactérias estritamente anaeróbias como, *Selenomonas ruminantium*, produtoras de propionato (HOBSON e MANN, 1961) e também *Anaerovibrio lipolytica* (ARCURI, LOPES e CARNEIRO, 2011).

Versemann et al. (2008) procurando determinar níveis ótimos de inclusão de glicerol na dieta de bovinos de corte confinados, testaram 0, 5, 10 e 20% de glicerina bruta, que substituiu, respectivamente, 0, 10, 20 e 40% do milho da dieta. Os autores detectaram um efeito quadrático dos níveis de inclusão de glicerina bruta sobre o ganho de peso, enquanto o consumo de matéria seca não foi afetado pelos tratamentos. A eficiência alimentar e a deposição de gordura de marmoreio foram melhorados no nível de 10% de inclusão, concluindo assim, que o fornecimento de glicerina bruta na dieta de novilhos de corte em confinamento parece ser favorável ao nível de 10% da matéria seca total. Suportando estes resultados, Schröder e Südekum (2009) sugeriram que a inclusão de glicerina bruta em quantidade maior do que 10% na matéria seca da dieta, afeta o consumo de alimento e digestibilidade dos componentes da dieta.

Conforme resultados reportados por Mach et al. (2009), o fornecimento deste coproduto pode aumentar a disponibilidade de compostos gliconeogênicos, que possivelmente seriam precursores de ácidos graxos a serem depositados de forma intramuscular, acarretando em melhorias no grau de marmorização da carne (EVANS et al., 2008; VERSEMANN et al., 2008). Tal processo utiliza glicose como principal fonte de carbono para a síntese de ácidos graxos (SCHOONMAKER et al., 2004). Além do aumento na síntese de gordura de marmoreio, poderá haver um aumento no teor de ácidos graxos insaturados, pois Krueger et al. (2010) observaram que o glicerol possivelmente inibe a lipólise, reportando reduções em 48% e 77% no acúmulo de ácidos graxos livres no ambiente ruminal de animais alimentados com 2% ou 20% de glicerol na dieta, quando comparado a dieta controle. Estes resultados evidenciam que possivelmente ocorre inibição de bactérias que degradam os ácidos graxos, promovendo maior passagem de lipídios totais, resultando em maior proporção de ácidos graxos insaturados para incorporação em produtos cárneos. A alimentação com glicerol ou sua associação com fontes lipídicas, tem potencial para promover um impacto imediato no aumento da qualidade da carne bovina.

No Brasil iniciaram-se pesquisas com glicerina bruta para ruminantes (LAGE et al., 2010; SAN VITO et al., 2010; SILVA et al., 2012), entretanto ainda há uma enorme carência de dados na literatura em relação á utilização da glicerina bruta na

dieta de bovinos de corte e, portanto, torna-se necessário desenvolver pesquisas que ofereçam informações confiáveis quanto aos seus efeitos e interações com demais ingredientes.

3. Lipídios

Existem diversos motivos para que seja adotada a adição de lipídios às dietas dos animais ruminantes, a mais conhecida é pelo aumento na densidade energética da dieta. Em animais em confinamento pode ser a única alternativa para adensar energeticamente as rações sem causar distúrbios metabólicos, como a acidose (BASSI et al., 2012). A utilização dos lipídios na alimentação dos ruminantes cresceu de forma acentuada nas últimas décadas, pois houve maior entendimento sobre o uso das fontes que contêm esses nutrientes (HESS et al., 2007; ZINN e JORQUERA, 2007).

O consumo de alimentos e seus nutrientes é o fator mais importante na determinação do desempenho animal e pode ser influenciado pelas características do animal, do alimento e das condições de alimentação (VAN SOEST, 1994). O óleo proveniente do grão de soja é rico em ácidos graxos insaturados, aproximadamente 85%, sendo principalmente oleico, linoleico e linolênico (LEE et al., 2007). A alta quantidade ou disponibilidade ruminal desses ácidos pode interferir negativamente na fermentação ruminal, causando efeitos adversos quanto a digestibilidade e consumo de nutrientes (MARTIN et al., 2008; EUGÈNEA et al., 2011). Considerando que fontes de gordura protegidas com cálcio e óleo das sementes de grãos inteiros fornecem aproximadamente 40% da proteção de lipídios no ambiente ruminal (Gulati et al., 1997), tais efeitos negativos poderiam ser minimizados.

A suplementação lipídica na forma de gordura protegida tem sido recomendada para ruminantes por ser considerada uma fonte de gordura ruminalmente inerte (HARVATINE e ALLEN, 2006), desta forma, os ácidos graxos insaturados poderiam ser absorvidos e depositados no tecido muscular. Em relação às fontes comerciais de gorduras ruminalmente inertes a venda, o Megalac-E® é um produto feito a partir de óleo vegetal (óleo de soja) que passa por um processo de saponificação (sais de cálcio) para proteção dos ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa. Deve-se, todavia, ter precaução ao avaliar essas fontes protegidas,

pois alguns autores, como Klusmeyer e Clark (1991), sugeriram proteção parcial dos sais de cálcio, pois a biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos C18 insaturados foi de aproximadamente 33%.

Estudos tem demonstrado que o glicerol inibe a lipólise ruminal dos ácidos graxos (KRUEGER et al., 2010; EDWARDS et al., 2012), desta forma a inclusão de ácidos graxos insaturados, fontes lipídicas como o óleo de soja, em dietas contendo glicerol haveriam menores taxas de lipólise e biohidrogenação, assim uma maior passagem de tais ácidos para incorporação em produtos cárneos, alterando o perfil de ácidos graxos da carne para um alimento mais saudável. O incremento desses ácidos graxos na carne tem sido associado com o aumento do colesterol bom, o HDL, nas concentrações plasmáticas dos humanos (GILMORE et al., 2011).

O consumo de gordura trans é frequentemente associado a um consumo de gordura prejudicial à saúde, porém não são considerados os efeitos benéficos do ácido linoleico conjugado (CLA), eficiente na atividade anticarcinogênica, combate a diabetes, aterosclerose (KELLEY et al., 2010) e redutor da gordura corporal (RACINE et al., 2010). A principal fonte natural desse ácido graxo são os produtos originados de animais ruminantes devido seus processos de biohidrogenação ruminal. O ácido graxo precursor do CLA no rúmen é o ácido linoleico (C18:2), que até ser saturado a ácido esteárico (C18:0) passa pelos intermediários CLA e ácido vaccênico (C18:1 t11), este último podendo retornar a CLA no músculo através da ação da enzima delta-9-dessaturase (Δ^9 C18), que possui alta atividade em ruminantes. Com a suplementação de fontes lipídicas que contenham maiores quantidades de ácido linoleico, pode ocorrer maior escape ruminal dos intermediários da biohidrogenação, dessa forma aumentando o teor de CLA nos produtos finais.

Em 2012, Fiorentini et al. avaliaram as características qualitativas da carcaça de novilhas confinadas, alimentadas com diferentes fontes de suplementação lipídica (soja grão, óleo de soja e gordura protegida) ao nível de 5,8% de extrato etéreo na dieta. Os resultados demonstraram que os animais que receberam gordura protegida e óleo de soja apresentaram carne com melhor textura e aceitação global do que os alimentados com soja grão. Quanto o perfil de ácidos graxos no músculo *Longissimus* o tratamento com gordura protegida apresentou

menores concentrações de ácido linoleico e linolênico, ácidos estes considerados de grande importância na saúde humana.

Outro fator de grande importância e que necessita ser estudado é a produção de metano entérico. A quantidade de H₂ disponível no rúmen e passível de ser transformada em metano a partir dos microrganismos metanogênicos depende da proporção dos principais ácidos graxos de cadeia curta produzidos no rúmen, que são o acetato, butirato e propionato. Durante a formação do ácido acético e butírico ocorre liberação de H₂ enquanto a formação de ácido propiônico envolve o consumo de H₂. Diante disso, animais alimentados com dietas que proporcionam maior produção de propionato no rúmen, tendem a apresentar menor produção de metano como reportado por Pedreira et al. (2004).

Conforme revisão realizada por Moraes et al. (2006), a redução na metanogênese deve-se ao efeito tóxico dos ácidos graxos livres nos microrganismos metanogênicos e protozoários, a diminuição do consumo pela maior densidade energética, pela redução da fermentação ruminal da matéria orgânica e da fibra, ao aumento do propionato e também, pela transferência do hidrogênio livre para a rota da biohidrogenação, diminuindo a disponibilidade de hidrogênio para síntese de metano. A adição de gorduras na dieta pode reduzir as emissões de metano (JOHNSON e JOHNSON, 1994). Estudos atuais mostram que a adição de altos níveis de gordura na suplementação para rações animais podem causar substancial redução nas emissões de metano (ou seja, > 20%) (DOHME et al., 2001; IVAN et al., 2004; MCGINN et al., 2004; VALINOTE et al., 2007). Segundo Grainger e Beauchemin, (2011) a adição de 10 g de gordura por kg de matéria seca na dieta reduz a emissão de metano em 1 g por quilo de matéria seca ingerida em bovinos. Desta forma a combinação de glicerina bruta e fontes lipídicas tem grande potencial em promover impactos na produção de metano sendo, portanto, necessários pesquisar tais fatos.

4. Objetivos

O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito associativo entre diferentes fontes lipídicas e glicerina bruta (10% na matéria seca total) na alimentação de tourinhos Nelore sobre: o desempenho, produção de metano, características da

carcaça, qualidade da carne e do perfil de ácidos graxos.

5. Referências Bibliográficas

ARCURI, P. B.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. Microbiologia do rúmen. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011, p.61-82.

Associação Nacional dos Confinadores (ASSOCON). **Levantamento da Assocon sobre o sistema de produção em confinamento no Brasil**, 2012, Disponível em: <http://www.assocon.com.br/wordpress/wp-content/uploads/2012/12/Levantamento-sobre-Confinamento-ASSOCON-2012.pdf>. Acesso em: 21 set. 2012.

BASSI, M. S.; LADEIRA, M. M.; CHIZZOTTI, M. L.; CHIZZOTTI, F. H. M.; OLIVEIRA, D. M.; MACHADO, O. R. N.; CARVALHO, J. R. R.; NOGUEIRA, A. A. N. Grãos de oleaginosas na alimentação de novilhos zebuínos: consumo, digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.353-359, 2012.

CEPEA/ESALQ. Centro de estudos avançados em economia aplicada, AGROMENSAL, Dezembro, 2012. Disponível em: http://cepea.esalq.usp.br/agromensal/2012/12_dezembro/Soja.htm. Acessado em: 11 jan. 2013.

DOHME, F.; MACHMÜLLER, A.; WASSERFALLEN, A.; KREUZER, M. Ruminant methanogenesis as influenced by individual fatty acids supplemented to complete ruminant diets. **Letters in Applied Microbiology**. v.32, p. 47–51, 2001.

DONKIN, S. S.; DOANE, P. Glycerol as a feed ingredient in dairy rations. In: Tri-state Dairy Nutrition Conference, 2007, Fort Wayne, Indiana, 2007.

EDWARDS, H. D.; ANDERSON, R. C.; MILLER, R. K.; TAYLOR, T. M.; HARDIN, M. D.; SMITH, S. B.; KRUEGER, N. A.; NISBET, D. J. Glycerol inhibition of ruminal lipolysis in vitro. **Journal of Dairy Science**. v. 95, p. 5176-5181, 2012.

EUGENEA, M.; MARTINA,C.; MIALONA, M.M.; KRAUSSB, D.; RENANDC, G.; DOREAU, M. Dietary linseed and starch supplementation decreases methane production of fattening bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 166–167, p. 330-337, 2011.

EVANS, H.L.; WIEGAND, B.R.; KERLEY, M.S.; PORTER, J. H.; ROBERTS, K. S.; VERSEMANN, B. A. Characterization of meat quality and lipid profile from steers fed crude glycerol. **Journal of Animal Science**, v.86, E-Suppl. 2, p.40, 2008.

FIORENTINI, G.; BERCHIELLI, T. T.; SANTANA, M. C. A.; DIAN, P. H. M.; REIS, R. A.; SAMPAIO, A. M. M.; BIEHL, M. V. Qualitative characteristics of meat from confined crossbred heifers fed with lipid sources. **Scientia Agricola**, v.69, n.5, p.336-444, 2012.

GILMORE, L. A.; WALZEM, R. L.; CROUSE, S. F.; SMITH, D. R.; ADAMS, T. H.; VAIDYANATHAN, V.; CAO, X.; SMITH, S. B. Consumption of high oleic acid ground beef increases HDL-Cholesterol concentration but both high High- and Low-Oleic acid ground beef decrease HDL particle diameter in normocholesterolemic men. **The Journal of Nutrition**. v. 141, p. 1188-1194, 2011.

GULATI, S.K.; ASHES, J.R.; SCOTT, T.W. In vitro assessment of fat supplements for ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 64, 127–132, 1997.

HARVATINE, K.J.; ALLEN, M.S. Fat supplements affect fractional rates of ruminal fatty acid biohydrogenation and passage in dairy cows. **Journal of Nutrition**, v.136, p.677-685, 2006.

HESS, B.W.; MOSS, G.E.; HULE, D.C. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, v.86, suplemento 14, p.188-204, 2008.

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

IVAN, M.; MIR, P. S.; MIR, Z.; ENTZ, T.; HE, M. L.; MCALLISTER, T. A. Effects of dietary sunflower seeds on rumen protozoa and growth of lambs. **British Journal of Nutrition**. v.92: p.303–310. 2004.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a SF6 tracer technique. **Environmental Science and Technology**, v.28, p.359-362, 1994.

KELLEY, N.S.; HUBBARD, N.E.; ERICKSON, K.L. Alteration of Human Body Composition and Tumorigenesis by Isomers of Conjugated Linoleic Acid In: Modern dietary fat intakes in disease promotion. **Nutrition and Health**, v.2, p.121-131, 2010

KERR, B.J.; DOZIER, W.A.; BREGENDAHL, K. Nutrition value of crude glycerin for non ruminants. In: Annual Carolina Swine Nutrition Conference, 23., 2007, Raleigh, North Carolina. **Proceedings...**Raleigh, 2007. p.6.

KLUSMEYER, T.H.; CLARK, J.H. Effects of dietary fat and protein on fatty acid flow to the duodenum and in milk produced by dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3055-3067, 1991. 15

KREHBIEL, C.R. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science**, v.86, p.392, (E-Suppl.2), 2008.

KRUEGER, N.A.; ANDERSON, R.C.; TEDESCHI, T.R.; CALLAWAY, T. R.; EDRINGTON, T. S.; NISBET, D. J. Evaluation of feeding glycerol on free-fatty acid production and fermentation kinetics of mixed ruminal microbes in vitro. **Bioresource Technology**, v.101, p.8469-8472, 2010.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L. G. R.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. S.; DETMANN, E.; SOUZA, N. K. P.; LIMA, J. C. M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.9, p.1012-1020, 2010.

LEE, G. J.; WU, X.; SHANNON, J. G.; SLEPER, D. A.; NGUYEN, H. T. Soybean: in genome mapping and molecular breeding in plants. **Oilseeds**, Berlin: Springer-Verlag, 2007. In: KOLE, C. (Ed.), v. 2.

LEE, M.R.F.; CABIDDU, A.; HOU, F.; NIDERKORN, V.; KIM, E. J.; FYCHAN, R. & SCOLLAN, N.D.; In vitro rumen simulated (RUSITEC) metabolism of freshly cut or wilted grasses with contrasting polyphenol oxidase activities. **Grass and Forage Science**, v.66, p. 196–205, 2011.

LOPES, M. A.; MAGALHÃES, G. P. Análise da rentabilidade da terminação de bovinos de corte em condições de confinamento: um estudo de caso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. V.57, n.3, p.374-379, 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**, v.87, p.632-638, 2009.

MCGINN, S. M.; BEAUCHEMIN, K. A.; COATES, T.; COLOMBATTO, D.; Methane emissions from beef cattle: Effects of monensin, sunflower oil, enzymes, yeast, and fumaric acid. **Journal of Animal Science**. v.82: p.3346–3356. 2004.

MARTIN, C.; ROUEL, J.; JOUANY, J.P.;DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. **Journal of Animal Science**, v.86, p.2642–2650, 2008.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011., p. 565-600.

PEDREIRA, M.S. **Estimativa da produção de metano de origem ruminal por bovinos tendo como base a utilização de alimentos volumosos: utilização da metodologia do gás traçador hexafluoreto de enxofre**. 2004. 136p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

RACINE, N.M.; WATRAS, A.C.; CARREL, A.L.; ALLEN, D.B.; MCVEAN, J.J.; CLARK, R.R.; O'BRIE, A.R.; O'SHEA, M.; SCOTT, C.E.; SCHOELLER, D.A. Effect of conjugated linoleic acid on body fat accretion in overweight or obese children. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.91, p. 1157-1164, 2010.

ROGER, V.; FONTY, G.; ANDRE, C.; GOUET, P. Effects of glycerol on the growth, adhesion and cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. **Current Microbiology**, v.25, p.197-201, 1992.

SAN VITO, E. **Glicerina Bruta na Alimentação de Vacas Leiteiras**. Viçosa, MG: UFV, 2010. 31p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2010.

SCHOONMAKER, J.P.; FLUHARTY, F.L.; LOERCH, S.C. Effect of source and amount of energy and rate of growth in the growing phase on adipocyte cellularity and lipogenic enzyme activity in the intramuscular and subcutaneous fat depots of Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v.82, n.1, p.137-148, 2004.

SILVA, D. A. V.; VAN CLEEF. H. C. B.; EZEQUIEL, J. M. B.; D'ÁUREA, A. P.; FÁVARO, V. R. Glicerina bruta na dieta de bovinos de corte confinados: efeito sobre o hemograma. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 49, n. 3, p. 202-209, 2012.

SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K.H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets of ruminants. Institute of Animal Nutrition, Physiology and Metabolism, University of Kiel, Germany. <http://regional.org.au/au/gcirc/1/241.htm>. Accessed in December, 2009.

TILMAN, D.; BALZER, C.; HILL, J.; BEFORT, B. L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **PNAS**, v. 108, n. 50, 2011. Disponível em: < www.pnas.org/lookup/suppl/doi:10.1073/pnas.1116437108/-/DCSupplemental>.

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

UNITED NATIONS: Seven billion and growing: The role of population policy in achieving sustainability. Technical Paper No:2011/3, 2011. 44 p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). **World agricultural production**, Circular Series, WAP 2-13, 2013.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Comstock, 1994. 476p.

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, 583p.

VALINOTE, A.C. **Monensina e levedura em dietas com óleo fornecidas a touros nelores em terminação**. 2007. 71p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2007.

VERSEMANN, B.A.; WIEGAND, B.R.; KERLEY, M.S.; PORTER, H.; ROBERTS, K. S.; EVANS, H. L. Dietary inclusion of crude glycerol changes beef steer growth performance and intramuscular fat deposition. **Journal of Animal Science**, v.86, E-Suppl.2, p.478, 2008.

ZINN, R.A.; JORQUERA, A.P. Feed value of supplemental fats used in feedlot cattle diets. **Veterinary Clinics Food Animal**, v.23, p.247-268, 2007.

CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO E PRODUÇÃO DE METANO DE TOURINHOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO, ALIMENTADOS COM FONTES LIPÍDICAS ASSOCIADAS À GLICERINA BRUTA

1. Introdução

Com a adoção da resolução nº 2/2009 em 1º de julho de 2009, estabelecida pelo Conselho Nacional de Política Energética, o óleo diesel comercializado em todo o Brasil, deverá conter obrigatoriamente, 4% de biodiesel. Assim, está havendo um aumento na produção de biodiesel e conseqüentemente de glicerina bruta, pois esta representa aproximadamente 10% do peso do óleo ou gordura utilizados para produção de biodiesel (DASARI et al., 2005).

Segundo Mach et al. (2009) a glicerina bruta poderia ser incluída em dietas de ruminantes como um ingrediente energético e substituir outros ingredientes utilizados na alimentação como os cereais. O glicerol é fermentado principalmente a propionato no rúmen (TRABUE et al., 2007), causando decréscimo na relação acetato:propionato (LEE et al., 2011). Pesquisas tem demonstrado que essa inclusão pode ser realizada em até 10% da matéria seca da dieta total, sem prejuízos ao consumo, desempenho e deposição de gordura nos animais (VERSEMANN et al., 2008; SCHRODER e SUDEKUM, 2009), porém a associação da glicerina com demais ingredientes das dietas de ruminantes, como os lipídios não é conhecida.

A utilização lipídica permite adensar a energia da dieta e vem crescendo nas últimas décadas devido o maior conhecimento do uso de suas fontes (ZINN e JORQUERA, 2007). O óleo proveniente do grão de soja é rico em ácidos graxos insaturados, aproximadamente 85%, sendo principalmente constituído de oleico, linoleico e linolênico (LEE et al., 2007). A alta quantidade ou disponibilidade ruminal desses ácidos pode interferir na fermentação ruminal, causando efeitos adversos quanto a digestibilidade e consumo de nutrientes (MARTIN et al. 2008; EUGÈNEA et al. 2011) além de ação deletéria sobre os microrganismos metanogênicos, protozoários e consumo de H₂ pelo processo de biohidrogenação, o que poderia contribuir para a diminuição da produção de metano dos animais (JOHNSON e JOHNSON 1994; MacMÜLLER et al., 1998). Diversos estudos relatam reduções na

emissão de metano superiores a 20% com inclusão de lipídios as dietas (DOHME et al.,2001; IVAN et al., 2004; JORDAN et al. 2006; MARTIN et al. 2008; MCGINN et al.,2004; VALINOTE et al.,2006). Desta forma a inclusão de glicerina e fontes lipídicas na dieta pode causar impactos significativos sobre a produção de metano dos animais. Diante do exposto, esse estudo foi conduzido para avaliar o efeito associativo entre diferentes fontes lipídicas e glicerina bruta (10% na matéria seca) na alimentação de tourinhos de corte sobre o consumo de matéria seca e nutrientes, a digestibilidade da matéria seca e nutrientes e emissão de metano

2. Material e Métodos

2.1 Local e condições experimentais

O experimento foi conduzido nas instalações do Confinamento Experimental no Setor de Forragicultura e Pastagens pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista em Jaboticabal, São Paulo.

Foram utilizados 40 tourinhos não castrados da raça Nelore com peso médio inicial de $426 \pm 30,2$ kg, aproximadamente 24 meses de idade e espessura de gordura subcutânea inicial mensurada por ultrassonografia de $3,6 \pm 1,0$ mm. Os animais provinham de um confinamento particular, onde permaneceram por 70 dias confinados em baias coletivas antes de serem transportados ao local do experimento. Inicialmente, os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas pela administração de ivermectina (IVOMECA®), durante o período experimental os animais foram mantidos em baias individuais de 8 m² (4x2m), contendo cocho e bebedouro de concreto. Foi obedecido um período de 28 dias para adaptações às dietas e instalações, após este período foram confinados por 84 dias (3 períodos de 28 dias). Os animais foram pesados no início e no final do período experimental, após jejum de sólidos de 16 horas.

2.2 Dietas experimentais

As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas, de acordo com Valadares Filho et al. (2006) de forma a atender as exigências nutricionais de bovinos Nelore não-castrados, de peso médio inicial de 400 kg com ganho médio

diário de 1,25 kg/dia. O volumoso foi constituído de silagem de milho e o concentrado à base de milho moído, farelo de soja, glicerina bruta (80% de glicerol), ureia, suplemento mineral e as fontes lipídicas: óleo de soja, soja grão ou gordura inerte.

As dietas utilizadas foram: dieta controle, com 10% de glicerina bruta na matéria seca, sem adição lipídica (SL); dieta com 10% de glicerina bruta na matéria seca e adição de óleo de soja (OS); dieta com 10% de glicerina bruta na matéria seca e adição de grão de soja (SG) e dieta com 10% de glicerina bruta na matéria seca e adição de gordura inerte (GI). A dieta SL continha 4,6% de extrato etéreo (EE) e as demais com suplementação lipídica de 1,6%, totalizando 6,2% de EE na dieta total. As quatro dietas foram avaliadas em relação volumoso e concentrado de 30:70 na matéria seca. Os ingredientes do concentrado foram moídos em moinho de martelo munido de peneira com crivos de 5 mm, exceto a soja grão, que foi fornecida inteira. A proporção dos ingredientes nos concentrados e a composição química-bromatológica das dietas, encontram-se na Tabela 1.

A dieta foi fornecida duas vezes ao dia (8h00 e 16h00) e a quantidade de alimento oferecida ajustada diariamente, a partir do consumo observado no dia anterior mantendo as sobras em torno de 10% do fornecido, caracterizando consumo *ad libitum*.

2.3 Amostragens

Os ingredientes do concentrado foram amostrados uma vez a cada período, o volumoso coletado semanalmente e as sobras foram pesadas diariamente por animal, e amostradas duas vezes por semana. Após o término de cada período experimental, as amostras foram descongeladas e agrupadas por animal e por período. Amostras compostas de sobras e do volumoso foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm.

Amostras de fezes de cada animal foram coletadas no terço final de cada período, diretamente no piso das baias, imediatamente após a defecação, em três dias consecutivos, sendo que no primeiro dia a coleta ocorreu na parte da manhã (entre 7h00 e 8h00), no segundo por volta de 12h00 e no terceiro dia na parte da tarde (entre

16h00 e 17h00). As fezes, devidamente identificadas, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por cerca de 72 horas e moídas em moinho com peneira de 1mm. A partir das três amostras moídas de fezes, obteve-se, proporcionalmente, uma amostra composta, com base no peso seco ao ar.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes em porcentagem da matéria seca e composição química das dietas experimentais.

INGREDIENTES	Dietas ¹			
	SL	OS	SG	GI
Silagem de milho	30,00	30,00	30,00	30,00
Glicerina Bruta	10,00	10,00	10,00	10,00
Milho moído	47,89	45,71	46,48	45,40
Farelo de soja	8,11	8,56	-	8,63
Óleo de soja	-	1,73	-	-
Soja Grão	-	-	9,52	-
Gordura inerte	-	-	-	1,97
Ureia	1,00	1,00	1,00	1,00
Suplemento mineral ²	3,00	3,00	3,00	3,00
Fração Nutricional	Composição Química			
Matéria seca	61,9	62,0	62,0	62,0
Matéria Orgânica	95,4	95,5	95,6	94,5
Proteína Bruta	16,0	16,0	16,1	16,4
FDN _{cp} ³	29,3	28,6	29,6	28,6
Extrato Etéreo	4,6	6,2	6,2	6,2
NDT ⁴	71,9	75,8	73,0	75,4

¹ SL – dieta sem adição de fonte lipídica; OS - concentrado com adição de óleo de soja como fonte lipídica; SG - concentrado com adição de soja grão como fonte lipídica; GI - concentrado com adição de gordura inerte (Megalac-E®) como fonte lipídica; ² Composição do produto (Cálcio: 210 g; Fósforo: 20 g; Enxofre: 37 g; Sódio: 80 g; Cobre: 490 mg; Manganês: 1.424 mg; Zinco: 1.830 mg; Iodo: 36 mg; Cobalto: 29 mg; Selênio: 9 mg; Flúor (máx.): 333 mg; ³Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; ⁴Nutrientes digestíveis totais reais

2.4 Ensaios de digestibilidade

A excreção de matéria seca fecal foi estimada a partir da técnica de indicador interno (COCHRAN et al., 1986), sendo a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) o indicador adotado. Os teores de FDNi das amostras de fezes, bem como de alimentos (volumosos e ingredientes do concentrado) e das sobras foram obtidos após incubação *in situ* por 240 horas, conforme recomendado por Casali et al. (2008).

2.5 Análises químicas

O teor de matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) das amostras de silagem de milho, concentrados, sobras e fezes foram determinados de acordo com AOAC (1995) descrita por Silva e Queiroz (2002). O teor de nitrogênio (N) das amostras foi obtido pelo método de combustão de Dumas, utilizando-se analisador de N tipo LECO FP-528 LC, seguindo o procedimento descrito por Etheridge et al. (1998). A energia bruta (EB) foi obtida pela combustão das amostras em bomba calorimétrica adiabática (PARR Instruments). A fibra em detergente neutro (FDN) foi determinada conforme Van Soest et al. (1991), com uso de alfa-amilase termoestável, porém sem adicionar sulfito, e utilizando-se sacos da ANKON (F57) e o aparelho ANKON 200 (Ankom Technology Corp., Fairport, NY, USA), permitindo desta forma estimar a ingestão de nutrientes pelos animais.

2.6 Emissão de metano

Na avaliação da produção de metano entérico foram selecionados 24 animais (seis por tratamento) devido a características de docilidade, dentre os animais utilizados nas avaliações de desempenho. A produção de CH₄ ruminal foi mensurada utilizando a técnica do gás traçador, hexafluoreto de enxofre a cada 24 horas durante 5 dias consecutivos, precedido de período de adaptação de acordo com o método descrito por Johnson e Johnson (1995). O fluxo de CH₄ liberado pelo animal foi calculado em relação ao fluxo de SF₆, correlacionando os resultados à taxa conhecida de liberação do traçador no rúmen, subtraído das concentrações basais de CH₄ (WESTBERG et al., 1998):

$$Q_{CH_4} = Q_{SF_6} * ([CH_4]_Y - [CH_4]_B) / [SF_6]$$

onde, Q_{CH_4} = taxa de emissão de metano pelo animal; Q_{SF_6} = taxa conhecida de emissão de SF₆; $[CH_4]_Y$ = concentração de metano na canga; $[CH_4]_B$ = concentração de metano no branco e $[SF_6]$ = concentração de hexafluoreto de enxofre na canga.

Tal procedimento foi realizado após o período experimental, a fim de não interferir nas avaliações de consumo e desempenho. A partir dos dados primários foram calculadas as emissões de CH₄: em gramas de metano por dia (gCH₄/dia), quilos de metano por ano (KgCH₄/ano), gramas de metano por dia por quilo de peso

vivo metabólico ($\text{gCH}_4/\text{dia}/\text{KgPV}^{0,75}$), gramas de metano por quilo de ganho de peso médio diário ($\text{gCH}_4/\text{KgGMD}$), gramas de metano por quilo de matéria seca ingerida ($\text{gCH}_4/\text{KgIMS}$), gramas de metano por quilo de matéria orgânica ingerida ($\text{gCH}_4/\text{KgIMO}$) e percentagem da energia bruta ingerida convertida em metano (%EBI).

2.7 Estatística e delineamento experimental

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente casualizado, composto por 40 animais, quatro tratamentos e dez repetições para avaliações de consumo, ganho de peso e digestibilidade. Na mensuração de metano foram 24 animais, sendo quatro tratamentos e seis repetições. Os cálculos estatísticos foram realizados através dos procedimentos GLM do programa estatístico SAS na versão 9.0, e as médias comparadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade. No cálculo das variáveis, empregou-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Em que: Y_{ij} = observação do animal j submetido ao tratamento i ; μ = constante geral; t_i = efeito do tratamento i ; $i = 1; \dots; 4$; e e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} .

3. Resultados

Os tratamentos avaliados influenciaram as ingestões de matéria seca (IMS; $P=0,009$), matéria orgânica (IMO; $P=0,009$), proteína bruta (IPB; $P=0,009$) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (IFDNcp; $P=0,009$), expressas em kg de MS/dia e % do peso corporal (PC). Animais que receberam óleo de soja (OS) apresentaram valores superiores de ingestão de MS, MO, PB e FDNcp ($P<0,05$, em kg de MS/dia e %PC) comparados aos animais do tratamento controle, sem adição de fonte lipídica (SL), porém os demais tratamentos com adição de soja grão (SG) e gordura inerte (GI) apresentaram valores de ingestão de MS, MO, PB e FDNcp (kg de MS/dia e %PC), semelhantes ($P>0,05$) aos tratamentos SL e OS (Tabela 2).

A inclusão de lipídios as dietas não influenciou os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS; $P=0,065$), matéria orgânica (CDMO; $P=0,157$) e da proteína bruta (CDPB; $P=0,568$). A digestibilidade do FDNcp

foi reduzida ($P=0,009$) quando incluído óleo de soja em relação aos tratamentos controle e o tratamento com inclusão de gordura inerte. A adição de soja grão proporcionou coeficiente de digestibilidade da FDNcp semelhante ($P>0,05$) entre as demais dietas (Tabela 3).

Tabela 2. Ingestão de matéria seca (IMS), de matéria orgânica (IMO), de proteína bruta (IPB), de FDNcp (IFDNcp) e de extrato etéreo (IEE) expressa em kg MS/dia e em % do peso corporal de tourinhos Nelore terminados em confinamento recebendo diferentes fontes lipídicas.

Variáveis	Dietas ¹				EPM ²	Valor-P ³
	SL	OS	SG	GI		
<i>Ingestão kg MS/dia</i>						
IMS	6,57b	8,80a	7,65ab	7,72ab	0,434	0,009
IMO	6,14b	8,22a	7,15ab	7,19ab	0,405	0,009
IPB	1,07b	1,43a	1,26ab	1,24ab	0,070	0,009
IFDNcp	2,14b	2,72a	2,42ab	2,38ab	0,133	0,029
IEE	0,34b	0,60a	0,51a	0,56a	0,028	<0,001
<i>Ingestão %PC</i>						
IMS	1,34b	1,80a	1,56ab	1,58ab	0,089	0,009
IMO	1,26b	1,68a	1,46ab	1,47ab	0,083	0,009
IPB	0,22b	0,29a	0,26ab	0,25ab	0,014	0,009
IFDNcp	0,44b	0,56a	0,49ab	0,48ab	0,027	0,026

¹ SL – dieta sem adição de fonte lipídica; OS - concentrado com adição de óleo de soja como fonte lipídica; SG - concentrado com adição de soja grão como fonte lipídica; GI - concentrado com adição de gordura inerte (Megalac-E®) como fonte lipídica; ² Erro padrão da média; ³ Probabilidade; ^{a,b} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Animais que receberam óleo de soja apresentaram peso superior ($P<0,001$) ao final do experimento comparado aos demais tratamentos. Da mesma forma, o tratamento com óleo de soja proporcionou ganhos médios diários de peso superiores ($P=0,005$) que os tratamentos SL, SG e GI. Os animais com óleo de soja na alimentação apresentaram ($P=0,028$) melhor eficiência alimentar que os demais tratamentos (Tabela 4).

A emissão de metano entérico, expressa em gramas de metano por dia (gCH_4/dia), quilos de metano por ano (KgCH_4/ano), gramas de metano por dia por quilo de peso vivo metabólico ($\text{gCH}_4/\text{dia}/\text{KgPV}^{0,75}$), gramas de metano por quilo de ganho de peso médio diário ($\text{gCH}_4/\text{KgGMD}$), gramas de metano por quilo de matéria seca ingerida ($\text{gCH}_4/\text{KgIMS}$), gramas de metano por quilo de matéria orgânica

ingerida (gCH₄/KgIMO) e porcentagem da Energia Bruta ingerida convertida em metano CH₄ (%EBI), não diferiram estatisticamente (P>0,05) entre os tratamentos estudados (Tabela 5).

Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS), de matéria orgânica (CDMO), da proteína bruta (CDPB), do FDNcp (CDFDNcp) e do extrato etéreo (CDEE) expressas em porcentagem, de tourinhos Nelore terminados em confinamento recebendo diferentes fontes lipídicas.

Digestibilidade	Dietas ¹				EPM ²	Valor-P ³
	SL	OS	SG	GI		
CDMS	73,00	74,20	72,22	75,10	0,008	0,065
CDMO	75,10	76,00	74,44	77,10	0,008	0,157
CDPB	69,90	71,80	70,66	70,20	0,010	0,568
CDFDNcp	69,00a	65,30b	66,22ab	69,30a	0,009	0,009
CDEE	91,67	93,67	92,44	92,50	0,009	0,460

¹ SL – dieta sem adição de fonte lipídica; OS - concentrado com adição de óleo de soja como fonte lipídica; SG - concentrado com adição de soja grão como fonte lipídica; GI - concentrado com adição de gordura inerte (Megalac-E®) como fonte lipídica; ² Erro padrão da média; ³ Probabilidade; ^{a,b} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 4. Peso inicial, final, ganho médio diário (GMD) e eficiência alimentar (EA, kg GMD/kg MS) de tourinhos Nelore terminados em confinamento recebendo diferentes fontes lipídicas.

Variáveis	Dietas ¹				EPM ²	Valor - P ³
	SL	OS	SG	GI		
Peso inicial (kg)	421,20	427,20	426,66	434,40	9,790	0,815
Peso final (kg)	491,20b	532,11a	496,61b	495,22b	13,996	<0,001
GMD (kg/dia)	0,76b	1,25a	0,82b	0,81b	0,098	0,005
EA	0,107b	0,142a	0,107b	0,106b	0,010	0,028

¹ SL – dieta sem adição de fonte lipídica; OS - concentrado com adição de óleo de soja como fonte lipídica; SG - concentrado com adição de soja grão como fonte lipídica; GI - concentrado com adição de gordura inerte (Megalac-E®) como fonte lipídica; ² Erro padrão da média; ³ Probabilidade; ^{a,b} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5%.

4. Discussão

4.1 Consumo, digestibilidade e desempenho

No presente estudo, a proporção de concentrado na dieta ultrapassa os 70%. Segundo Antunes, Rodriguez e Saliba (2011), carboidratos não estruturais são rapidamente fermentados no rúmen aumentando as taxas de produção de ácidos graxos de cadeia curta. Esses autores também relatam que a proporção molar dos ácidos graxos de cadeia curta no rúmen é influenciada nessas situações, diminuindo

a relação acetato:propionato, devido ao aumento na concentração de propionato, o qual atua na depressão do consumo de alimentos de forma mais intensa que acetato ou butirato (REIS e SILVA, 2011; SILVA, 2011).

Tabela 5. Produção de metano entérico expressa em gramas de metano por dia (gCH_4/dia), quilos de metano por ano (KgCH_4/ano), gramas de metano por dia por quilo de peso vivo metabólico ($\text{gCH}_4/\text{dia}/\text{KgPV}^{0,75}$), gramas de metano por quilo de ganho de peso médio diário ($\text{gCH}_4/\text{KgGMD}$), gramas de metano por quilo de matéria seca ingerida ($\text{gCH}_4/\text{KgIMS}$), gramas de metano por quilo de matéria orgânica ingerida ($\text{gCH}_4/\text{KgIMO}$) e % da Energia Bruta ingerida convertida em metano (%EBI).

Variáveis	Dietas ¹				EPM ²	Valor-P ³
	SL	OS	SG	GI		
gCH_4/dia	133,32	137,25	135,53	109,26	17,865	0,698
KgCH_4/ano	48,66	50,09	49,47	39,88	6,520	0,698
$\text{gCH}_4/\text{dia}/\text{KgPV}^{0,75}$	1,23	1,23	1,27	0,98	0,142	0,536
$\text{gCH}_4/\text{KgGMD}$	157,23	109,88	183,91	150,73	21,289	0,131
$\text{gCH}_4/\text{KgIMS}$	20,76	16,03	18,32	18,20	1,939	0,398
$\text{gCH}_4/\text{KgIMO}$	22,21	17,14	19,59	19,46	2,254	0,398
CH_4 (%EBI)	11,49	8,07	9,02	9,39	1,214	0,255

¹ SL – dieta sem adição de fonte lipídica; OS - concentrado com adição de óleo de soja como fonte lipídica; SG - concentrado com adição de soja grão como fonte lipídica; GI - concentrado com adição de gordura inerte (Megalac-E®) como fonte lipídica; ²Erro padrão da média; ³Probabilidade; ^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Outro fator agravante é a presença de glicerina nas dietas, onde o metabolismo do glicerol no rúmen origina principalmente propionato, o que pode ter contribuído para os baixos valores de consumo de matéria seca e nutrientes no ensaio. Schröder e Südekum (2009) relatam que o pH pós prandial ruminal novilhos recebendo dietas contendo glicerol (10% na MS) decresceu mais pronunciadamente do que na dieta controle, sem adição de glicerol, indicando que a degradação do glicerol ocorre mais rapidamente que a do amido. Também foram observadas maiores proporções ($P < 0,05$) de propionato para as dietas contendo glicerol.

A inclusão lipídica pode ocasionar efeitos adversos à fermentação ruminal. Na dieta OS, os ácidos graxos estavam mais prontamente disponibilizados no rúmen e assim mais passíveis a interação no ambiente ruminal, o que pode ter ocasionado a redução ($P = 0,009$) na digestibilidade da FDN_{cp}, comparado a dieta SL. De acordo com Kozloski (2009), esse efeito é sustentado por duas teorias, uma delas está

associada à propriedade adsorptiva dos ácidos graxos insaturados que, em excesso, formariam uma cobertura de natureza hidrofóbica na célula bacteriana que impediria o metabolismo ou a adesão às partículas de alimento. A outra teoria (mais aceita na atualidade) propõe a existência de um efeito tóxico direto em que esses ácidos graxos incorporam-se à membrana bacteriana e mudam sua fluidicidade e permeabilidade. Níveis mais elevados de lipídios poderiam ser utilizados sem efeitos deletérios na forma de gordura saturada ou protegida. O que sustenta os resultados encontrados no presente estudo, onde SG, que apresentam a proteção do grão, diminuindo a liberação dos triglicerídeos presentes no interior das células (TAMMINGA e DOREAU, 1991; DOREAU e FERLAY, 1995) e GI, onde os triglicerídeos são parcialmente protegidos dos efeitos ruminais pelo processo de saponificação, não diferiram ($P>0,05$) ao tratamento SL em relação a digestibilidade dos nutrientes.

Alterações na digestibilidade da fibra parecem afetar mais o consumo em dietas com altas proporções de fibra, onde uma maior retenção dessa porção no rúmen poderia acarretar em menores taxas de passagens totais e influenciar no consumo. Jordan et al. (2006) utilizando suplementação lipídica superior a 6% de EE em dietas de alto grão com adição de soja grão ou óleo de soja refinado, em touros jovens, constataram um consumo de matéria seca semelhante ($P>0,05$) entre a dieta controle e a suplementada com óleo de soja. Os autores justificam a ausência de efeitos deletérios ao consumo a pequena porção de volumoso nas dietas (< de 12%). De outra forma, os menores CDFDNcp aqui encontrados, parecem ter contribuído para o incremento no consumo dos animais do tratamento OS. Uma maior retenção do material fibroso e uma atuação deprimida dos microrganismos fibrolíticos, pode ter estimulado a ruminação desse material, aumentando a produção de saliva a assim diminuindo os efeitos deletérios da alta presença de propionato na depressão do consumo.

Estudando novilhos zebuínos recebendo dietas com inclusão de diferentes grãos de oleaginosas (algodão, soja e linhaça), ao nível de 6% de EE na matéria seca, Bassi et al. (2012), constataram maior ingestão de matéria seca nos animais que receberam a dieta controle, sem lipídeos adicionais, sendo 8,7 kg de MS/dia ou

1,79% do PV, resultado semelhante aos encontrados no presente estudo nos animais suplementados com óleo de soja.

Tais fatos e interações aqui relatadas, em condições de baixa proporção de fibra de forragem e a presença de glicerina, permitiram que a inclusão de óleo de soja proporcionasse ingestões superiores de nutrientes em relação ao tratamento controle, permitindo assim os maiores ($P < 0,05$) GMD e EA dos animais do tratamento OS. A inclusão lipídica em dietas de ruminantes é muito variável na literatura e os resultados são dependentes da categoria animal estudada, nível e forma de suplementação utilizada. Em extensa revisão nos artigos publicados no *Journal of Animal Science*, entre 1996 a 2007, Hess et al. (2008) recomendam adição de até 2% de EE nas dietas de alta forragem e mais de 6% de gordura suplementar nas dietas de alto concentrado, sem efeitos deletérios na utilização dos componentes das dietas, sendo esse valor (mais de 6% suplementar) recomendado bem além do praticado no presente estudo.

4.2 Emissão de metano

As inclusões lipídicas praticadas no presente estudo não foram eficientes em reduzir as emissões de metano entérico pelos animais em relação ao tratamento controle para as diferentes variáveis calculadas. A emissão média calculada de todos os animais avaliados foi de 47,02 kg de CH_4 /ano. Lima et al. (2007; citados por CEDEBERG et al. 2009), relatam que a emissão média de touros Nelore acima de 500 kg na região sudeste do Brasil (descrição semelhante a dos animais avaliados no presente estudo) é de 69,7 kg de CH_4 /ano, dessa forma, os animais aqui estudados apresentaram emissões 32,54% menores. O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2006), estima uma produção média de 56 kg/ CH_4 /ano em bovinos machos (450 kg de peso corporal) na América Latina, valor este ainda superior (16%) ao relatado no presente estudo. Tais valores devem ser vistos com cautela, uma vez que em sistema de confinamento, os animais permanecem por um tempo médio de 100 dias em alimentação até sua terminação e abate. O abate desses animais encerra seu período de contribuição às emissões de gases de efeito estufa, tornando injusta a comparação de suas respectivas emissões em base de quilos por ano para fins de inventário.

Quando levamos em consideração o confinamento em bovinocultura de corte, os animais costumam ser abatidos quando atingem uma faixa de peso considerada ideal, dessa forma a dieta OS, com GMD superiores ($P < 0,05$) e emissões semelhantes, permaneceria por menor tempo no sistema até atingir o peso de abate, sendo os animais abatidos com menor tempo de contribuição as emissões de gases de efeito estufa.

A produção de metano semelhante entre as dietas SL, SG e GI, pode ser explicada pelo também semelhante consumo de MS e FDNcp, sendo o último maior precursor do ácido acético, um ácido graxo de cadeia curta que, quando produzido na fermentação ruminal, libera íons de hidrogênio no meio, este um precursor da metanogênese.

A maior presença de ácidos graxos polinsaturados no rúmen, proporcionada pela adição lipídica das dietas, poderia ter influenciado na fermentação ruminal e consequentemente produção de metano pelos animais, pelos fatores já aqui discutidos anteriormente (físico e toxicidade) sobre as bactérias gram-positivas, maiores fermentadoras de fibra e arqueias metanogênicas, tal fato pode ser esclarecido pela baixa disponibilidade dos AGI no rúmen pelas fontes SG e GI, uma recoberta pelo grão e outra protegida pelos sais de cálcio. Além disso, existiria menos AGI disponíveis para a ocorrência da biohidrogenação, que consome de 1 a 2% do H_2 metabólico (CZERKAWSKI, 1972), porém é considerada um dreno do hidrogênio ruminal livre.

Tais fatos não se aplicam ao óleo de soja, haja vista a alta disponibilidade no ambiente ruminal (sem proteções, diferente das demais fontes). Uma possível explicação é que para o acontecimento dos efeitos benéficos (redução) sobre a produção de metano entérico, os AGI provindos das fontes lipídicas devem estar na forma livre, ou seja, os triglicerídeos ingeridos devem ser hidrolisados no ambiente ruminal. Krueger et al. (2010) observaram que o glicerol possivelmente inibe a lipólise, reportando reduções em 48% e 77% no acúmulo de ácidos graxos livres no ambiente ruminal de animais alimentados com 2% ou 20% de glicerol na dieta, quando comparado a dieta controle, assim impedindo a redução na metanogênese pela fonte citada.

Em estudo comparando a mesma fonte lipídica (linhaça) em diferentes formas de fornecimento e disponibilidade ruminal, sendo elas o grão de linhaça, linhaça extrusada e o óleo de linhaça (suplementação lipídica de 4,2, 4,4 e 5,8% de EE, respectivamente) da dieta de vacas holandesas em lactação, Martin et al. (2008) constataram redução progressiva na emissão de metano entérico diária, expressas em gramas de metano por dia, de acordo com a disponibilidade dos ácidos graxos no rúmen, apresentando reduções de 11,6, 38,2 e 64,31% comparados ao tratamento controle, da semente de linhaça, linhaça extrusada e óleo de linhaça, respectivamente. De forma semelhante Jordan et al. (2006), utilizaram grão de soja e óleo de soja na dieta de novilhos zebuínos (suplementação de 6% de EE), reduziram a emissão em 15,08 e 37,43% (L de CH₄/kg de MS ingerida; para grão de soja e óleo de soja, respectivamente) e MAO et al. (2010), relataram redução de 13,7% por kg de MS consumida, com inclusão de óleo de soja (adição de 3%) na dieta de cordeiros.

5. Conclusões

O óleo de soja utilizado em associação a glicerina bruta (10% na MS) na dieta de novilhos Nelore favorece o desempenho animal e a associação com as demais fontes não altera a emissão de metano.

6. Referências Bibliográficas

ANTUNES, R. C.; RODRIGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011, p.83-114.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15. ed. Arlington, 1995.

BASSI, M. S.; LADEIRA, M. M.; CHIZZOTTI, M. L.; CHIZZOTTI, F. H. M.; OLIVEIRA, D. M.; MACHADO, O. R. N.; CARVALHO, J. R. R.; NOGUEIRA, A. A. N. Grãos de oleaginosas na alimentação de novilhos zebuínos: consumo, digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.353-359, 2012.

CASALI, A.O.; DETMANN, R.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUE, L.T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.335-342,2008.

CEDEBERG C.; MEYER, D.; FLYSJO, A. Life cycle inventory of greenhouse gas emissions and use of land and energy in Brazilian beef production. **SIK Report, No. 792**. The Swedish Institute for Food and Biotechnology, Gothenburg, Sweden. 2009.

COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALACE, J.D.; GALYEAN, M. L. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v. 63, p.1476-1483, 1986.

CZERKAWSKI, J.W. Fate of metabolic hydrogen in the rumen. **Proceedings of Nutrition Society**, v. 31, p.141–146, 1972.

DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R. et al. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis General**, v.281, p.225-231, 2005.

DOHME, F.; MACHMÜLLER, A.; WASSERFALLEN, A.; KREUZER, M. Ruminant methanogenesis as influenced by individual fatty acids supplemented to complete ruminant diets. **Letters in Applied Microbiology**. v.32, p. 47–51, 2001.

DOREAU, M.; FERLAY, A. Effect of dietary lipids on nitrogen metabolism in the rumen: a review. **Livestock Production Science**, v.43, p.97-110, 1995.

ETHERIDGE, R.D.; PESTI, G.M.; FOSTER, E.H. A comparison of nitrogen values obtained utilizing the Kjeldahl nitrogen and Dumas combustion methodologies (Leco CNS 2000) on samples typical of an animal nutrition analytical laboratory. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.73, p.21-28, 1998.

EUGENEA, M.; MARTINA,C.; MIALONA, M.M.; KRAUSSB, D.; RENANDC, G.; DOREAU, M. Dietary linseed and starch supplementation decreases methane production of fattening bulls. **Animal Feed Science and Technology**, v. 166–167, p. 330-337, 2011.

HESS, B.W.; MOSS, G.E.; HULE, D.C. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, v.86, suplemento 14, p.188-204, 2008.

IPCC. IPCC guidelines for national greenhouse gasinventories. **Intergovernmental Panel on Climate Change, National Greenhouse Gas Inventories Programme**, IGES, Kanagawa, Japan. 2006.

IVAN, M., MIR, P. S.; MIR, Z.; ENTZ, T.; HE, M. L.; MCALLISTER, T. A.; Effects of dietary sunflower seeds on rumen protozoa and growth of lambs. **British Journal of Nutrition**. v.92: p.303–310. 2004.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a SF₆ tracer technique. **Environmental Science and Technology**, v.28, p.359-362, 1994.

JORDAN, E.; KENNY, D.; HAWKINS, M.; MALONE, R.; LOVETT, D. K.; O'MARA, F. P.; Effect of refined soy oil or whole soybeans on intake, methane output, and performance of young bulls. **Journal of Animal Science**. v. 84, p.2418-2425, 2006.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2 ed. Santa Maria: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 2009. 216p. Metabolismo Microbiano Ruminal. p. 13-116.

KRUEGER, N.A.; ANDERSON, R.C.; TEDESCHI, T.R.; CALLAWAY, T. R.; EDRINGTON, T. S.; NISBET, D. J. Evaluation of feeding glycerol on free-fatty acid production and fermentation kinetics of mixed ruminal microbes in vitro. **Bioresource Technology**, v.101, p.8469-8472, 2010.

LEE, G. J.; WU, X.; SHANNON, J. G.; SLEPER, D. A.; NGUYEN, H. T. Soybean: in genome mapping and molecular breeding in plants. **Oilseeds**, Berlin: Springer-Verlag, 2007. In: KOLE, C. (Ed.), v. 2.

LEE, M.R.F.; CABIDDU, A.; HOU, F.; NIDERKORN, V.; KIM, E. J.; FYCHAN, R.; SCOLLAN, N.D.; In vitro rumen simulated (RUSITEC) metabolism of freshly cut or wilted grasses with contrasting polyphenol oxidase activities. **Grass and Forage Science**, v.66, p. 196–205, 2011.

LIMA, M. A.; LOURENÇO, A. J.; ALLEONI, G. F.; DEMARCHI, J. J. A. A.; MANELLA, M. Q.; FRIGHETTO, R. T. S. 2007. Influência do Manejo da Produção Animal sobre a Emissão de Metano em Bovinos de Corte (The Influence of Animal Production Management on the Methane Emission of Bovine Cattle's). EMBRAPA Publication, Ministério da Ciência Tecnologia, Coordenação Geral de Mudança Global de Clima. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/cl0069ma>.

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**, v.87, p.632-638, 2009.

MacMULLER, A.; OSSOWSKI, D.A.; WANNER, M.; KREUSER, M. Potencial of various fatty feeds to reduce methane release from rumen fermentation in vitro (Rusitec). **Animal Feed Science and Technology**, v.2, p.117---130, 1998.

MAO, H.; WANG, J.; ZHOU, Y.; LIU, J. Effects of addition of tea saponins and soybean oil on methane production, fermentation and microbial population in the rumen of growing lambs. **Livestock Science**, v. 129, p. 56–62, 2010.

MARTIN, C.; ROUEL, J.; JOUANY, J.P.; DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. **Journal of Animal Science**, v.86, p.2642–2650, 2008.

MCGINN, S. M., BEAUCHEMIN, K. A.; COATES, T.; COLOMBATTO, D. Methane emissions from beef cattle: Effects of monensin, sunflower oil, enzymes, yeast, and fumaric acid. **Journal of Animal Science**. v.82: p.3346–3356. 2004.

REIS, R.A.; SILVA, S. C. Consumo de forragens. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011, p.83-114.

SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K.H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets of ruminants. Institute of Animal Nutrition, Physiology and Metabolism, University of Kiel, Germany. <http://regional.org.au/au/gcirc/1/241.htm>. Accessed in December, 2009.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2002, 235p.

SILVA, J. F. C. Mecanismos reguladores de consumo. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011, p.61-82.

TAMMINGA, S.; DOREAU, M. Lipids and rumen digestion. In: JOUANY, J.P. (Ed.) **Rumen microbial metabolism and ruminant digestion**. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, p.151-164, 1991.

TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S.; RASMUSSEN, M. A.; REILLY, P. J. Ruminal fermentation of propylene glycol and glycerol. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, p.7043-7051, 2007.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR CORTE. 1 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2006, 142p.

VALINOTE, A.C. **Monensina e levedura em dietas com óleo fornecidas a touros nelores em terminação**. 2007. 71p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2007.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, and nonstarch polysaccharides in relations to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

VERSEMANN, B.A.; WIEGAND, B.R.; KERLEY, M.S.; PORTER, H.; ROBERTS, K. S.; EVANS, H. L. Dietary inclusion of crude glycerol changes beef steer growth performance and intramuscular fat deposition. **Journal of Animal Science**, v.86, E-Suppl.2, p.478, 2008.

WESTBERG, H.; JOHNSON, K.A.; COSSALMAN, M.W.; MICHAL, J.J. **A SF₆ tracer technique: methane measurement from ruminants**. Washington State University, Pullman, Washington: 1998. 40p.

ZINN, R.A.; JORQUERA, A.P. Feed value of supplemental fats used in feedlot cattle diets. **Veterinary Clinics Food Animal**, v.23, p.247-268, 2007.

CAPÍTULO 3 – CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DA CARNE DE TOURINHOS NELORE TERMINADOS EM CONFINAMENTO, ALIMENTADOS COM FONTES LIPÍDICAS ASSOCIADAS À GLICERINA BRUTA

1. Introdução

Estudos vêm sendo desenvolvidos no tocante a melhoria na qualidade da carne através da manipulação dietética dos animais. No Brasil, a qualidade da carne bovina, tem sido apontada como um dos maiores entraves a indústria, como a uniformidade, gordura de acabamento e maciez inadequada (LAGE et al., 2012). A carne bovina pode ser considerada um alimento funcional, ela fornece nutrientes essenciais e de alto valor biológico, como proteínas, vitaminas do complexo B, ácidos graxos essenciais e minerais, porém, nos últimos anos, tem sido associada ao surgimento de doenças cardiovasculares, devido às características de sua gordura, que apresenta maiores concentrações de ácidos graxos saturados (AGS) e menores concentrações de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e polinsaturados (AGPI) em comparação à de não ruminantes (MIR et al., 2003; LOPES et al., 2012).

A maior presença de ácidos graxos saturados na carne de ruminantes deve-se aos processos de lipólise e biohidrogenação que acontecem no rúmen, onde os microrganismos ali presentes incorporam hidrogênio as duplas ligações dos ácidos graxos insaturados presentes nas dietas, tornando-os saturados. Alguns ácidos graxos saturados, como o palmítico e o mirístico apresentam alto potencial hipercolesterolêmico, já o ácido esteárico não parece afetar as concentrações de colesterol (DALEY et al., 2010). Além dos principais ácidos graxos insaturados (AGI) presentes na carne, outros, presentes em menores concentrações, surgem como participantes de processos benéficos à saúde humana (LOPES et al., 2012). Entre eles, há o ácido linoleico conjugado (CLA), um intermediário dos processos de biohidrogenação ruminal de ácidos graxos polinsaturados, que apresenta funções como atividade anticarcinogênica, combate a diabetes e aterosclerose (MOREIRA et al., 2003), aumenta a deposição de massa magra em humanos obesos, entre outros (STECK et al., 2007), podendo ser considerado altamente benéfico a saúde de animais e humanos (ZHAO et al., 2012).

Diferentes disponibilidades e quantidades de ácidos graxos insaturados no rúmen poderiam interferir em tais processos, outro fator a ser estudado é a inclusão de glicerol sobre os efeitos na qualidade da carne, estudos tem demonstrado que o glicerol inibe a lipólise ruminal dos ácidos graxos (KRUEGER et al., 2010; EDWARDS et al., 2012) podendo aumentar a passagem de intermediários da biohidrogenação para o duodeno e incorporação em produtos cárneos.

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito associativo da inclusão de fontes lipídicas na dieta de tourinhos contendo 10% de glicerina bruta na matéria seca sobre as características de carcaça, qualidade da carne e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus*.

2. Material e Métodos

2.1 Local e condições experimentais

O experimento foi conduzido nas instalações do Confinamento Experimental no Setor de Forragicultura e Pastagens pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista em Jaboticabal, São Paulo.

Foram utilizados 40 novilhos não castrados da raça Nelore com peso médio inicial de $426 \pm 30,2$ kg, aproximadamente 24 meses de idade e espessura de gordura subcutânea inicial mensurada por ultrassonografia de $3,6 \pm 1,0$ mm. Os animais provinham de um confinamento particular, onde permaneceram por 70 dias confinados em baias coletivas antes de serem transportados ao local do experimento. Inicialmente, os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas pela administração de ivermectina (IVOMEC®), durante o período experimental os animais foram mantidos em baias individuais de 8 m^2 (4x2 m), contendo cocho e bebedouro de concreto. Foi obedecido um período de 28 dias para adaptações às dietas e instalações, após este período foram confinados por 84 dias (3 períodos de 28 dias).

2.2 Tratamentos e dietas

As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas, de acordo com VALADARES FILHO et al. (2006) de forma a atender as exigências nutricionais de

bovinos Nelore não-castrados, de peso médio inicial de 400 kg com ganho médio diário de 1,25 kg/dia. O volumoso foi constituído de silagem de milho e o concentrado à base de milho moído, farelo de soja, ureia, suplemento mineral e as fontes lipídicas: óleo de soja, soja grão ou gordura inerte.

As dietas utilizadas foram: dieta controle, com 10% de glicerina bruta na matéria seca, sem adição lipídica (SL); dieta com 10% de glicerina bruta na matéria seca e adição de óleo de soja (OS); dieta com 10% de glicerina bruta na matéria seca e adição de grão de soja (SG) e dieta com 10% de glicerina bruta na matéria seca e adição de gordura inerte (GI). Apresentando a dieta SL 4,2% de extrato etéreo (EE) e as demais com suplementação lipídica de 1,6%, totalizando 6,2% de EE na dieta total. As quatro dietas foram avaliadas em relação volumoso e concentrado de 30:70 na matéria seca. Os ingredientes do concentrado foram moídos em moinho de martelo munido de peneira com crivos de 5 mm, exceto a soja grão. A proporção dos ingredientes nos concentrados e a composição química-bromatológica das dietas encontram-se na Tabela 1.

A dieta foi fornecida duas vezes ao dia (8h00 e 16h00) e a quantidade de alimento oferecida ajustada diariamente, a partir do consumo observado no dia anterior para manter as sobras em torno de 10% do fornecido, caracterizando consumo *ad libitum*.

2.3 Abate, características de carcaça e processamento de amostras

Após o período experimental todos os animais foram abatidos. A carcaça de cada animal foi dividida em duas meia carcaças, pesadas para se obter o peso de carcaça quente (PCQ) e em seguida, refrigeradas em câmara fria a 0°C por 24 horas. Após o resfriamento, as carcaças foram novamente pesadas para se obter o peso de carcaça fria (PCF) e as perdas de peso por resfriamento (PPR), sendo $PPR = (PCQ - PCF/PCQ) * 100$. O rendimento de carcaça foi obtido em relação ao peso corporal do animal em jejum. Após a pesagem, foi feito um corte na carcaça esquerda entre a 12ª e 13ª costelas, para mensurações da espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo. Amostras do músculo *Longissimus* foram retiradas da meia-carcaça esquerda, entre a 11ª e 13ª costelas e embaladas a vácuo, sendo imediatamente congeladas a -20° para posteriores determinações de

maciez, perdas por cozimento, conteúdo de gordura intramuscular (grau de marmoreio), composição química e perfil de ácidos graxos da carne.

Tabela 1. Composição (% da matéria seca), composição química e composição de ácidos graxos das dietas experimentais.

INGREDIENTES	Dietas ¹			
	SL	OS	SG	GI
Silagem de milho	30,00	30,00	30,00	30,00
Glicerina Bruta	10,00	10,00	10,00	10,00
Milho moído	47,89	45,71	46,48	45,40
Farelo de soja	8,11	8,56	-	8,63
Óleo de soja	-	1,73	-	-
Soja Grão	-	-	9,52	-
Gordura inerte	-	-	-	1,97
Ureia	1,00	1,00	1,00	1,00
Suplemento mineral ²	3,00	3,00	3,00	3,00
Fração Nutricional	Composição Química			
Matéria Seca	61,9	62,0	62,0	62,0
Matéria Orgânica	95,4	95,5	95,6	94,5
Proteína Bruta	16,0	16,0	16,1	16,4
FDNcp	29,3	28,6	29,6	28,6
Extrato Etéreo	4,6	6,2	6,2	6,2
NDT ³	71,9	75,8	73,0	75,4
Ácido Graxo	Composição de ácidos graxos das dietas experimentais (g / 100g de gordura)			
C10:0 (Cáprico)	0,15	0,11	0,11	0,12
C12:0 (Láurico)	0,24	0,18	0,18	0,21
C14:0 (Mirístico)	0,10	0,10	0,10	0,11
C16:0 (Palmitico)	13,68	13,04	13,08	14,42
C16:1 (Palmitoléico)	0,14	0,13	0,12	0,13
C17:0 (Margárico)	0,15	0,13	0,14	0,15
C17:1 (Heptadecenoico)	0,03	0,04	0,04	0,03
C18:0 (Estearico)	2,76	3,08	3,16	3,17
C18:1n9c (Oleico)	33,36	31,86	31,69	31,09
C18:2n6c (Linoleico)	45,62	46,34	46,38	43,78
C18:3n3 (Linolênico)	1,48	2,56	2,58	1,79

¹ SL – dieta sem adição de fonte lipídica; OS - concentrado com adição de óleo de soja como fonte lipídica; SG - concentrado com adição de soja grão como fonte lipídica; GI - concentrado com adição de gordura inerte (Megalac-E®) como fonte lipídica; ² Composição do produto (Cálcio: 210 g; Fósforo: 20 g; Enxofre: 37 g; Sódio: 80 g; Cobre: 490 mg; Manganês: 1.424 mg; Zinco: 1.830 mg; Iodo: 36 mg; Cobalto: 29 mg; Selênio: 9 mg; Flúor (máx.): 333 mg;

³Nutrientes digestíveis totais reais das dietas

2.4 Análises químicas

Amostras de 50 g retiradas entre a 11^a e 12^a costelas da carcaça esquerda foram utilizadas para análise da composição química. As amostras foram liofilizadas por 36 horas, moídas e submetidas as análises de umidade, extrato etéreo e cinzas (AOAC, 1995) e proteína utilizando-se analisador de N tipo LECO FP-528 LC, seguindo o procedimento descrito por Etheridge et al. (1998).

2.5 pH e coloração

Dois bifes de 2,54 cm do músculo *Longissimus* (entre a 11^a e 13^a costelas) foram retirados para determinação do pH, cor da carne e da gordura, perdas por cocção e força de cisalhamento. As medidas de pH da carne foram tomadas após 24 horas de refrigeração (pH final), utilizando-se peagâmetro com eletrodo de penetração, introduzindo-o em um corte de 2 a 4 cm de profundidade. A determinação da coloração da carne e da gordura foi realizada de acordo com Houben et al. (2000), através de um colorímetro Minolta Chroma Meter CR400, realizando leituras para as faixas de L* (luminosidade), a* (intensidade de vermelho) e b* (intensidade de amarelo), conforme o sistema CIELAB, procedimento realizado após 30 minutos de exposição ao ar, em ambiente refrigerado a 4°C, para expor a mioglobina ao oxigênio, como descrito por Abularach, Rocha e Felício (1998). Os valores de L*, a*, b*, foram obtidos a partir de cinco leituras realizadas em pontos diferentes de cada bife ou porção da gordura subcutânea.

2.6 Warner–Bratzler shear force e perdas por cocção

Os bifes foram descongelados a 4°C por 24 horas e cozidos em forno elétrico (Layr, Luxo Inox) pré aquecido a 150 °C. A temperatura interna foi monitorada por termômetro (20-gauge copper-constantan thermocouples, Omega Engineering, Stamford, CT) localizado aproximadamente no centro geométrico de cada bife, acoplado a um monitor digital. Quando a temperatura interna atingiu 35 °C, o bife foi virado e cozido até atingir temperatura interna de 70 °C. Os bifes foram então resfriados a 4 °C por 24 horas (AMSA, 1995). Oito amostras cilíndricas de 1,27 cm de diâmetro foram removidas de cada bife, paralelamente ao comprimento das fibras musculares (AMSA, 1995). Cada amostra cilíndrica foi cortada ao centro,

perpendicularmente a direção das fibras, por aparelho Warner-Bratzler (G-R Manufacturing Company, Manhattan, KS – USA). As perdas por cocção foram mensuradas nos mesmos bifes utilizados para avaliação da Warner-Bratzler shear force, através da diferença gravimétrica entre o bife antes e após o cozimento.

2.7 Perfil de ácidos graxos da carne

Foram extraídos os ácidos graxos do músculo *Longissimus* utilizando mistura de clorofórmio e metanol como descrito por Bligh e Dyer (1959) e a preparação dos ésteres metílicos obtidos de acordo com o método ISO 5509 (1978).

As mensurações qualitativas e quantitativas do conteúdo de ácidos graxos das amostras foram realizadas por cromatografia gasosa, utilizando-se cromatógrafo (Shimadzu, Kyoto, Japão – Modelo GC-14B) com detector de ionização de chama e coluna de sílica capilar fundida (Omegawax 250), com 30m de comprimento e 0,25mm de diâmetro e espessura de filme de 0,25 μm (Supelco SP-24136). Foi utilizado Hidrogênio como gás de arraste a uma taxa de 1ml/min. Uma alíquota de 1ml da amostra foi injetada em split de 1:100 a uma temperatura de 250°C. A temperatura foi programada para permanecer a 100°C por 2 minutos e em seguida aumentar 4°C/min até atingir 220°C permanecendo nesta temperatura por mais 25 minutos, sendo a temperatura do detector de 280°C. A identificação e quantificação dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi realizada por comparação com os tempos de retenção e suas concentrações de acordo com as curvas dos ácidos graxos padrões.

2.8 Comprimento de sarcômero

Na determinação do comprimento de sarcômero, uma amostra de 1 x 1 x 4 mm foi removida do centro do músculo. Seis amostras de feixe de fibra muscular foram retirados e colocados sobre uma lamina de microscópio. O comprimento do sarcômero foi determinado pelo método de difração a laser (CROSS et al., 1981), em aparelho de laser hélio-neon, com comprimento de onda de 632,8 nm (Spectra-physics helium-neon laser, 2 mW e 0,49 mm de diâmetro de fenda), montado em um suporte com duas plataformas, para fixação da amostra e da tela. A lâmina foi colocada na plataforma superior e o feixe de laser incidiu sobre a amostra a 90°. Ao

atravessá-la, o feixe fornecia uma gama de bandas de difração sobre a tela localizada a 10 cm da amostra. Foram feitas 6 medidas das bandas de difração ao longo das fibras para cada amostra, calculando-se, então, o valor médio. O comprimento do sarcômero foi determinado pela seguinte fórmula:

$$\mu = \frac{0.6328 \times D \times \sqrt{\frac{T^2}{D} + 1}}{T}$$

Em que: μ = Comprimento do sarcômero, D = Distância do espécime a tela padrão de difração (mm), T = Espaçamento entre as bandas de difração

2.9 Estatística e delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, composto por 40 animais, quatro tratamentos e dez repetições. Os cálculos estatísticos foram realizados através dos procedimentos GLM do programa estatístico SAS na versão 9.0, e as médias foram comparadas através do teste de Tukey a 5% de probabilidade. No cálculo das variáveis, empregou-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

Em que: Y_{ij} = observação do animal j submetido ao tratamento i; μ = constante geral; t_i = efeito do tratamento i; $i = 1; \dots; 4$; e e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} .

3. Resultados

A adição de óleo de soja proporcionou maior peso de abate ($P < 0,001$) comparado aos animais dos demais tratamentos estudados, sendo 544,81 kg para OS e a média dos demais de 513,15 kg. Os pesos de carcaça quente (PCQ) e fria (PCF) foram influenciados ($P < 0,001$) pelas diferentes fontes lipídicas suplementares, apresentando o óleo de soja valores superiores ao tratamento sem lipídeo adicional (SL), e semelhantes ($P > 0,05$) entre as demais fontes lipídicas. Os rendimentos de carcaça quente ($P = 0,037$) e fria ($P = 0,023$) também foram influenciados, onde o tratamento com adição de gordura inerte apresentou rendimentos superiores (56,83 e 55,58%, para RCQ e RCF, respectivamente), comparado ao tratamento SL (54,83

e 53,52%, para RCQ e RCF, respectivamente), este não diferindo dos demais tratamentos com lipídio adicional.

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos nas perdas por resfriamento ($P=0,140$), área de olho de lombo (expressa em cm^2 e cm^2 por 100 kg de PCF, $P=0,972$ e $P=0,318$, respectivamente) e pH final da carne, apresentando valores médios de 2,20%, 76,78 cm^2 , 27,08 $\text{cm}^2/100$ kg de PCF e 5,89, respectivamente (Tabela 2). Animais do tratamento OS apresentaram espessura de gordura subcutânea superior ($P=0,044$) comparado aos animais do grupo SL.

Tabela 2. Peso de abate, peso de carcaça quente (PCQ), rendimento da carcaça quente (RCQ), peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça fria (RCF), perdas por resfriamento (PPR), área de olho de lombo (AOL), expressas em cm^2 e $\text{cm}^2/100$ kg de carcaça fria, espessura de gordura subcutânea (EGS) e pH final de tourinhos Nelore terminados em confinamento recebendo diferentes fontes lipídicas

Variáveis	Dietas ¹				EPM ²	Valor - P ³
	SL	OS	SG	GI		
Peso de abate (kg)	511,36b	544,81a	511,59b	516,50ab	8,499	<.001
PCQ (kg)	280,69b	304,25a	286,36ab	293,77ab	5,496	<.001
RCQ (%)	54,83b	55,87ab	56,00ab	56,83a	0,422	0,037
PCF (kg)	274,03b	297,75a	280,31ab	287,36ab	5,418	<.001
RCF (%)	53,52b	54,68ab	54,82ab	55,58a	0,416	0,023
PPR (%)	2,41	2,14	2,11	2,18	0,103	0,166
AOL (cm^2)	76,68	76,85	76,93	76,74	2,584	0,972
AOL ($\text{cm}^2/100$ kg PCF)	28,16	25,82	27,57	26,71	0,926	0,318
EGS (mm)	3,60b	5,70a	4,05ab	4,32ab	0,562	0,044
pH final	6,06	5,70	6,04	5,76	0,118	0,076

¹ SL – dieta sem adição de fonte lipídica; OS - concentrado com adição de óleo de soja como fonte lipídica; SG - concentrado com adição de soja grão como fonte lipídica; GI - concentrado com adição de gordura inerte (Megalac-E®) como fonte lipídica;

² Erro padrão da média; ³ Probabilidade; ^{a,b} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Animais suplementados com óleo de soja apresentaram comprimento de sarcômero do músculo *Longissimus superior* ($P=0,018$) aos animais suplementados com OS, porém não diferindo ($P>0,05$) dos tratamento controle e GI (Tabela 3). Não foram constatadas diferenças significativas entre os diferentes tratamentos para as variáveis WBSF ($P=0,427$), PPC ($P=0,187$) e TBARS ($P=0,334$), apresentando valores médios de 3,14 kg/cm^2 , 17,92% e 0,8, respectivamente.

Tabela 3. Warner-Bratzler Shear Force (WBSF), perdas por cocção (PPC), comprimento de sarcômero (CS) e TBARS do músculo Longissimus de tourinhos Nelore terminados em confinamento recebendo diferentes fontes lipídicas.

Características	Dietas ¹				EPM ²	Valor - P ³
	SL	OS	SG	GI		
WBSF (kg/cm ²)	2,93	3,42	3,13	3,06	0,217	0,427
CS (µm)	1,44ab	1,51a	1,32b	1,48a	0,040	0,018
PPC (%)	14,16	18,55	13,26	25,71	4,383	0,187
TBARS	0,56	0,90	0,77	0,97	0,166	0,334

¹ SL – dieta sem adição de fonte lipídica; OS - concentrado com adição de óleo de soja como fonte lipídica; SG - concentrado com adição de soja grão como fonte lipídica; GI - concentrado com adição de gordura inerte (Megalac-E®) como fonte lipídica; ² Erro padrão da média; ³ Probabilidade; ^{a,b} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Diferenças significativas para luminosidade (L*), intensidade da cor vermelha (a*) e intensidade da cor amarela (b*) na carne dos diferentes grupos não foram observadas (P>0,05). A luminosidade da gordura foi superior (P=0,031) nos animais suplementados com GI, comparados aos animais que receberam OS (Tabela 4). Não foram constatadas diferenças significativas para a composição de umidade (P=0,883), proteína (P=0,052), cinzas (P=0,888) ou gordura (P=0,218; Tabela 5).

Tabela 4. Coloração da carne e da gordura do contrafilé de tourinhos Nelore terminados em confinamento recebendo diferentes fontes lipídicas.

Características	Dietas ¹				EPM ²	Valor - P ³
	SL	OS	SG	GI		
Carne						
L*	32,41	35,20	34,00	30,95	1,900	0,418
a*	15,12	16,66	15,92	15,76	0,635	0,392
b*	7,48	7,98	7,89	7,98	0,735	0,955
Gordura						
L*	73,88ab	71,41b	74,69ab	75,65a	0,998	0,031
a*	5,93	6,31	4,61	6,01	0,956	0,623
b*	7,24	8,48	8,08	8,08	0,502	0,353

¹ SL – dieta sem adição de fonte lipídica; OS - concentrado com adição de óleo de soja como fonte lipídica; SG - concentrado com adição de soja grão como fonte lipídica; GI - concentrado com adição de gordura inerte (Megalac-E®) como fonte lipídica; L* = Luminosidade; a* = intensidade da cor vermelha; b* = intensidade da cor amarela. ² Erro padrão da média; ³ Probabilidade; ^{a,b} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 5. Composição química do músculo *Longissimus* de tourinhos Nelore terminados em confinamento recebendo diferentes fontes lipídicas.

Variáveis	Dieta ¹				EPM ²	Valor - P ³
	SL	OS	SG	GI		
Umidade	71,89	71,74	71,43	71,76	0,410	0,883
Proteína	21,59	20,89	21,82	21,29	0,236	0,052
Cinzas	1,12	1,12	1,10	1,12	0,021	0,888
Gordura	5,04	5,58	5,12	5,55	0,227	0,218

¹ SL – dieta sem adição de fonte lipídica; OS - concentrado com adição de óleo de soja como fonte lipídica; SG - concentrado com adição de soja grão como fonte lipídica; GI - concentrado com adição de gordura inerte (Megalac-E®) como fonte lipídica; ²Erro padrão da média; ³ Probabilidade; ^{a,b} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos (g/100 g de gordura) do músculo *Longissimus* de novilhos Nelore terminados em confinamento recebendo diferentes fontes lipídicas

Ácidos Graxos Saturados (AGS)		Dieta ¹				EPM ²	Valor - P ³
		SL	OS	SG	GI		
Laúrico	C12:0	0,07	0,08	0,07	0,07	0,006	0,945
Mirístico	C14:0	3,48	3,49	3,39	3,44	0,179	0,980
Pentadecanoico	C15:0	0,43	0,42	0,41	0,41	0,026	0,924
Palmítico	C16:0	27,74	27,77	27,65	28,06	0,564	0,958
Margárico	C17:0	1,00	1,03	0,98	0,93	0,049	0,524
Esteárico	C18:0	15,24	14,06	14,20	13,61	0,592	0,262
Araquídico	C20:0	1,00	0,08	0,08	0,08	0,005	0,250
Ácidos Graxos Insaturados (AGI)							
Miristoleico	C14:1	0,80	0,80	0,81	0,87	0,069	0,874
Palmitoléico	C16:1	3,27	3,48	3,13	3,39	0,198	0,648
Heptadecenoico	C17:1	0,88	0,96	0,88	0,84	0,043	0,211
Cis - vacênico	C18:1 ω-7	1,89	1,88	1,82	2,14	0,097	0,122
Oleico	C18:1 ω-9	38,95	41,15	39,82	40,70	0,846	0,270
Linoleico	C18:2 ω-6	4,31	3,30	4,67	3,89	0,563	0,369
CLA	C18:2 c9, t11	0,30	0,39	0,40	0,40	0,033	0,109
α-linolênico	C18:3 ω-3	0,19	0,15	0,20	0,16	0,016	0,098
Eicosenoico	C20:1 ω-9	0,15	0,16	0,18	0,17	0,011	0,264
Eicosatrienoico	C20:3 ω-6	0,21	0,14	0,19	0,15	0,039	0,560
Araquidônico	C20:4 ω-6	0,60	0,38	0,69	0,42	0,153	0,453
Docosatetraenoico	C22:4 ω-6	0,08	0,05	1,00	0,05	0,022	0,482

¹ SL – dieta sem adição de fonte lipídica; OS - concentrado com adição de óleo de soja como fonte lipídica; SG - concentrado com adição de soja grão como fonte lipídica; GI - concentrado com adição de gordura inerte (Megalac-E®) como fonte lipídica; ²Erro padrão da média; ³ Probabilidade; ^{a,b} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5%.

Para todos os ácidos graxos estudados, os tratamentos apresentaram proporções semelhantes ($P>0,05$; Tabela 6). A proporção de ácidos graxos saturados, insaturados, mono, polinsaturados e séries ômega 3 e ômega 6, não foram influenciadas significativamente ($P>0,05$) pelas fontes lipídicas (Tabela 7).

Tabela 7. Somatório e relações do perfil de ácidos graxos (g/100 g de gordura) do músculo *Longissimus* de tourinhos Nelore terminados em confinamento recebendo diferentes fontes lipídicas

Ácidos Graxos Saturados (AGS)	Dietas ¹				EPM ²	Valor - P ³
	SL	OS	SG	GI		
AGS	48,12	47,00	46,85	46,66	0,915	0,668
AGI	51,88	53,00	53,15	53,34	0,915	0,668
AGM	46,04	48,49	46,77	48,16	0,906	0,195
AGP	5,84	4,52	6,38	5,18	0,798	0,402
AGI:AGS	1,09	1,14	1,13	1,15	0,042	0,692
AGP:AGS	0,12	0,10	0,14	0,11	0,019	0,554
ω -6	5,27	3,92	5,70	4,57	0,769	0,394
ω -3	0,22	0,17	0,23	0,17	0,025	0,151
ω -6: ω -3	23,24	23,05	25,32	26,99	2,010	0,459

¹ SL – dieta sem adição de fonte lipídica; OS - concentrado com adição de óleo de soja como fonte lipídica; SG - concentrado com adição de soja grão como fonte lipídica; GI - concentrado com adição de gordura inerte (Megalac-E®) como fonte lipídica; AGS = ácidos graxos saturados totais; AGI = ácidos graxos insaturados totais; AGM = ácidos graxos monoinsaturados totais; AGP = ácidos graxos polinsaturados totais; AGI:AGS = relação entre AGI e AGS; AGP:AGS = relação entre AGP e AGS; ω -6 = ácidos graxos série ômega 6; ω -3 = ácidos graxos série ômega 3; ω -6: ω -3 = relação entre ω -6 e ω -3; ²Erro padrão da média; ³Probabilidade; ^{a,b} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey a 5%.

4. Discussão

4.1 Características de carcaça e qualidade da carne

Animais alimentados com OS apresentaram maior peso corporal ao abate em relação aos animais alimentados com a dieta SL, portanto apresentaram maiores pesos de carcaça quente e fria. O peso de carcaça é um importante fator na estimativa de seu rendimento, entretanto, animais alimentados com OS apresentaram rendimento de carcaça quente e fria semelhante aos animais alimentados com a dieta SL. Animais alimentados com GI apresentaram maior rendimento de carcaça quente e fria em relação aos animais alimentados com a dieta SL. A alimentação a qual o animal está submetido poderá promover mudanças nos tamanhos de órgãos e trato gastrintestinal, o que contribui com o peso corporal do animal e influencia no rendimento de carcaça (LAGE et al., 2012).

A área de olho de lombo é um indicativo do desenvolvimento muscular dos animais, principalmente quando expresso em $\text{cm}^2/100$ kg de carcaça. Quanto maior este índice maior deve ser a porção comestível da carcaça. Desta forma pode-se inferir que as fontes lipídicas utilizadas não afetaram o desenvolvimento muscular dos animais. As semelhanças encontradas no presente estudo na área de olho de lombo, expressas em cm^2 (76,8 cm^2) e por 100 kg de carcaça fria (27,06 $\text{cm}^2/100$ kg de carcaça fria) estão de acordo com Aferrri et al. (2005) que também não notaram diferença na AOL e AOL% (média de 68,43 e 28,33, respectivamente) de animais terminados em confinamento recebendo caroço de algodão e sais de ácidos graxos. Luchiari Filho (2000) preconiza um valor de 29 cm^2 para AOL%, como um bom indicativo de desenvolvimento muscular, estando este acima do encontrado no presente estudo.

O tecido adiposo subcutâneo age como um isolante térmico e um importante fator de qualidade, afetando diretamente a velocidade de resfriamento e a conversão do músculo em carne (SAVELL et al., 2005; ZUIN et al., 2012). Para todos os tratamentos utilizados foi notada EGS superior a 3 mm, sendo este um limite mínimo aceitável aos frigoríficos (MENEZES et al., 2005) e para evitar o encurtamento das fibras musculares pelo frio (LUCHIARI FILHO, 2000).

A diferença encontrada entre os tratamentos para EGS pode ter influenciado no encurtamento dos sarcômeros do músculo *Longissimus* (Tabela 3). Os tratamentos OS e GI apresentaram maiores comprimentos de sarcômero que o tratamento SG, desta forma esperavam-se menores WBSF para OS e GI, haja vista que a força de cisalhamento decresce exponencialmente à medida que o comprimento de sarcômero aumenta, correlação esta válida para comprimentos menores que 2 μm (WHEELER et al., 2000), como a do presente estudo, que apresentou média de 1,44 μm . Entretanto, a diferença encontrada neste estudo para o comprimento de sarcômero, não influenciou a maciez da carne.

A associação de glicerina e lipídios nas dietas não influenciou a WBSF, sendo que todos os tratamentos apresentaram uma carne com resultados médios altamente satisfatórios a essa variável, com média de 3,13 kg/cm^2 , que segundo Belew et al. (2003) pode ser considerada carne muito macia quando a força de cisalhamento está abaixo de 3,2 kg/cm^2 . A maior frequência de problemas

relacionados à dureza da carne, usualmente, coincidem com o pH final do músculo próximo a 5,8 a 6,0 (WULF et al., 1997), o que não foi evidenciado no presente estudo onde o pH final da carne (não influenciado pela inclusão lipídica as dietas; $P=0,076$) apresentou valor médio de 5.89.

Não foi constatado efeito associativo entre a glicerina e as fontes lipídicas sobre a marmorização da carne, com valor médio de 5,53%, talvez pelo fato dos animais serem de mesmo sexo, idade e alimentados com dietas de concentração energética semelhantes. Fernandes et al. (2009), trabalhando com novilhos e novilhas Nelore alimentados com ou sem semente de linhaça constataram maiores diferenças de marmorização entre sexos do que entre dietas.

A coloração é mais influenciada pelas técnicas de abate, pelo tipo de alimentação e manejo (VASTERGAARD et al, 1997; DUNNE et al., 2005; DUNNE et al., 2011) e o fato da suplementação lipídica não influenciar na coloração da carne é bem relatado (MANSO et al., 2009; FIORENTINI et al., 2012; MOLONEY et al., 2012; NAJAFI et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2012), assim como constatado no presente estudo.

A coloração da gordura está mais associada ao consumo de forragens verdes, animais terminados a pasto e abatidos mais tardiamente tendem a apresentar gordura mais amarelada do que animais confinados e abatidos mais jovens (MOLONEY et al., 1999). Tal fato se deve a quantidade de carotenóides e xantofilas presentes nesses alimentos (ALBERTÍ et al., 2005). Tume e Yang (1996) relatam que as forragens verdes contêm altas concentrações deste pigmento, o carotenóide, (550 ppm na MS) enquanto em grãos a concentração é inferior a 5 ppm, sendo assim, como a fonte e proporção de forragem foi semelhante aos demais tratamentos, esperava-se semelhança na coloração da gordura. De outra forma, constataram-se diferenças na luminosidade (L^*) da gordura entre os tratamentos OS e GI, as variações na claridade vão desde o preto, $L^*=0$, até o branco, $L^*=100$, assim os animais OS apresentaram gordura mais escura ($P<0,05$; 71,41 vs 75,65). Tal fato pode ter ocorrido por uma possível alteração no perfil de ácidos graxos depositados no tecido adiposo pelas diferentes fontes lipídicas, haja visto que o óleo de soja é de alta disponibilidade ruminal e assim mais susceptível a lipólise e biohidrogenação comparado a gordura protegida com sais de cálcio (GI).

Wood et al. (2003) descrevem que a coloração da gordura pode ser reflexo do grau de saturação dos ácidos graxos do tecido, sendo que ácidos graxos mais saturados conferem coloração mais clara que os insaturados.

4.2 Perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus*

Estudos tem demonstrado que o glicerol inibe a lipólise ruminal dos ácidos graxos (KRUEGER et al., 2010; EDWARDS et al., 2012), desta forma, este estudo seguia a hipótese que com a inclusão de ácidos graxos insaturados em dietas contendo glicerol haveriam menores taxas de lipólise e biohidrogenação, assim uma maior passagem de tais ácidos para incorporação em produtos cárneos, alterando o perfil de ácidos graxos da carne para um alimento mais saudável. O incremento desses ácidos graxos na carne tem sido associado com o aumento do colesterol bom, o HDL, nas concentrações plasmáticas dos humanos (GILMORE et al., 2011).

Alguns autores encontraram aumento nas concentrações de ácido oleico na carne de cordeiros e bovinos de corte, alimentados com níveis de glicerol na dieta (AVILA-STAGNO et al., 2012; LADEIRA et al., 2012). Porém, tal fato não foi constatado e os tratamentos apresentaram-se semelhantes ($P > 0,05$) quanto ao perfil de todos os ácidos graxos saturados e insaturados estudados e suas relações (Tabela 6). Por outro lado, vários autores tem relacionado a redução dos risco de doenças crônicas através do menor consumo de gorduras saturadas, ácidos graxos *trans* e ácidos graxos ômega 6 (SIMOPOULOS et al., 2001; WOLFRAM et al., 2003). Dos ácidos graxos saturados frequentemente presentes na carne de ruminantes, os ácidos mirístico e palmítico apresentam alto potencial hipercolesterolêmico (DALEY et al., 2010), sendo o mirístico de maior potencial (SCOLLAN et al., 2006), porém de menor concentração comparado ao palmítico.

As médias encontradas de ácido mirístico e palmítico foram de 3,45 e 27,81 g/100 gramas de ácido graxo, respectivamente. Fiorentini et al. (2012), trabalhando com novilhas e suplementação lipídica semelhantes ao presente estudo (Óleo de soja, soja grão e gordura protegida), também não relataram diferenças significativas entre as fontes ($P > 0,05$), e valores levemente inferiores ao presente estudo, sendo 3,15 e 25,80 g/100 gramas de ácido graxo de ácido mirístico e palmítico, respectivamente. Estudando tourinhos Nelore, Oliveira et al. (2012) encontraram

resultados semelhantes quanto ao teor de ácido mirístico e redução no teor de ácido palmítico quando incluídos óleo de soja ou óleo de linhaça protegidos ou não a dieta, apresentando o ácido palmítico média de 26,50 na dieta controle e 25,11 g/100 gramas de ácido graxo nas dietas com inclusão lipídica.

Apesar das constantes críticas sobre o teor de ácidos graxos saturados da carne bovina, estes apresentam menos de 50% do total de ácidos graxos, dos quais cerca de 30% são representados pelo ácido graxo esteárico (C18:0), que apesar de saturado, por apresentar cadeia longa e nenhuma dupla ligação, não se comporta como tal, não relacionando-se com doenças ligadas ao coração (PEARSON, 1993) e não influenciando o nível de colesterol circulante (SCOLLAN et al., 2006). A inclusão lipídica não alterou a proporção do ácido esteárico no músculo *Longissimus* (P=0,262) dos animais estudados, apresentando média de 14,28 g/100 g de ácido graxo. Outros autores também não encontraram diferenças na concentração de ácido esteárico na carne de bovinos zebuínos Nelore e novilhas cruzadas com inclusão lipídica em dietas de terminação em confinamento, apresentando valores semelhantes ao presente estudo, com médias de 14,31 e 14,57 g/100 g de ácido graxo (FIORENTINI et al., 2012 e OLIVEIRA et al., 2012, respectivamente).

O aumento do teor de ácidos graxos insaturados na carne de ruminantes é um frequente alvo pesquisas, devido a seus reconhecidos efeitos benéficos a saúde humana, como o ácido oleico (C18:1 n9), que possui propriedades hipocolesterolêmicas (MIR et al., 2003). Felton e Kerley (2004) avaliaram o perfil de ácidos graxos de bovinos de corte recebendo altos níveis de lipídios em dietas a base de farelo de soja e milho e encontraram valor médio de 37,7 g/100 g de ácido graxo, resultado inferior ao do presente estudo (média de 40,15 g/100 g de ácido graxo).

O consumo de gordura trans é frequentemente associado a um consumo de gordura prejudicial à saúde, porém não são considerados os efeitos benéficos do ácido linoleico conjugado (CLA), eficiente na atividade anticarcinogênica, combate a diabetes, aterosclerose (MOREIRA et al., 2003; KELLEY et al., 2010) e redutor da gordura corporal (RACINE et al., 2010). A principal fonte natural do CLA são os produtos originados de animais ruminantes devidos seus processos de biohidrogenação ruminal. O ácido graxo precursor do CLA no rúmen é o ácido

linoleico (C18:2), que até ser saturado a ácido esteárico (C18:0) passa pelos intermediários CLA e ácido vaccênico (C18:1 t11), este último também é intermediário da biohidrogenação do ácido linoleico e pode retornar a CLA no músculo através da ação da enzima delta-9-dessaturase (Δ^9 C18), que possui alta atividade em ruminantes. Com a suplementação de fontes lipídicas que contenham maiores quantidades de ácido linoleico, pode ocorrer maior escape ruminal dos intermediários da biohidrogenação, dessa forma aumentando o teor de CLA nos produtos finais. Porém, não foi constatado no presente estudo, apresentando concentração média de 0,37 g de CLA/100 g de ácido graxo na gordura intramuscular do músculo *Longissimus*.

5. Conclusões

Bovinos alimentados com óleo de soja associado com glicerina bruta (incluída em 10% da matéria seca da dieta) apresentam melhor peso de carcaça e espessura de gordura subcutânea em relação a dietas sem associação de lipídios.

As características qualitativas da carne como maciez, perfil de ácidos graxos, teor de gordura intramuscular e coloração não são afetadas pela associação de lipídios e glicerina bruta na dieta de bovinos de corte terminados em confinamento.

6. Referências Bibliográficas

ABULARACH, M.L.; ROCHA, C.E.; FELÍCIO, P.E. Características de qualidade do contra-filé (m. *L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, p.205-210, 1998.

AFERRI, G.; LEME, P.R.; LUZ E SILVA, S.; PUTRINO, S.M.; PEREIRA, A.S.C. Desempenho e características de carcaça de novilhos a alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1651-1658, 2005.

ALBERTI P.; PANEA, B.; RIPOLL, G.; SANUDO, C.; OLLETA, J.L.; NEGUERUELA, I.; CAMPO, M.M.; SERRA, X. **Medición Del color. In: Estandarización de lãs metodologias para evaluar la calidad Del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) em lós rumiantes.** INIA: Ganadera, MICYT-INIA, Madrid, Espana, 3:216-225 (2005).

AMSA (1995). American Meat Science Association. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and tenderness measurements of fresh meat. Chicago: National Livestock and Meat Board, IL.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 16 ed. Washington, 1995.

AVILA-STAGNO, J.; CHAVES, A.V.; HE, M.L.; HARSTAD, O.M.; BEAUCHEMIN, K.A.; MCGINN, S.M. e McALLISTER, T.A. Effects of increasing concentrations of glycerol in concentrate diets on nutrient digestibility, methane emissions, growth, fatty acid profiles and carcass traits lambs. **Journal of Animal Science**. doi:10.2527/jas.2012-5215 November 12, 2012.

BELEW, J.B.; BROOKS, J.C.; MCKENNA, D.R.; SAVELL, J.W. Warner – Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. **Meat Science**, v.64, p.507–512, 2003.

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

CROSS, H. R.; WEST, R. L.; DUTSON, T. R. Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef semitendinosus muscle. **Meat Science**. v. 5, p. 261-266. 1981.

DALEY, C. A.; ABBOTT, A.; DOYLE, P. S.; NADER, G. A.; LARSON, S. A review of fatty acid profiles and antioxidant content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**. 9:10. 2010.

DINIZ, L.L.; VALADARES FILHO, S.C.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES, R.F.D.; SILVA, L.D.; MONNERAT, J.P.I.S.; BENEDETI, P.B.; OLIVEIRA, A.S.; PINA, D.S. Effects of castor meal on the growth performance and carcass characteristics of beef cattle, **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, 23, 1308-1318, 2010.

DUNNE, P.G., O'MARA, F.P., MONAHAN, F.J., FRENCH, P., MOLONEY, A.P. Color of muscle from 18-month-old steers given long-term daily exercise. **Meat Science**, v.71, p.219-229, 2005.

DUNNE, P.G; MONAHAN, F.J.; MOLONEY, A.P. Current perspectives on the darker beef often reported from extensively-managed cattle: Does physical activity play a significant role? **Livestock Science**, v.142, p.1-22, 2011.

EDWARDS, H. D.; ANDERSON, R. C.; MILLER, R. K.; TAYLOR, T. M.; HARDIN, M. D.; SMITH, S. B.; KRUEGER, N. A.; NISBET, D. J. Glycerol inhibition of ruminal lipolysis in vitro. **Journal of Dairy Science**. v. 95, p. 5176-5181, 2012.

ETHERIDGE, R.D.; PESTI, G.M.; FOSTER, E.H. A comparison of nitrogen values obtained utilizing the Kjeldahl nitrogen and Dumas combustion methodologies (Leco CNS 2000) on samples typical of an animal nutrition analytical laboratory. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.73, p.21-28, 1998.

FERNANDES, A. A. M.; SAMPAIO, W.; HENRIQUE, R. R.; TULLIO, E. A.; OLIVEIRA, T. M. 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**. v.38, p.705–712, 2009.

FIORENTINI, G.; BERCHIELLI, T. T.; SANTANA, M. C. A.; DIAN, P. H. M.; REIS, R. A.; SAMPAIO, A. M. M.; BIEHL, M. V. Qualitative characteristics of meat from confined crossbred heifers fed with lipid sources. **Scientia Agricola**, v.69, n.5, p.336-444, 2012.

GILMORE, L. A.; WALZEM, R. L.; CROUSE, S. F.; SMITH, D. R.; ADAMS, T. H.; VAIDYANATHAN, V.; CAO, X.; SMITH, S. B. Consumption of high-oleic acid ground beef increases HDL-Cholesterol concentration but both high- and low-oleic acid ground beef decrease HDL particle diameter in normocholesterolemic men. **Journal of Nutrition**. v.141, p.1188–1194. 2011.

HOUBEN, J. H.; VAN DIJK, A.; EIKELBOOM, G.; HOVING-BOLINK, A. H. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on color stability and lipid oxidation in minced meat. **Meat Science**, 55, 331–336, 2000.

International Organization for Standardization - ISO (1978). Animal and vegetable fats and oils -Preparation of methyl esters of fatty acids. ISO. Method ISO 5509, Geneve (pp. 1-6).

KELLEY, N.S.; HUBBARD, N.E.; ERICKSON, K.L. Alteration of Human Body Composition and Tumorigenesis by Isomers of Conjugated Linoleic Acid In: Modern dietary fat intakes in disease promotion. **Nutrition and health**, v.2, p.121-131, 2010.

KRUEGER, N.A.; ANDERSON, R.C. ; TEDESCHI, T.R.; CALLAWAY, T. R.; EDRINGTON, T. S.; NISBET, D. J. Evaluation of feeding glycerol on free-fatty acid production and fermentation kinetics of mixed ruminal microbes in vitro. **Bioresource Technology**, v.101, p.8469-8472, 2010.

LADEIRA, M.M.; CARVALHO, J.R.R.; CHIZZOTTI, M.L.; RAMOS, E.M.; TEIXEIRA, P.D.; ALVES, M.C.L.; BARROS, P.E.P.; MACHADO NETO, O.R. Fatty acid profile of meat from young bulls fed different levels of crude glycerin. **Journal of Animal Science**, 90, Suppl.3., 2012.

LAGE, J.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SOUZA, E. J. O.; DUARTE, M. S.; BENEDETI, P. D. B.; SOUZA, N. K. P.; COX, R. B. Influence of genetic type and level of concentrate in the finishing diet on carcass and meat quality traits in beef heifers. **Meat Science**, v. 90, p.770-774, 2012.

LOPES, L. S.; LADEIRA, M. M.; MACHADO NETO, O. R.; RAMOS, E. M.; PAULINO, P. V. R.; CHIZZOTTI, M. L.; GUERREIRO, M. C. Composição química e de ácidos graxos do músculo longissimus dorsi e da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.41, n.4, p.978-985, 2012.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

MANSO, T.; BODAS, R.; CASTRO, T.; JIMENO, V.; MANTECON, A. R. Animal performance and fatty acid composition of lambs fed with different vegetable oils. **Meat Science**, v. 83, p. 511-516, 2009.

MENEZES, L. F. G.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; KUSS, F.; SILVEIRA, M. F.; AMARAL, G. A. Características de carcaça de novilhos de gerações avançadas do cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.934-945, 2005.

MIR, P. S.; IVAN, M.; HE, M. L.; PINK, B.; OKINE, E.; GOONEWARDENE, L. Dietary manipulation to increase conjugated linoleic acids and other desirable fatty acids in beef: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 3, p. 673–685, 2003.

MOLONEY, A.P.; MOONEY, M.T.; O'KIELY, P. Fat colour and the quality of meat from beef cattle offered grass silage or maize silage-based diets. Proceedings of Twelfth International Silage Conference (edited by T. Pauly) held at Swedish. **Proceedings...** University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden on 5-7 July, 309-310. 1999.

MOLONEY, A.P.; KENNEDY, C.; NOCI, F.; MONAHAN, F.J.; KERRY, J.P. Lipid and colour stability of *M. longissimus* muscle from lambs fed camelina or linseed as oil or seeds. **Meat Science**, v.92, p.1–7, 2012.

MOREIRA, F. B.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I. N.; NASCIMENTO, W. G. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus*×*Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.46, p.609–616, 2003.

NAJAFI, M. H.; ZEINOALDINI, S.; GANJKHANLOU, M.; MOHAMMADI, H.; HOPKINS, D.L.; PONNAMPALAM, E. N. Performance, carcass traits, muscle fatty acid composition and Meat sensory properties of male Mahabadi goat kids fed palm oil, soybean oil or fish oil. **Meat Science**. v. 92. p. 848-854, 2012.

OLIVEIRA, E.A.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W.; PIVARO, T.M.; ROSA, B.L.; FERNANDES, A.R.M.; ANDRADE, A.T. Quality traits and lipid composition of meat from Nellore young bulls fed with different oils either protected or unprotected from rumen degradation. **Meat Science**, v. 90, p.28–35, 2012.

PEARSON, T.A. Metabolic consequences of stearic acid relative to long-chain fatty acids. Paper presented to conference on metabolic consequences of stearic acid relative to other long-chain fatty acids. Atlanta, Ga.; November 5-6. 1993.

RACINE, N.M.; WATRAS, A.C.; CARREL, A.L.; ALLEN, D.B.; MCVEAN, J.J.; CLARK, R.R.; O'BRIE, A.R.; O'SHEA, M.; SCOTT, C.E.; SCHOELLER, D.A. Effect of conjugated linoleic acid on body fat accretion in overweight or obese children. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.91, p. 1157-1164, 2010.

SAVELL, J.W.; MUELLER, S.L.; BAIRD, B.E. The chilling process. **Meat Science**, p.449-459, 2005.

SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J. F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v.74, p.17–33, 2006.

SIMOPOULOS, A. P. n-3 Fatty Acids and Human Health: Defining Strategies for Public Policy. Paper no. L8818, in: **Lipids**, v.36, Supplement, 2001.

STECK, S. E.; CHALECKI, A. M.; MILLER, P.; CONWAY, J.; AUSTIN, G. L.; HARDIN, J. W.; ALBRIGHT, C. D.; THUILLIER, P. Conjugated linoleic acid supplementation for twelve weeks increases lean body mass in obese humans. **Journal of Nutrition**. v. 137, p. 1188-1193, 2007.

TUME, R. K., YANG, A. Fat color in beef. **Meat Focus International** (March), 81. 1996.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR CORTE. 1 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2006, 142p.

VESTERGAARD, M.; JENSEN, L.R.; ANDERSEN, H.R. Influence of house system, floor space allowance and grazing for young bulls on meat and eating quality. Effects of extensification on animal performance, carcass composition and product quality: occasional publication n.4 of concerted action AIR3-CT93-0947, Melle-Gontrode, Belgium, p.268-277, 1997.

WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. **Journal of Animal Science**, v.78, p.958-965, 2000

WOLFRAM, G. Dietary fatty acids and coronary heart disease. **European Journal of Medical Research**, v.8, p.321-324, 2003.

WOOD, J.D., RICHARDSON, R.I., NUTE, G.R.; FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P. R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.63, p.21-32, 2003.

WULF, D. M.; O'CONNOR, S. F.; TATUM, J. D.; SMITH, G. C. Using objective measures of muscle color to predict beef longissimus tenderness. **Journal of Animal Science**. v. 75, p. 684–692, 1997.

ZHAO, G.; SUN, W.; SONG, E.; MA, W.; WAN, F. Effects of different levels of roasted soybeans in high forage-based rations on conjugated linoleic acid of longissimus dorsi muscle, subcutaneous fat and liver of beef cattle. **African Journal of Biotechnology**. v.11(14), p.3290-3296, 2012.

ZUIN, R.G.; BUZANSKAS, M.E.; CAETANO, S.L.; VENTURINI, G.C.; GUIDOLIN, D.G.F.; GROSSI, A.S.; CHUD, T.C.S.; PAZ, C.C.P.; LOBO, R.B.; MUNARI, D.P. Genetic analysis on growth and carcass traits in Nelore cattle. **Meat Science**, v.91, p.352-357, 2012.