

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS JABOTICABAL

GORDURA PROTEGIDA COM DIFERENTES PERFIS DE
ÁCIDOS GRAXOS NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS
NELORE CONFINADOS

Felipe de Almeida Nascimento
Zootecnista

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS JABOTICABAL

GORDURA PROTEGIDA COM DIFERENTES PERFIS DE
ÁCIDOS GRAXOS NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS
NELORE CONFINADOS

Felipe de Almeida Nascimento

Orientador: Prof. Dr. Gustavo Rezende Siqueira

Coorientador: Dr. Rodrigo Dias Lauritano Pacheco

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

N124g Nascimento, Felipe de Almeida
Gordura protegida com diferentes perfis de ácidos graxos na
alimentação de bovinos Nelore confinados / Felipe de Almeida
Nascimento. -- Jaboticabal, 2017
xv, 63 p. : il. ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017
Orientador: Gustavo Rezende Siqueira
Banca examinadora: Josiane Fonseca Lage, Otávio Rodrigues
Machado Neto
Bibliografia

1. Nutrição. 2. Gordura protegida. 3. Confinamento. 4. Carcaça. I.
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.084.5:636.2

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



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: GORDURA PROTEGIDA COM DIFERENTES PERFIS DE ÁCIDOS GRAXOS
NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS NELORE CONFINADOS

AUTOR: FELIPE DE ALMEIDA NASCIMENTO
ORIENTADOR: GUSTAVO REZENDE SIQUEIRA
COORIENTADOR: RODRIGO DIAS LAURITANO PACHECO

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

Pesquisador Dr. GUSTAVO REZENDE SIQUEIRA
Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / APTA - Colina/SP

Pesquisadora Dra. JOSIANE FONSECA LAGE
Trouw Nutrition Brazil / Campinas, SP

Prof. Dr. STAVIO RODRIGUES MACHADO NETO (Participação por Videoconferência)
Departamento de Produção Animal / UNESP / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu

Jaboticabal, 24 de fevereiro de 2017.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Felipe de Almeida Nascimento - nascido em 26 de abril de 1990 em Umuarama, Paraná, filho de Célio Faustino do Nascimento e Valéria de Almeida Rosa Nascimento.

Graduou-se pela Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD em 2014. Ingressou no Mestrado em Zootecnia (bolsista CNPq), em março de 2015, pelo programa de Pós - Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, campus de Jaboticabal, sob orientação do professor Dr. Gustavo Rezende Siqueira e coorientação do Dr. Rodrigo Dias Lauritano Pacheco.

“O coração do homem traça seu caminho,
mas o Senhor lhe dirige os passos”
(Provérbios 16:9)

Aos meus pais, Célio e Valéria, que me apoiaram em todas as decisões que eu tomei em minha vida e pelo amor incondicional.

DEDICO

A todos os membros do Grupo de Estudos em Produção e Nutrição de Ruminantes
– Gepror pela amizade e companheirismos nesse trabalho.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre estar ao meu lado, dar saúde, disposição e alegria para enfrentar os desafios da vida e por sempre me mostrar o caminho em que seguir.

Aos meus pais, irmãs, avós e tios, por me oferecerem todas as condições para que pudesse trilhar os caminhos que me trazem hoje até aqui e pelo amor incondicional.

O meu orientador, Prof. Gustavo Rezende Siqueira, pela oportunidade de estar neste grupo de pesquisa e me ensinar a buscar conhecimento.

Ao professor Flavio Dutra de Resende pela luta constante para trazer melhorias ao nosso centro de pesquisa.

Aos amigos do grupo de estudos Gepror por todo o aprendizado, pela ajuda na condução do experimento e pela amizade.

Aos vários estagiários do UNIFEB pela ajuda na condução deste projeto.

A todos os moradores da Hospedaria da APTA. Muito obrigada por todo apoio, convivência e família que formamos. Em especial à Naiara, pelo auxílio e carinho. A vocês minha eterna amizade.

A FCAV/Unesp/Jaboticabal pela oportunidade de cursar o mestrado.

A Apta/Alta Mogiana pelas oportunidade do espaço para a realização desse trabalho.

O TODOS os funcionários da Apta. Em especial aos que eu mais precisei e que prontamente me ajudaram: Antônio (Tozinho), Sidiney (Subio), Miltinho, Rodolfo (Toga) e Regina.

Ao CNPq pela bolsa de estudo concedida.

SUMÁRIO

RESUMO	XI
ABSTRACT.....	XII
LISTAS DE ABREVIATURAS.....	XIII
CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais.....	1
1 Introdução.....	1
2 Revisão de Literatura.....	3
2.1 Confinamento de bovinos de corte no Brasil.....	3
2.2 Formas de aumentar o consumo de energia em uma dieta	5
2.3 Fontes de lipídeos para gado de corte.....	7
2.4 Utilização de gordura protegida.....	8
2.5 Metabolismo de ácido graxo	11
2.6 Efeito dos ácidos graxos na dieta.....	13
2.7 Ácidos graxos e a saúde humana	15
Referências.....	17
CAPÍTULO 2 – Gordura protegida com diferentes perfis de ácidos graxos na alimentação de bovinos Nelore confinados	33
INTRODUÇÃO	34
MATERIAL E MÉTODOS.....	36
RESULTADOS	45
DISCUSSÃO	52
CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS.....	56

CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado “**Suplementação com ácidos graxos específicos e seu impacto no desempenho e qualidade de carne de bovinos Nelores confinados**”, protocolo nº 15468/15, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Gustavo Rezende Siqueira, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de junho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 14 de setembro de 2015.

Vigência do Projeto	13/04/2016 a 31/08/2016
Espécie / Linhagem	<i>Bos indicus</i> / Nelore
Nº de animais	48
Peso / Idade	330 Kg (peso médio) / 20 meses
Sexo	Macho
Origem	Agropecuária Imperial

Jaboticabal, 14 de setembro de 2015.


Profª Drª Paola Castro Moraes
 Coordenadora – CEUA

GORDURA PROTEGIDA COM DIFERENTES PERFIS DE ÁCIDOS GRAXOS NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS NELORE CONFINADOS

RESUMO – Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da adição de um *blend* de óleo vegetal protegido, contendo uma mistura de ácidos graxos saturados e insaturados, sobre o desempenho e qualidade de carne de bovinos Nelore confinados. Foram utilizados 53 bovinos machos da raça Nelore, não castrados, com peso corporal (PC) inicial de $315 \pm 5,9$ kg e idade média de 20 meses. Seis animais foram abatidos inicialmente e 47 animais foram confinados, distribuídos em baias individuais. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, levando em consideração o PC inicial dos animais, utilizando o animal como unidade experimental, com os seguintes tratamentos: 1) dieta controle sem inclusão de gordura protegida (CON, n=16); 2) dieta com inclusão de óleo de soja protegido (NUT, n=16); 3) dieta com inclusão de um *blend* de óleo vegetal protegido contendo uma mistura de ácidos graxos saturados e insaturados (BRP, n=15). Animais que receberam o tratamento BRP tiveram melhor EA, em 5,88%, de 0,17 para 0,18, em comparação aos animais que receberam a dieta NUT. A ELM e a ELg foi maior para os animais que receberam o tratamento BRP quando comparado a adição de NUT ($P < 0.01$), o aumento foi de 0,16 Mcal/kg e 0,14 Mcal/kg respectivamente. O GMDc foi maior para os animais que consumiram BRP (0,946 kg/dia) em comparação aos que consumiram NUT (0,853 kg/dia) ($P = 0.03$). Isso proporcionou aumento de 13 kg no peso de carcaça quente para os animais do tratamento BRP (297 kg) em comparação aos animais do tratamento NUT (284 kg) ($P = 0,03$). Animais que receberam dietas com adição de gordura protegida apresentaram maior teor de EE na carcaça, 19,1%, quando comparados aos animais que receberam a dieta controle, 17,1%. A carne de animais que consumiram BRP apresentaram maiores teores de AGI ($P = 0,04$) e teores de ácidos graxos hipocolesterolêmicos ($P = 0,05$). Conclui-se que a adição de BRP proporciona melhor EA, EAc, GMDc, teor de AGI e hipocolesterolêmico de bovinos terminados em confinamento.

Palavras-chave: nutrição, gordura protegida, confinamento, carcaça

FAT PROTECTED WITH DIFFERENT FATTY ACID PROFILES IN FEED OF NELLORE FEEDLOT

ABSTRACT - The objective of this work was to evaluate the effect of the addition of a blend of protected vegetable oil containing a mixture of saturated and unsaturated fatty acids on the performance and meat quality of confined Nelore cattle. A total of 53 males were used, with an initial body weight (BW) of 315 ± 5.9 kg and mean age of 20 months. Six animals were initially slaughtered and 47 animals were confined, distributed in individual pens. The experimental design was a randomized complete block design, taking into account the initial BW of the animals, using the animal as an experimental unit, with the following treatments: 1) control diet without inclusion of protected fat (CON, n = 16); 2) diet with inclusion of protected soybean oil (NUT, n = 16); 3) diet containing a blend of protected vegetable oil containing a mixture of saturated and unsaturated fatty acids (BRP, n = 15). Animals that received the BRP treatment had better G:F in 5.88%, 0.17 to 0.18, compared to animals that received the diet NUT. NEm and NEg were higher for animals receiving BRP when compared to NUT ($P < 0.01$), the increase was 0.16 Mcal/kg and 0.14 Mcal/kg, respectively. The ADGc was higher for the animals that consumed BRP (0.946 kg/d) compared to those that consumed NUT (0.853 kg/d) ($P = 0.03$). This led to an increase of 13 kg hot carcass weight for animals BRP treatment (297 kg) compared to animals NUT treatment (284 kg) ($P = 0.03$). Animals that received diets with added protected fat had a higher EE content in the carcass, 19.1%, when compared to the animals that received the control diet, 17.1%. The meat of animals that consumed BRP had higher levels of unsaturated fatty acids ($P = 0.04$) and levels of hypocholesterolemic fatty acids ($P = 0.05$). It is concluded that the addition of BRP provides better EA, EAc, GMDc, unsaturated fatty acids and hypocholesterolemic content of feedlot terminated bovines.

Keywords: nutrition, protected fat, confinement, carcass

LISTAS DE ABREVIATURAS

a*	índice de vermelho
AGCC	ácidos graxos de cadeia curta
AGI	ácidos graxos insaturados
AGI:AGS	relação entre ácidos graxos insaturados e saturados
AGMI	ácidos graxos monoinsaturados
AGMI:AGS	relação entre ácidos graxos monoinsaturados e saturados
AGPI	ácidos graxos poli-insaturados
AGPI:AGS	relação entre ácidos graxos poli-insaturados e saturados
AGS	ácidos graxos saturados
AOL	área de olho de lombo
b*	índice de amarelo
CMS	consumo de matéria seca
CNF	carboidratos não fibrosos
Comp	comprimento de carcaça
CT	carboidratos totais
Diant_PCF	relação entre o peso do dianteiro e o peso de carcaça fria
EA	eficiência alimentar
EAc	eficiência alimentar de carcaça
ED	energia digestível
EE	extrato etéreo
EGS	espessura de gordura subcutânea
ELg	energia líquida de ganho da dieta

ELm	energia líquida de manutenção da dieta
EM	energia metabolizável
EMSGP	energia metabolizável suprida pela gordura protegida
FDA	fibra em detergente neutro
FDN	fibra em detergente ácido
Fig_PCQ	relação entre o peso do fígado e o peso de carcaça quente
GMD	ganho médio diário
GMDc	ganho médio diário de carcaça
GP	gordura protegida
GRPI	gordura renal, pélvica e inginal
GRPI_PCF	relação entre o peso de GRPI e o peso de carcaça quente
ICC	índice de compactidade da carcaça
Kg	kilograma
L*	luminosidade
LDL	lipoproteína de baixa densidade
MM	matéria mineral
MS	matéria seca
NDT	nutrientes digestíveis totais
PA_PCF	relação entre o peso da PA e o peso de carcaça fria
PB	proteína bruta
PC	peso corporal
PCF	peso de carcaça fria
PCQ	peso de carcaça quente

PPC	perda por cocção
PPR	perda por resfriamento
Profun	profundidade de carcaça
RC	rendimento de carcaça
Tcoxao	tamanho de coxão
TRAS_PCF	relação entre o peso de traseiro especial e o peso de carcaça fria
VLDL	lipoproteína de muito baixa densidade
WBSF	warne-bratzer shear force

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

1 Introdução

O Brasil detém o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, 209,13 milhões de cabeça, e ocupa a segunda posição mundial em abates de bovinos atrás dos Estados Unidos: 39,16 milhões de cabeças, produzindo 9,56 milhões de toneladas equivalente carcaça. Do total da carne produzida 1,88 milhões de toneladas equivalente carcaça foram exportadas em 2015, sendo o maior exportador mundial (ABIEC, 2016). Em 2014, o Brasil confinou aproximadamente 4,5 milhões de animais (ANUALPEC, 2015).

Ao analisar as margens da atividade pecuária ao longo dos últimos anos, é marcante a redução da lucratividade por animal e por área (ABIEC, 2016). O confinamento deve ser utilizado como uma importante ferramenta dentro do sistema de produção pois, permite, principalmente, ganhos em escala de produção. No confinamento, a dieta é a responsável pelo maior custo da produção da carne, quando se desconsidera a aquisição do animal (BOSA et al., 2012). Devido a este fator, a dieta se torna muito importante, pois é ela que irá suprir as necessidades do animal, permitindo um bom desempenho e uma carcaça atenda às exigências do frigorífico (RESENDE et al., 2011). Como no confinamento tem-se melhor controle da alimentação, produtores podem utilizar ingredientes na dieta que permitam ao animal melhorar seu desempenho, produzindo carcaças mais pesadas em menor tempo e com melhor acabamento.

O aumento da densidade energética pode ser realizado através do aumento do concentrado na dieta, processamento de grãos e por meio de suplementação com lipídeos (NELSON et al., 2004). Em pesquisa realizada por Millen et al. (2009), o teor médio de extrato etéreo da dieta (EE) foi de 4,7%. Oliveira e Millen (2014) observaram teor médio de 4,6% de EE nas dietas. Pinto e Millen (2016) relataram que as dietas de confinamento têm em média 5% de EE. Esses resultados indicam que ocorreu aumento na densidade energética das dietas de terminação no Brasil. A adição de lipídeos nas dietas tem como vantagem o aumento da densidade energética sem aumentar a quantidade de concentrado, diminuindo assim o teor de carboidratos

fermentados no rúmen, conseqüentemente diminuindo riscos de acidose, timpanismo e laminites. Porém, a adição de lipídeos *in natura* pode prejudicar o ambiente ruminal, pois afeta alguns microrganismos, principalmente bactérias Gram-positivas, metanogênicas e protozoários (PALMQUIST; MATTOS, 2011). Uma forma de se ter o benefício da utilização de lipídeos sem prejuízos no ambiente ruminal seria a utilização de gordura protegida. A utilização de gordura protegida na dieta, além de melhorar a qualidade da carne, melhora o desempenho animal. A utilização de gordura protegida melhorou o ganho médio diário dos animais confinados em 13,53% segundo Silva et al. (2007), aproximadamente 21,55% segundo Fiorentini et al. (2012) e Rosa et al. (2013) e 10,46% de acordo com Barducci et al. (2015), além de melhorar a eficiência alimentar (PUTRINO et al., 2006; ROSA et al, 2013; BARDUCCI et al. 2015).

Atualmente, sabe-se que os lipídios podem regular o metabolismo e a funcionalidade das células (JUMP, 2002), ao contrário do que se pensava no passado, quando se achava que os ácidos graxos seriam apenas substratos energéticos e componentes estruturais de membranas. Os ácidos graxos têm a capacidade de modular a transcrição de genes que codificam enzimas adipogênicas, sendo que ácidos graxos saturados promovem e ácidos graxos insaturados suprimem a expressão destas enzimas, refletindo assim na síntese de ácidos graxos o que pode influenciar a eficiência de crescimento. Dentre as fontes utilizadas para a produção da gordura protegida o óleo de soja se destaca, sendo este rico em ácidos graxos insaturados, principalmente os poli-insaturados, devido a esta fator, gurdura protegida com um perfil de ácidos graxos mais saturados tendem a produzir melhor acabamento de carcaça e carne com maior grau de marmoreio (CHOI et al., 2013).

Diante do exposto, a suplementação com composição adequada de ácidos graxos saturados e insaturados protegidos é uma ferramenta extremamente versátil, pois pode acarretar melhorias nos índices produtivos dos animais, porém existem poucos trabalhos que avaliam a suplementação de ácidos graxos específicos. Por tanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de um *blend* de óleo vegetal protegido contendo uma mistura de ácidos graxos saturados e insaturados, sobre o desempenho e a qualidade de carne de bovinos Nelore confinados.

2 Revisão de Literatura

2.1 Confinamento de bovinos de corte no Brasil

A terminação de animais em confinamento vem aumentando ao longo dos últimos seis anos. Em 2010, o número de animais confinados era de 3,05 milhões, já em 2015 o número de animais confinados foi de 5,05 milhões, sendo o aumento neste período de 65,6% (ABIEC, 2016).

O confinamento de bovinos é considerado uma estratégia para a fase de terminação dos animais, com o propósito de melhorar a produtividade (SAINZ; FARJALLA, 2009). A adoção desse sistema antecipa o abate dos animais, melhora o controle da alimentação, aumenta a produtividade por área, libera áreas para outras categorias e pode melhorar a qualidade da carcaça (MEDEIROS, 2014). Esta tecnologia possibilita a produção intensiva de carne através da exploração da máxima eficiência biológica aliada à rápida deposição do tecido muscular e adiposo, que representam as variáveis capazes de determinar o sucesso deste sistema (ARRIGONI et al., 2004).

Até o início da década de 90, a produção de bovinos em confinamento no Brasil, tinha como principal justificativa a possibilidade de permitir o aproveitamento do diferencial de preços do boi gordo na entressafra (BURGUI, 2001). Mais do que as vantagens de abater um bovino mais novo, com acabamento adequado, ou de aproveitar subprodutos na sua alimentação, a grande motivação dos confinadores era o recebimento de um valor da arroba, pelo menos, 30% mais alto do que o praticado na safra. Hoje o confinamento é ferramenta de manejo que auxilia os sistemas de produção em pastagens, pois estrategicamente retira os animais do pasto durante a estacionalidade da produção forrageira e acelera o crescimento dos bovinos que são abatidos mais jovens e mais pesados (ALMEIDA et al., 2010), e passou a ser utilizado por algumas empresas como ferramenta para produção de carne de qualidade no ano inteiro (PAULINO et al., 2014).

Devido ao rebanho de corte nacional ser composto por 80% de animais zebuínos (JOSAHKIAN; VENTURA, 2016), ocorre a predominância destes animais nos confinamentos, cerca de 77,4% segundo OLIVEIRA e MILLEN (2014). Macho não

castrados representa a categoria preferida pelos confinadores brasileiros, está presente em quase 70% dos confinamentos do país, onde os tourinhos comumente iniciam o confinamento com peso médio de 370 kg, permanecendo confinados no mínimo 84 dias (MILLEN; SARTI, 2011), com ganhos médios diários de 1,50 kg (OLIVEIRA; MILLEN, 2014).

Porém, a lucratividade dos confinadores tem diminuído principalmente em função do alto custo da alimentação e, desde o início do plano real, a arroba do bezerro passou a ser mais valorizada que a arroba do boi gordo, ou seja passou a ter ágio, sendo mais evidente de 2007 em diante (RESENDE et al., 2016). Devido às margens de retorno econômico nas atividades pecuárias se encontrarem cada vez mais restritas, a busca por maior eficiência produtiva se torna uma questão de sobrevivência (SOUZA, 2013). Para permanecerem na atividade os pecuaristas tiveram que se adequarem a este novo cenário, produzindo em escala, a custos competitivos e oferecendo um produto com qualidade diferenciada (ABRAHÃO et al., 2005).

Um dos requisitos para ter melhor qualidade da carne é o acabamento da carcaça. A gordura atua como isolante térmico da carcaça, evitando o encurtamento das fibras musculares e o endurecimento da carne, além de prevenir o escurecimento e a redução do peso da mesma, dado à perda excessiva de água (FELÍCIO, 1998).

A maioria dos animais abatidos são machos não castrados, terminados em pastagens, com baixo nível de suplementação, idade superior a 24 meses, a deposição de gordura nesta categoria se torna difícil, devido ao efeito anabólico da testosterona, pois provoca aumento na hipertrofia muscular, favorecendo a deposição de proteína em detrimento da deposição de gordura (BARDIN E CATTERAL, 1981). Sendo assim, para que estes animais depositem gordura, a dieta deve fornecer maior aporte energético. Existem duas maneiras simples de fornecer maior aporte energético, uma seria aumentar o consumo de matéria seca pelo animal e a outra seria através do adensamento energético da dieta. O consumo é mais difícil de se manipular, portanto, o adensamento das dietas se torna a maneira mais viável para o aumento no consumo de energia e conseqüentemente melhor acabamento.

2.2 Formas de aumentar o consumo de energia em uma dieta

As dietas americanas de confinamento contêm densidades calóricas de 2,70 a 3,45 Mcal EM/kg de MS. Os limites calóricos superiores para maximizar ganho médio diária (GMD) conversão alimentar são 3,16 e 3,45 Mcal/kg de MS, respectivamente (KREHBIEL; CRANSTON; MCCURDY, 2006). No Brasil, as concentrações energéticas variam de 2,5 a 2,7 Mcal EM/kg de MS devido à alta proporção de volumoso na dieta, baixo processamento dos grãos e baixo teor de EE (ALMEIDA et al., 2010).

As dietas nos confinamento brasileiros têm por característica proporções relativamente altas de volumosos, quando comparada às dietas americanas. Os teores de volumosos estão normalmente em torno de 10 a 30% da MS (OLIVEIRA; MILLEN, 2014), já nas dietas americanas em média 8 a 9% da MS (HALES et al., 2013).

Uma forma de aumentar a densidade energética seria através do aumento no teor de concentrado das dietas. Gesualdi Jr. et al. (2000) observaram a influência dos níveis de concentrado nas dietas (25, 37,5, 50, 62,5 e 75%) sobre o tempo de confinamento. Os animais que receberam nível de concentrado mais alto chegaram ao peso de abate primeiro. Segundo Resende et al. (2001) e Missio et al. (2009), o ganho médio diário aumenta com a maior inclusão de concentrado na dieta.

Outra questão que está relacionada à densidade energética da dieta é o processamento dos grãos. No Brasil, a inclusão de grão na dieta é de 51 a 65% da MS (OLIVEIRA e MILLEN, 2014). Os grãos são os principais constituintes das dietas para os animais confinados, e são frequentemente processados para aumentar a digestibilidade do amido no rúmen e no trato total, e a concentração de EM da dieta (OWENS et al., 1997, KREHBIEL; CRANSTON; MCCURDY, 2006; PINTO; MILLEN, 2016). O processamento de grãos para a alimentação animal tem como objetivo melhorar o aproveitamento dos nutrientes (ORSKOV, 1986). Conforme classificação de Hale (1973), os métodos de processamento podem ser secos ou úmidos. Assim, quebrar, moer, tostar e peletizar são exemplos de processamentos a seco, enquanto que ensilar os grãos com alta umidade, flocular, explosão e cozimento sob pressão são exemplos de processamentos úmidos. Segundo Theurer (1986), a união dos dois

processos, redução no tamanho de partícula e aplicação de vapor, melhoram ainda mais a eficiência de digestão dos alimentos. Contudo, no Brasil, o principal processamento empregado é quebra e a moagem do grão, utilizado em 94% dos confinamentos; floculação e silagem de grão úmido ainda são pouco utilizadas, apenas em 6% dos confinamentos (OLIVEIRA; MILLEN, 2014).

O principal objetivo do processamento é aumentar a disponibilidade de energia (amido) (OWENS et al., 1997). Segundo Owens e Zinn (2005), as concentrações energéticas com o processo de floculação aumentam em 14 e 18,5%, respectivamente para ELM e ELG. A silagem de grão úmido pode aumentar o valor energético em cerca de 7 a 12 % (ALMEIDA et al., 2010)

De 5 a 7% da energia bruta consumida pelos ruminantes pode ser perdida na forma de metano, sendo que dietas com alto teor de grãos esta perda é de até 3 % (HRISTOV et al., 2013). Através da manipulação da fermentação ruminal é possível diminuir as perdas por metano e alterar as proporções dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) produzidos no rúmen, melhorando assim a eficiência do animal.

A utilização de aditivos na dieta é uma ferramenta que auxilia a manipulação da fermentação ruminal. Segundo Oliveira e Millen (2014), o aditivo mais utilizado nos confinamentos do brasileiros são os ionóforos, aproximadamente 94%. A ação dos ionóforos no rúmen ocorre por meio de mudanças na população microbiana, selecionando as bactérias Gram-negativas, produtoras de ácido succínico ou que fermentam ácido láctico, e inibem as Gram-positivas, produtoras de ácido acético, ácido butírico, ácido láctico e H₂ (MORAIS; BERCHIELLI; REIS, 2011). Em função do seu modo de ação os ionóforos aumentam a eficiência do metabolismo de energia das bactérias ruminais e/ou animal, alterando a proporção de AGCC (aumenta a proporção de propionato) produzido e diminuindo a produção de metano. Segundo o NRC (1996), a inclusão de ionóforos na dieta aumenta em 12% a ELM.

No entanto, a elevação da proporção de alimentos concentrados nas dietas aumenta a possibilidade de ocorrência de distúrbios metabólicos como a acidose ruminal (LADEIRA et al., 2014a). O aumento da densidade energética da ração, obtido por meio de suplementação com lipídios é uma estratégia nutricional que pode ser utilizada na engorda de bovinos, com a promoção de resultados satisfatórios de desempenho (VALINOTE et al., 2005; BASSI et al., 2012).

Messana et al. (2013), recomendou teores de EE para bovinos Nelore, entre 4 a 6%. Teores acima de 7% de EE na matéria seca (MS), causam danos à fermentação ruminal (SULLIVAN et al., 2004; KOZLOSKI, 2011). Contudo, em regiões de altas temperaturas, a suplementação com 8 a 10% de EE na MS tem sido empregada com sucesso, pois o consumo nestas regiões geralmente é comprometido (PALMQUIST e MATTOS, 2011). Nos confinamentos do Brasil, o teor máximo de EE nas dietas é de 6,6% (PINTO e MILLEN, 2016), menor do que o valor de 7,6% relatado por Vasconcelos e Galyean (2007) em confinamentos americanos. De acordo com Fiorentini et al. (2013), a fonte lipídica é muito importante, pois ela pode alterar a digestibilidade e o desempenho animal.

2.3 Fontes de lipídeos para gado de corte

A adição de lipídeos pode ser feita com fontes como óleo vegetal, sementes inteiras ou moídas de oleaginosas (soja, algodão, girassol, linhaça, etc.) e gordura protegida da degradação ruminal. As sementes de oleaginosas são utilizadas pelas altas concentrações de lipídios e por apresentarem características interessantes com relação à taxa de liberação do óleo, que ocorre à medida que o animal vai consumindo, através da mastigação, chegando pequenas frações no ambiente ruminal (COPPOCK; WILKS, 1991).

Segundo Oliveira e Millen (2014), a principal fonte lipídica utilizada em confinamento é a semente de algodão integral, recomendada por 62,5% dos nutricionistas. Este fato pode ser justificado pelas características químico-bromatológicas do caroço de algodão, uma vez que possui cerca de 20% de EE, 45% de FDN e 22% de PB (VALADARES FILHO; PAULINO; MAGALHÃES, 2006), além de ser mais barato em comparação ao grão de soja.

A adição de óleos vegetais na dieta melhora a eficiência alimentar e a composição lipídica da carne (ZINN; SHEN, 1996; WOOD et al., 2008). Porém, a adição na forma *in natura* na dieta de bovinos pode causar alterações na atividade ruminal, pois afeta alguns microrganismos, principalmente bactérias Gram-positivas, metanogênicas e protozoários (PALMQUIST; MATTOS, 2011), causando prejuízos no desempenho e nas características da carcaça dos animais.

O óleo vegetal presente nas dietas pode reduzir a digestibilidade da fibra, pois, o recobrimento das partículas dos alimentos pelo óleo impede que os microrganismos degradem a fração fibrosa (VALADARES FILHO; PINA, 2011), reduzindo a taxa de passagem dos alimentos e diminuindo o consumo de matéria seca; o que também pode prejudicar o desempenho. Além disso, segundo Bassi et al. (2012), o impacto na redução está relacionada não só à quantidade, mas também ao tipo de ácido graxo presente no suplemento, uma vez que lipídeos ricos em ácidos graxos insaturados tendem a provocar maior redução na digestibilidade.

Fiorentini et al. (2015) observaram diminuição no consumo de matéria seca de animais que receberam dietas com adição de óleos de palma e linhaça e soja grão integral em relação ao controle sem adição de lipídeo. Essa redução da ingestão com a inclusão de ácidos graxos pode estar associada à digestibilidade reduzida, especialmente na fração de fibra (WANAPAT et al., 2011). Uma alternativa para reduzir os problemas metabólicos dos alimentos ricos em gordura seria o fornecimento de gordura protegida da biohidrogenação ruminal (AFERRI et al., 2005), que não influencia o processo digestivo ruminal, sendo dissolvida e absorvida no intestino delgado.

2.4 Utilização de gordura protegida

A utilização de gordura protegida (GP) da degradação ruminal, através da adição de sais de cálcio, pode reduzir os efeitos negativos sobre a atividade ruminal. Conceitualmente, a GP passa pelo rúmen quase de forma inerte, sendo pouco dissociados dentro dele, não prejudicando a atividade dos microrganismos ruminais (PALMQUIST; MATTOS, 2011). Todavia, deve-se ter precaução, pois, segundo Klusmeyer e Clark (1991), a proteção dos sais de cálcio é parcial, em torno de 77%, podendo variar com a composição de ácidos graxos (SUKHIJA; PALMQUIST, 1990).

Segundo Church e Dwight (2002), os sabões de cálcio são obtidos a partir de ácidos graxos de cadeia longa que ficam livres num processo de cisão dos triglicerídeos de óleos vegetais. Esses ácidos graxos reagem com sais de cálcio, unidos na forma de um sal, popularmente conhecido como sabão cálcico. Os sabões de cálcio somente são digeridos no organismo animal em meio ácido. No rúmen, o meio é apenas ligeiramente ácido ($\text{pH} = 6,2$), o que faz com que ele permaneça

inalterado. Ao chegar ao abomaso, o meio torna-se extremamente ácido (pH entre 2 e 3), ocorrendo o desdobramento do sabão de cálcio, com a liberação para o intestino dos ácidos graxos e íons de cálcio.

Sukhija e Palmquist (1990) mostraram que a estabilidade dos sais de cálcio no rúmen depende diretamente da fonte de ácidos graxos e do seu grau de insaturação, sendo que quanto mais insaturados forem, menor será a estabilidade dos produtos no ambiente ruminal. Os sais de cálcio à base de óleo de palma, mostraram-se estáveis mesmo em pH de 5,5, dissociação inferior a 10%, enquanto o produto à base de óleo de soja apresentou valor de dissociou em torno de 45%. Esta diferença se deve a composição dos ácidos graxos presente no óleo de palma e soja, e suas características químicas. O óleo de palma é rico em ácidos graxos saturados (AGS), que possuem o ponto de fusão mais elevado e o pKa de 4,6, tornando menos solúvel. Em contra partida, o óleo de soja é rico em ácidos graxos insaturados (AGI), possuem ponto de fusão mais baixo e o pKa de 5,6, o que os torna mais solúveis (SUKHIJA; PALMQUIST, 1990; LEHNINGER; NELSON; COX, 2005; PALMIQUIST; MATTOS, 2011).

A utilização de gordura protegida têm sido utilizada na alimentação de ruminantes com o intuito de aumentar a densidade energética da dieta, melhorar o desempenho animal. A Tabela 1 apresenta valores médios de dados encontrados na literatura sobre o desempenho de animais confinados recebendo ou não fontes de lipídeos.

1 Tabela 1. Desempenho de bovinos confinados, suplementados ou não com fontes lipídicas.

Fonte	Delineamento	Nº	Classe Sexual	Raça	% EE	NDT (%)	Trat.	CMS	GMD	EA
Aferri et al. (2005)	DIC	12	Macho castrado	Cruzado 3/4 <i>Bos taurus taurus</i>	-	77,0	CONT	9,20ab	1,204	0,13
		12			-	78,0	C.Algod	9,49 ^a	1,169	0,12
		12			-	82,0	GP	8,12b	1,107	0,14
Putrino et al. (2006)	DBC	24	Macho castrado	Nelore	-	-	CONT	-	1,331	0,15
		24			-	-	GP	-	1,450	0,17
Silva et al. (2007)	DIC	24	Macho não castrado	Nelore	3,44	74,0	CONT	8,60e	1,300b	-
		24			6,57	78,2	GP	10,40d	1,476 ^a	-
Araujo et al. (2010)	DIC	10	Macho não castrado	Braford	3,93	-	CONT	-	1,07	0,15
		10			5,91	-	GPSat	-	1	0,15
		10			6,02	-	GPInsat	-	0,78	0,13
Fiorentini et al. (2012)	DIC	7	Fêmea	Cruzadas (Nelore x Santa Gertrudis x Braunvieh)	5,80	-	GS	7,79e	1.390b	-
		7			5,80	-	GP	8,80d	1.710 ^a	-
		7			5,80	-	OS	7,88e	1.420b	-
Rosa et al. (2013)	DBC	7	Macho não castrado	Nelore	1,95	71,5	CONT	10,3	1,170e	0,11e
		7			5,24	76,7	OS	10,3	1,410d	0,14d
		7			5,59	76,7	GP	10,3	1,420d	0,14d
		7			7,47	76,7	OL	10,0	1,400d	0,14d
		7			2,47	76,7	GPOL	9,9	1,420d	0,14d
Fiorentini et al. (2014)	DIC	9	Macho não castrado	Nelore	2,79	71,9	CONT	8,88d	1,150d	0,12d
		9			7,05	84,0	OP	4,80f	0,360e	0,08e
		9			7,02	84,0	OL	7,10e	0,850e	0,12d
		9			6,99	84,5	GP	7,57de	0,990de	0,13d
		9			6,97	83,8	GS	6,47e	0,840e	0,13d
Ladeira et al. (2014) ^b	DIC	10	Macho não castrado	Red Norte	6,50	-	SG	11,6	1,710	-
		10			6,50	-	SGM	11,5	1,670	-
		10			6,70	-	GP	11,5	1,830	-
		10			6,70	-	GPM	11,1	1,830	-
Barducci et al. (2015)	DIC	40	Macho não castrado	Nelore	3,50	80,0	CONT	9,71e	1,530	0,16
		40			5,30	80,0	TAlgod	10,7d	1,730	0,16
		40			5,20	82,0	GP	9,83e	1,690	0,17

2 DIC=delineamento inteiramente casualizado; DBC=delineamento em blocos casualizados; Nº=número de animais; %EE=extrato etéreo; Trat.=tratamentos;
3 CMS=consumo de matéria seca; GMD=ganho médio diário; EA=eficiência alimentar; CONT=controle; OL=óleo de linhaça; GP=gordura protegida;
4 CAlgod=caroço de algodão; GPSat=gordura protegida saturada; GPInsat=gordura protegida insaturada; GS=grão de soja; OS=óleo de soja; GPOL= gordura
5 protegida de óleo de linhaça; OP=óleo de palma; SGM=soja grão+monensina; GPM=gordura protegida+monensina; TAlgod=torta de algodão. a-c médias diferem
6 a 5%; d-f médias diferem a 1%.

Silva et al. (2007) observaram aumento no CMS em 20,9% quando foi adicionado GP na dieta de machos castrados em comparação ao controle. Contudo, vários autores não observaram efeitos da adição de GP sobre o CMS de bovinos machos não castrados (ROSA et al, 2013; FIORENTINI et al., 2014; LADEIRA et al., 2014b; BARDUCCI et al., 2015). Quando comparou a adição de GP e caroço de algodão Aferra et al. (2005) observou redução no CMS em 14,4% na dieta de machos castrados, já Barducci et al. (2015) observou redução de 8,13% na dieta com adição de GP de machos não castrados em comparação com adição de torta de algodão.

Os dados da literatura indicam que a adição de GP promove aumento no GMD. Silva et al. (2007) relataram aumento de 13,53%; Fiorentini et al. (2012) e Rosa et al. (2013) relataram aumento de aproximadamente 21,55% e Barducci et al. (2015) 10,46%.

Assim como no GMD, a adição de GP melhora a eficiência alimentar (EA). Putrino et al. (2006) observaram aumento de 13,33%; Rosa et al. (2013) relataram aumento de 27,27% e Barducci et al. (2015) observaram aumento de 8,23%. Segundo Zinn e Shen (1996), este melhor desempenho de animais que receberam GP se deve ao maior teor de energia metabolizável dos lipídeos em relação aos alimentos ricos em carboidratos e proteínas.

2.5 Metabolismo de ácido graxo

De acordo com Jenkins e Jenny (1992) e Jenkins (1993), o processo de digestão de lipídeos, no rúmen, pode ser resumido por duas principais etapas, sendo: lipólise e biohidrogenação de AGI.

O processo de lipólise consiste na quebra das ligações éster existentes entre ácidos graxos e o glicerol de maneira rápida e extensiva pelas enzimas microbianas lipolíticas no rúmen, tendo como consequência a formação de ácidos graxos livres e glicerol (JENKINS, 1993). A hidrólise é predominantemente realizada pelas bactérias ruminais, sendo geralmente alta (>85%) e podendo ser influenciada por alguns fatores, como o nível de gordura na ração, pH ruminal e a utilização de ionóforos, que podem inibir a atividade e crescimento de bactérias (DOREAU; CHILLIARD, 1997; HARFOOT; HAZLEWOOD, 1997). O glicerol oriundo desta hidrólise pode então ser

metabolizado pelos microrganismos ruminais para produzir ácidos graxos de cadeia curta (NAGARAJA et al., 1997), sendo o propionato o principal ácido graxo produzido.

Os AGI livres, liberados como consequência da hidrólise microbiana, podem exercer efeitos antimicrobianos no ambiente ruminal (PALMQUIST; JENKINS, 1980), o que resultaria em alterações da proporção molar dos ácidos graxos de cadeia curta (DOREAU; CHILLIARD, 1997). Para reduzir os efeitos tóxicos dos AGI, os microrganismos ruminais utilizam a biohidrogenação ruminal, sendo que o ácido esteárico (C18:0) é formado ao término das reações (JENKINS, 1993). Todavia, o acúmulo de ácido linoleico no ambiente ruminal pode inibir a biohidrogenação completa (JENKINS; ADAMS, 2002).

As taxas de lipólise e biohidrogenação irão depender da quantidade e do tipo de fonte lipídica fornecida aos animais (BEAM et al., 2000) e do pH ruminal (VAN NEVEL; DEMEYER, 1995). No entanto, o grau de biohidrogenação pode variar de 60 a 90%, sendo encontrado valores médios de 70% (ZINN et al., 2000). De acordo com Hess, Moss e Rule (2008), à medida que se aumenta o teor de lipídeos nas dietas de ruminantes tem-se aumento no escape de triglicerídeos para o intestino delgado, como consequência da redução na lipólise e biohidrogenação ruminal de ácidos graxos.

Ao chegar no intestino, o conteúdo duodenal não é neutralizado pelo bicarbonato pancreático, portanto o pH permanece baixo (PALMQUIST; MATTOS, 2011). A bile funciona então como detergente para remover os ácidos graxos das partículas de alimentos, em vez de emulsificar os glicerídeos e ativar as lipases, como em animais monogástricos (PALMQUIST; MATTOS, 2011). Em todas as espécies, a formação de micelas pode ser considerada o principal fator para o processo de solubilização e, portanto, a fase decisiva para a eficiência de absorção de ácidos graxos (BAUMAN; LOCK, 2006). A bile de ruminantes é fonte importante de lecitina que, quando hidrolisada pela enzima pancreática fosfolipase, forma 1-Acil isolecitina e o ácido oleico, sendo que essas substâncias funcionam como poderosos agentes emulsificantes para incorporar os ácidos graxos na micela para posterior absorção (PALQUIST; MATTOS, 2011).

Assim que atravessa a membrana da mucosa intestinal, a maior parte dos ácidos graxos é reesterificada, nos enterócitos, a triglicerídeos, fosfolipídios e ésteres

de colesterol. Os lipídeos esterificados são absorvidos na forma de lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL) sintetizadas nos enterócitos, as quais são lançadas na circulação sanguínea (KOZLOSKI, 2011).

A digestão da gordura protegida difere um pouco, pois ela passa pelo rúmen sem causar grandes alterações. No abomaso, onde o ambiente é caracterizado por pH baixo, os lipídeos oriundos de gordura protegida são então dissociados dos sabões de cálcio e os ácidos graxos passa para a forma livre agora aderidos às partículas dos alimentos, após este processo de liberação a digestão e absorção segue os passos citados acima (PALMQUIST; MATTOS, 2011).

A eficiência energética dos lipídeos é melhor que a eficiência energética dos carboidratos, pois, de acordo com Zinn & Shen (1996), os lipídeos possuem maiores teores de energia metabolizável em relação aos alimentos ricos em carboidratos e proteína.

2.6 Efeito dos ácidos graxos na dieta

No passado, achava-se que os ácidos graxos eram apenas substratos energéticos e componentes estruturais de membranas. Porém, hoje, sabe-se que a composição de ácidos graxos da dieta regula o metabolismo e a funcionalidade das células. Segundo Pacheco et al. (2016), o avanço das técnicas de culturas celulares e de expressão gênica abriram novos horizontes para a exploração do potencial de ácidos graxos específicos sobre os tecidos musculares e adiposos, em especial por suas ações sobre as células satélites ou pela possível diferenciação e proliferação dos adipócitos. Muitos dos genes que controlam a diferenciação dos adipócitos em bovinos são regulados por ácidos graxos circulantes no plasma.

Solomon, Lynch e Lough (1992) observaram aumento de 2 mm na gordura subcutânea de ovinos suplementados com óleo rico em AGS em relação ao grupo controle. Lough et al. (1994) observaram que o fornecimento de óleo rico em AGS para cordeiros não teve efeito sobre GMD ou EA, mas aumentou a espessura de gordura subcutânea. Partida et al. (2007) demonstraram, através de painel sensorial, que novilhos alimentados com óleo rico em AGS na dieta produziu carne mais macia sem afetar o sabor da carne.

Segundo Choi et al. (2013), a suplementação de óleo rico em AGS para ruminantes tende ($P = 0,09$) a aumentar o escore de marmoreio e a síntese de lipídeos a partir de glicose e acetato, sendo 12%, 145 e 153% respectivamente maior que os animais suplementados com óleo rico em AGI, além de aumentar em 30% o volume de adipócitos sem aumentar o teor de ácido palmítico ou reduzir o ácido oleico da carne e gordura subcutânea. O óleo rico em AGI diminuiu o GMD, a EA e a ingestão de matéria seca.

De acordo com Jump (2002) os ácidos graxos presente na dieta podem estimular ou inibir genes que codificam enzimas lipogênicas específicas. Devido esta interação tem-se inúmeras possibilidades no que diz respeito a deposição de ácidos graxos no tecido adiposo (OLIVEIRA, 2013).

Ácidos graxos saturados, ácido palmítico (16:0) e ácido esteárico (18:0), promovem fortemente a expressão de genes adipogênicos em pré-adipócitos intramuscular (CHOI et al., 2015). Por outro lado, ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) têm o efeito de suprimir as taxas de transcritos que codificam enzimas lipogênicas, resultando na redução da capacidade lipogênica (CLARKE; JUMP, 1993). Estes ácidos têm a capacidade de modular a transcrição do gene que codifica a enzima esteroil CoA dessaturase, enzima que atua na conversão do ácido vacênico em ácido linoleico conjugado, e que apresenta menor expressão gênica à medida que o teor de AGPI aumenta no tecido muscular (WATERS et al., 2009; HERDMANN et al., 2010).

O uso de ácido graxos saturados protegidos, como o ácido palmítico, em dietas para bovinos, poderia incrementar a concentração deste nos tecidos, o que é indesejável nutricionalmente. Todavia, os tecidos muscular e adiposo têm a capacidade de promover o alongamento do ácido palmítico para o ácido esteárico que é, subsequentemente, dessaturado para ácido oleico por meio da enzima dessaturase esteroil-Coenzima A (ST JOHN et al., 1991). O aumento de ácido oleico na carcaça aumenta a palatabilidade (WESTERLING; HEDRICK, 1979) e a qualidade da carne (ADAMS et al., 2010). No entanto, ácido oleico deprime a expressão adipogênica quando utilizado diretamente em dietas para bovinos.

2.7 Ácidos graxos e a saúde humana

Atualmente, há uma preocupação com a saúde alimentar humana, não somente quanto à qualidade sanitária dos alimentos, mas principalmente, em relação aos possíveis efeitos (maléficos ou benéficos) de determinados alimentos ou nutrientes sobre a saúde dos consumidores (KAZAMA et al., 2008). Os consumidores estão mais conscientes a respeito da composição da gordura na sua dieta e o desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Dieta rica em gorduras saturadas, colesterol e sal são fatores de risco para doenças cardiovasculares (HOFFMAN et al., 2005; LIMA et al., 2000).

Os lipídeos estão presentes na carne bovina na forma de gordura subcutânea, gordura intramuscular (dentro das fibras musculares ou células, principalmente na forma de fosfolipídios e alguns triglicerídeos), gordura intermuscular, composta principalmente de triglicerídeos (LEME, 2003).

Os AGS atuam na elevação das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), (WOOD et al., 2003). No passado acreditava-se que um dos problemas da carne bovina comparado à carne de animais não ruminantes é o teor de AGS e AGPI, onde bovinos apresentam maior teor de AGS e menor teor de AGPI que não ruminantes (FRENCH et al., 2000). Porém, hoje, vários estudos tem demonstrado que quando incorporados em dietas "saudáveis para o coração" com baixo teor de gordura, a carne vermelha magra mostrou ser igual à carne branca magra para diminuir o colesterol total e o LDL (DAVIDSON et al., 1999; MAKI et al., 2012; ROUSSELL et al., 2012). Segundo Wyness et al. (2011) as carnes vermelhas magras têm um perfil de ácido graxo relativamente neutro em relação aos níveis de colesterol no sangue. Uma maior conhecimento do perfil de ácidos graxos da carne magra é importante para entender sua relação com a saúde cardiovascular. Cinquenta e quatro por cento dos ácidos graxos na carne bovina são AGMI ou AGPI (MCNEILL, 2014).

Quanto mais próximo de 1,0 for à relação AGPI:AGS do alimento, mais irá diminuir o LDL e aumentar o HDL-colesterol (MARTINS et al. 2008). Estas recomendações são para a dieta, e julgar um alimento isolado poder ser precipitado, já que a dieta é composta por uma mescla de alimentos. De acordo com Bauman et al. (1999), existem evidências de que os alimentos contendo um perfil adequado de

gorduras podem contribuir na prevenção e inclusive inibir o desenvolvimento de algumas doenças. Os AGPIs apresentam um papel importante e efeito benéfico na prevenção e tratamento de doenças vasculares e neoplasias (HUNTER; ROBERTS, 2000; VISENTAINER et al., 2000). No entanto, a qualidade e quantidade da gordura podem ser influenciadas por diversos fatores, como espécie do animal, alimentação, manejo, tipo de músculo, idade e condição sexual.

De acordo com Bessa (1999), é necessária a introdução e difusão de um critério de agrupamento dos ácidos graxos pelas características funcionais hipocolesterolêmicos - oleico (C18:1 cis-9), linoleico (C18:2 cis-9-12), linolênico (C18:3 cis-9-12-15) e AGPI n-3 e n-6; neutros - do butírico (C4:0) ao cáprico (C10:0), esteárico (C18:0) e elaídico (C18:1 trans-9), e hipercolesterolêmicos - láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0); e não apenas pela estrutura da molécula (saturados e insaturados).

Os ácidos graxos hipercolesterolêmicos são responsáveis por aumentarem os níveis de colesterol sanguíneo. Destes, o ácido graxo mais indesejável de acordo French et al. (2003) seria o ácido mirístico, pois possui 4 vezes a mais o potencial de aumentar o colesterol (HEGSTED et al., 1965). Oliveira et al. (2011) avaliaram o perfil de ácidos graxos no músculo de animais zebuínos e encontraram um teor médio de 3,5% para o ácido graxo mirístico.

Nem todos os ácidos saturados aumentam os níveis de colesterol sanguíneo. O ácido esteárico, apesar de ser saturado apresenta efeito neutro sobre o colesterol (DALEY et al., 2010). Segundo Sinclair (1993), este efeito nulo se deve ao fato deste ácido ser transformado em ácido oleico (C18:1 cis 9) no organismo pela ação das enzimas $\Delta 9$ dessaturases. Conforme observado por Scollan et al. (2006), este ácido pode variar de 10 a 20% na gordura de ruminantes. O ácido oleico é desejável no perfil de ácidos graxos por ter ação hipocolesterolêmica e pode ser sintetizado por todos os mamíferos, incluindo humanos, através do ácido esteárico (SILVA et al., 2014).

De acordo com Felton e Kerley (2004), que estudaram o perfil de ácidos graxos de bovinos alimentados com dietas tradicionais, à base de farelo de soja e milho, e dietas com altos níveis de lipídeos, o músculo dos animais que receberam maiores teores de lipídeos apresentou menores concentrações dos ácidos mirístico e

palmitico. Apesar das ultimas décadas ter focado na redução do AGS na dieta, o AGS por si só não ajuda a prever o risco de doença cardíaca (BINNIE et al., 2014). Substituir AGS por MUFA ou PUFA pode ser benéfico, mas a substituição de AGS por outros componentes dietéticos, como carboidratos refinados, pode aumentar o risco (SIRI-TARINO et al., 2010a, 2010b; BAUM et al., 2012; FLOCK; FLEMING; KRIS-ETHERTON, 2014).

Referências

ABIEC - **Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne**. Exportação Brasileira de Carne Bovina. 2015.< <http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=8>.> Acesso em 10 de dezembro de 2016.

ABRAHÃO, J. J. S.; PRADO, I. N.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J. L. Características de carcaças e da carne de tourinhos submetidos a dietas com diferentes níveis de substituição do milho por resíduo úmido da extração da fécula de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1640-1650, 2005.

ADAMS, T. H.; WALZEM, R. L.; SMITH, D. R.; TSENG, S.; SMITH, S. B. Hamburger high in total, saturated and trans-fatty acids decreases HDL cholesterol and LDL particle diameter, and increases TAG, in mildly hypercholesterolaemic men. **British Journal of Nutrition**, V.103, n.1, p. 91-98, 2010.

AFERRI, G.; LEME, P. R.; SILVA, S. L.; PUTRINO, S. M.; PERREIRA, A. S. C. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1651-1658, 2005.

ALMEIDA, R.; MEDEIROS, S. R.; CALEGARE, L.; ALBERTINI, T. Z.; LANNA, D. P. D. Fazendas de Terminação. In: Pires, A.V. **Bovinocultura de corte**. Piracicaba, FEALQ, v.1, p.760, 2010.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira** 1st ed. Instituto FNP e Agro FNP Pesquisas Ltda, São Paulo, Brasil, 2015.

ARRIGONI, M. D. B; ALVES Jr., A; DIAS, P. M. A.; MARTINS, C. L.; CERVIERI, R. C.; SILVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, H. N.; CHARDULO, L. A. L. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de tres grupos geneticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.10, p.1033-1039, 2004.

BARDIN, C. W.; CATTERALL, J. F. Testosterone: A major determinant of extragenital sexual dimorphism. **Science**, v. 211, 1285-1294, 1981.

BARDUCCI, R. S.; SARTI, L. M. N.; MILLEN, D. D.; PUTAROV, T. C.; RIBEIRO, F. A.; FRANZÓI, M. C. S.; COSTA, C. F.; MARTINS, C. L.; ARRIGONI, M. B. Ácidos graxos no desempenho e nas respostas imunológicas de bovinos Nelore confinados **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.6, p.499-509, 2015.

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

BAUM, S. J.; KRIS-ETHERTON, P. M.; WILLETT, W. C.; LICHTENSTEIN, A. H.; RUDEL, L. L.; MAKI, K. C.; WHELAN, J.; RAMSDEN, C. E.; BLOCK, R. C. Fatty acids in cardiovascular health and disease: A comprehensive update. **Journal of Clinical Lipidology**, v.6, n.3, p.216–234, 2012.

BAUMAN, D. E.; BAUMGARD, L. H.; CORL, B. A.; GRIINARI, J. M. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proceedings of the American Society of Animal Science**. 1999.

BAUMAN, D. E.; LOCK, A. L. **Concepts in lipid digestion and metabolism in dairy cows**. In: TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 15., 2006, West Lafayette, Cornell University, **Proceedings...** 2006.14 p.

BEAM, T. M., JENKINS, T. C.; MOATE, P. J.; KOHN, R. A.; PALMQUIST, D. L. Effects of amount and source of fat on the rates of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 11, 2000.

BESSA, R. J. B. Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. In: SYMPOSIUM EUROPEO – ALIMENTACIÓN EM EL SIGLO XXI, Badajoz, 1999. **Anais...** Badajoz, 1999. p.283-313.

BINNIE, M. A.; BARLOWB, K.; JOHNSON, V.; HARRISON, C. Red meats: Time for a paradigm shift in dietary advice. **Meat Science**, v.98, p.445–451, 2014.

BOSA, R.; FATURI, C.; VASCONCELOS, H.G.R.; CARDOSO, A.M.; RAMOS, A.F.O.; AZEVEDO, J.C. Consumo e digestibilidade aparente de dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de coco para alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 1, p. 57-62, 2012.

BURGÜI, R. Confinamento estratégico. In: MATTOS, W.R.S. **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba:Fealq, 2001. 927p.

CERVIERI, R. 2005. **Confinamento e produção de carne em escala**. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/sistemas-de-producao/confinamento-e-producao-de-carne-em-escala-26382/>>. Acessado em: 20 de dezembro de 2016.

CHOI, S. H., G. O. GANG, J. E. SAWYER, B. J. JOHNSON, K. H. KIM, C. W. CHOI, AND S. B. SMITH. Fatty acid biosynthesis and lipogenic enzyme activities in subcutaneous adipose tissue of feedlot steers fed supplementary palm oil or soybean oil. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 5, p. 2091-2098, 2013.

CHOI, S. H., PARK, S. K.; JOHNSON, B. J.; CHUNG, K. Y.; CHOI, C. W.; KIM, K. H.; KIM, W. Y.; SMITH, S. B. *AMPK α* , *C/EBP β* , *CPT1 β* , *GPR43*, *PPAR*, and *SCD* gene expression in single and co-cultured bovine satellite cells and intramuscular preadipocytes treated with palmitic, stearic, oleic, and linoleic acid. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v.28, n. 3, p. 411-419, 2015.

CHURCH & DWIGHT C. O. Megalac-r, rumen bypass fat. **EFA Alert Research Summary**. 28 p. 2002.

CLARKE, S. D., JUMP, D. B. Regulation of gene transcription by polyunsaturated fatty acids. **Progress on Lipids Research**, v. 32, n. 2, p. 39-149, 1993.

COPPOCK, C.E.; WILKS, D.L. Supplemental fat in highenergy rations for lactating cows: effects on intake, digestion, milk yield, and composition. **Journal Animal Science**, v. 69, n. 9, p. 3826-3837, 1991.

COSTA, E. C.; RESTLE, J.; VAZ, F. N.; ALVES FILHO, D. C.; BERNARDES, R. A. L. C.; KUSS, F. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoce abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.119-128, 2002.

DALEY, C. A.; ABBOTT, A.; DOYLE, P. S.; NADER, G. A.; LARSON, S. A review of fatty acid profiles and antioxidante content in grass-fed and grain-fed beef. **Nutrition Journal**, v. 9, n. 1, p. 10, 2010.

DAVIDSON, M. H.; HUNNINGHAKE, D.; MAKI, K. C.; KWITEROVICH, P. O., JR.; KAFONEK, S. Comparison of the effects of lean red meat vs lean white meat on serum lipid levels among free-living persons with hypercholesterolemia: A long-term, randomized clinical trial. **Archives of Internal Medicine**, v.159, n.12, p.1331–1338, 1999.

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

FELÍCIO, P.E. Desdobramento da qualidade da carne bovina. **Higiene Alimentar**. v.12, n.54, p.16-22, 1998.

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

FIORENTINI, G.; SANTANA, M. C. A.; SAMPAIO, A. A. M.; REIS, R. A.; RIBEIRO, A. F.; BERCHIELLI, T. T. Intake and performance of confined crossbred heifers fed different lipid sources. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 6, p. 1490-1498, 2012.

FIORENTINI, G.; MESSANA, J. D.; DIANA, P. H. M.; REISA, R. A.; CANESINA, R. C.; PIRESB, A.V.; BERCHIELLI, T. T. Digestibility, fermentation and rumen microbiota of crossbred heifers fed diets with different soybean oil availabilities in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v. 181, n. 1-4, p. 26– 34, 2013.

FIORENTINI, G.; CARVALHO, I. P. C.; MESSANA, J. D.; CASTAGNINO, P. S.; BERNDT, A.; CANESIN, R. C.; FRIGHETTO, R. T. S.; BERCHIELLI, T. T. Effect of lipid sources with different fatty acid profiles on the intake, performance, and methane emissions of feedlot Nelore steers. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 4, p. 1613–1620, 2014.

FLOCK, M. R.; FLEMING, J. A.; KRIS-ETHERTON, P. M. Macronutrient replacement options for saturated fat: Effects on cardiovascular health. **Current Opinion in Lipidology**, v.25, n.1, p.67–74, 2014.

FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J.; MOLONEY, A. P. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 11, p. 2849–2855, 2000.

FRENCH, P.; O'RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREYB, P. J.; MOLONEYA, A. P. Fatty acid composition of intra-muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. **Livestock Production Science**, v. 81, n. 2-3, p. 307–317, 2003.

GALYEAN, M. L.; DEFOOR, P. J. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 8-16, 2003, suplemento 2.

GESUALDI JR., A.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; VELOSO, C. M.; CECON, P. P. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore em confinamento: Consumo, conversão alimentar e ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1458-1466, 2000.

HALE, W. H. Influence of processing of the utilization of grains (starch) by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 37, n. 4, p. 1075-1083, 1973.

HALES, K. E.; FREETLY, H. C.; SHACKELFORD, S. D.; KING, D. A. Effects of roughage concentration in dry-rolled corn-based diets containing wet distillers grains with solubles on performance and carcass characteristics of finishing beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 7, p. 3315–3321, 2013.

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. London, UK: Chapman & Hall, 1997. p. 382-426.

HEGSTED, D. M.; MCGANDY, R. B.; MYERS, M. L.; STARE, F. J. Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. **Am. J. Clin. Nutr.**, v. 17, n. 5, p. 281-295, 1965.

HERDMANN, A.; NUERNBERG, K.; MARTIN, J.; NUERNBERG, G.; DORAN, O. Effect of dietary fatty acids on expression of lipogenic enzymes and fatty acid profile in tissues of bulls. **Animal**, v. 4, n. 5, p. 755–762, 2010.

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

HOFFMAN, L. C.; JOUBERT, M.; T. S. BRAND, T. S.; MANLEY, M. The effect of dietary fish oil rich in n _ 3 fatty acids on the organoleptic, fatty acid and physicochemical characteristics of ostrich meat. **Meat Science**, v. 70, n. 1, p. 45–53, 2005.

HRISTOV, A. N.; OH, J.; FIRKINS, J. L.; DIJKSTRA, J.; KEBREAB, E.; WAGHORN, G.; MAKKAR, H. P. S. ; ADESOGAN, A. T.; YANG, W.; LEE, C.; GERBER, P. J.; HENDERSON, B.; TRICARICO, J. M. SPECIAL TOPICS—Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: I. A review of enteric methane mitigation options. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 11, p. 5045-5069, 2013.

HUNTER, B. J.; ROBERTS, D. C. K. Potential impact of the fat composition of farmed fish on human health. **Nutrition Research**, v. 20, n. 7, p. 1047-1058, 2000.

JENKINS, T. C.; JENNY, B. F. Nutrient digestion and lactation performance of dairy cows fed combinations of prilled fat and canola oil. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 3, p. 796- 803, 1992.

JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 12, p. 3851–3863, 1993.

JENKINS, T. C.; ADAMS, C. S. The biohydrogenation of linoleamide in vitro and its effects on linoleic acid concentration in duodenal contents of sheep. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 2, p. 533–540, 2002.

JOSAHKIAN, L. A.; VENTURA, H. T. Um século de seleção de zebu no Brasil. In: Sebastião de Campos Valadares Filho et al.. (Org.). **Simpósio de Produção de Gado de Corte** (X Simcorte). 1ed.Viçosa/MG: UFV, 2016, v. 1, p. 67-74.

JUMP, D. B. Dietary polyunsaturated fatty acids and regulation of gene transcription. **Current Opinion in Lipidology**, v. 13, n. 2, p. 155-164, 2002.

KAZAMA, R.; ZEOULA, L.M.; PRADO I.N.; SILVA, D. C.; DUCATTI, T.; MATSUSHITA, M. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 350-357, 2008.

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 Dairy Science**, v. 74, n. 9, p. 3055-3067, 1991.

KOZLOSKI, V.G. **Bioquímica dos ruminantes**. 3 ed. UFSM, Santa Maria, RS. 2011.

KREHBIEL, C. R.; CRANSTON, J. J.; MCCURDY, M. P. An upper limit for caloric density of finishing diets. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 13, p. 34–E49, 2006, suplemento.

LADEIRA, M. M.; MACHADO NETO, O. R.; SANTAROSA, L. C.; CHIZZOTTI, M. L.; OLIVEIRA, D. M.; CARVALHO, J. R. R.; ALVES, M. C. L. Desempenho, características de carcaça e expressão de genes em tourinhos alimentados com lipídeos e monensina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 9, p. 728-736, 2014a.

LADEIRA, M. M.; SANTAROSA, L. C.; CHIZZOTTI, M.L.; RAMOS, E. M.; MACHADO NETO, O. R.; OLIVEIRA, D. M.; CARVALHO, J. R. R.; LOPES, L. S.; RIBEIRO, J. S. Fatty acid profile, color and lipid oxidation of meat from young bulls fed ground soybean or rumen protected fat with or without monensin. **Meat Science**, v. 96, n. 1, p. 597–605, 2014b.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 4. ed. São Paulo, 1119 p., 2005.

LEME, P.R. **Terminação de novilhos Nelore com dietas com milho grão úmido e sais cálcicos de ácidos graxos: desempenho e perfil de ácidos graxos**. 2003, 35p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

LIMA, F. E. L.; MENEZES, T. N.; TAVARES, M. P.; SZARFARC, S. C.; FISBERG, R. M. Ácidos graxos e doenças cardiovasculares: uma revisão. **Revista de Nutrição**, v. 13, n. 2, p. 73-80, 2000.

LOUGH, D. S.; SOLOMON, M. B.; RUMSEY, T. S.; KAHL, S.; SLYTER, L. L. The effects of high-forage diets with added palm oil on performance, plasma lipids, and carcass characteristics of ram lambs with initially high or low plasma cholesterol. **Journal Animal Science**, v. 72, n. 2, p. 330–336, 1994.

MAKI, K. C.; VAN ELSWYK, M. E.; ALEXANDER, D. D.; RAINS, T. M.; SOHN, E. L.; MCNEILL, S. A meta-analysis of randomized controlled trials that compare the lipid effects of beef versus poultry and/or fish consumption. **Journal of Clinical Lipidology**, v.6, n.4, p.352–361, 2012.

MARTINS, M. T.; MACHADO, A. L.; LAMAH, M. O.; MARICATO, E. Pesquisa de mercado: hábitos de consumo e perfil do consumidor de carne bovina em Juiz de Fora (MG). **Revista Nacional da Carne**, v. 371, p. 18-30, 2008.

MCNEILL, S. Inclusion of red meat in healthful dietary patterns. **Meat Science**, v.98, p.452–460, 2014.

MEDEIROS, S. R.; 2014. **Como o boi funciona: Terminação em pasto ou confinamento.** Disponível em: <http://sites.beefpoint.com.br/sergioraposo/2014/05/09/como-o-boi-funciona-terminacao-em-pasto-ou-confinamento/> Acessado em: 20 de dezembro de 2016.

MESSANA, J. D.; BERCHIELLI, T. T.; ARCURI, P. B.; REIS, R. A.; CANESIN, R. C.; RIBEIRO, A. F.; FIORENTINI, G.; FERNANDES, J. J. R. Rumen fermentation and rumen microbes in Nellore steers receiving diets with different lipid contents. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 3, p. 204-212, 2013.

MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; ARRIGONI, M. D. A.; GALYEAN, M. L.; VASCONCELOS, J. T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 10, p. 3427-3439, 2009.

MILLEN, D. D.; SARTI, L. M. N. Adequação proteica em rações de confinamento: crescimento e terminação. In: Simpósio sobre Nutrição de Ruminantes: Manejo Alimentar de bovinos, 9, 2011, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 2011. p.383-402.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; FREITAS, L. S.; SACHET, R. H.; SILVA, J. H. S.; RESTLE, J. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1309-1316, 2009.

MORAIS, J. A. S.; BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (2Eds.) **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, p.565-597, 2011.

NAGARAJA, T.G.; C.J. NEWBOLD; C.J. VEN NEVEL; D.I. DEMEYER Manipulation of ruminal fermentation. Pages 523–632 in **The Rumen Microbial Ecosystem**, P. N. Hubson and C. S. Stewart, ed. Blackie Acad. and Prof., an imprint of Chapman and Hall, London, UK, 1997

NELSON, M. L.; MARKS, D.J.; BUSBOOM, J.R.; CRONRATH, J. D.; FALEN L. Effects of supplemental fat on growth performance and quality of beef from steers fed barleypotato product finishing diets: I. Feedlot performance, carcass traits, appearance, water binding, retail storage, and palatability attributes. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 12, p. 3600–3610, 2004.

NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.

OLIVEIRA, D. M.; LADEIRA, M. M.; CHIZZOTTI, M. L.; MACHADO NETO, O. R.; RAMOS, E. M.; GONÇALVES, T. M.; BASSI, M. S.; LANNA, D. P. D.; RIBEIRO, J. S. Fatty acid profile and qualitative characteristics of meat from zebu steers fed with different oilseeds. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 8, p. 2546-2555, 2011.

OLIVEIRA, D. M. **Expressão de genes envolvidos no metabolismo lipídico no músculo de bovinos de corte alimentados com fontes de lipídeos**. 2013, 145p. Tese – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 64–75, 2014.

ORSKOV, E. R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1624-1633, 1986.

OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 3, p. 868-879, 1997.

OWENS, F.; ZINN, R. A. Corn grain for cattle: Influence of processing on site and extent of digestion. Proc. Southwest Nutr. Conf., 2005, p.86-112.

PACHECO, R. D. L.; JOHNSON, B. J.; SIQUEIRA, G. R.; CERVIERI, R. C.; CARVALHO, J. C. F.; BURIM, M. R.; BASTOS, J. P. S. T. Uso de Gordura Protegida em Bovinos de Corte. In Simpósio de Nutrição de Bovinos, Dracena. **Anais...** Dracena, 2016.

PALMQUIST, D. L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations. **Journal of Dairy Science**, v. 63, n. 1, p. 1–14, 1980.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (2Eds.) **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, p.299-322, 2011.

PARTIDA, J. A., OLLETA, J. L.; SANUDO, C.; ALBERTI, P.; CAMPO, M.M. Fatty acid composition and sensory traits of beef fed palm oil supplements. **Meat Science**, v. 76, n. 3, p. 444–454, 2007.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; SILVA, A. G.; ALMEIDA, D. M.; MÁRQUEZ, D. E. C.; MORENO, D. P. S.; MOURA, F. H.; CARDENAS, J. E. G.; LIMA, J. A. C.; MARTINS, L. S.; MANSO, M. R.; ORTEGA, R. E. M.; LOPES, S. A.; CARVALHO, V. V. Bovinocultura otimizada. In: Sebastião de Campos Valadares Filho et al.. (Org.). **Simpósio de Produção de Gado de Corte (IX Simcorte)**. 1ed.Viçosa/MG: UFV, 2014, v. 1, p. 140-212.

PINTO, A. C. J.; MILLEN, D. D. Situação atual da engorda de bovinos em confinamento e modelos nutricionais em uso. In: Sebastião de Campos Valadares Filho et al.. (Org.). **Simpósio de Produção de Gado de Corte (X Simcorte)**. 1ed.Viçosa/MG: UFV, 2016, v. 1, p. 103-120.

PUTRINO, S. M.; LEME, P. R.; SILVA, S. L.; ALLEONI, G. F.; LANNA, D. P. D.; GROSSKLAUS, C. Exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de novilhos Nelore alimentados com dietas contendo grão de milho úmido e gordura protegida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 301-308, 2006.

RESENDE, F. D.; QUEIROZ, A. C.; OLIVEIRA, J. V.; PEREIRA, J. C.; MÂNCIO, A. B. Bovinos mestiços alimentados com diferentes proporções de volumoso:concentrado. 1. Digestibilidade aparente dos nutrientes, ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 261-269, 2001.

RESENDE, F.D.; PAZDIORA, R.D.; FARIA, M.H.; SIQUEIRA, G.R.; SAMPAIO, R.L.; CUSTÓDIO, L. Peso e rendimento de cortes comerciais de tourinhos Nelore abatidos em diferentes pesos corporais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 48, 2011, Belém. **Anais...** SBZ:Belém, 2011.

RESENDE, F. D.; OLIVEIRA, I. M.; NASCIMENTO, C. F.; FIGUEIRA, D. N.; SIQUEIRA, G. R. Intensificação dos sistemas de produção de bovinos de corte a pasto: Da desmama ao abate. In: Sebastião de Campos Valadares Filho et al.. (Org.). **Simpósio de Produção de Gado de Corte** (X Simcorte). 1ed. Viçosa/MG: UFV, 2016, v. 1, p. 159-186.

ROSA, B. L.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E. A.; PIVARO, T. M.; ANDRADE, A. T.; FERNANDES, A. R. M. Performance and carcass characteristics of Nelore young bulls fed different sources of oils, protected or not from rumen degradation. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, n. 2, p. 109-116, 2013.

ROUSSELL, M. A.; HILL, A. M.; GAUGLER, T. L.; WEST, S. G.; VANDEN HEUVEL, J. P.; ALAUPOVIC, P.; GILLIES, P. J.; KRIS-ETHERTON, P. M. Beef in an optimal lean diet study: Effects on lipids, lipoproteins, and apolipoproteins. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.95, p.9–16, 2012.

SAINZ, R. D.; FARJALLA, Y. B. **Otimização do confinamento para garantir a qualidade das carcaças e maximizar o lucro. 2009.** Disponível em: <http://admin.webplus.com.br/public/upload/downloads/030220120858071984000MOAU.pdf>. Acessado em: 20 de dezembro de 2016.

SCOLLAN, N.; HOCQUETTE J. F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSO, 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, n. 1, p. 17–33, 2006.

SILVA, S. L.; LEME, P. P.; PUTRINO, S. M.; VALINOTE, A. C.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; LANNA, D. P. D. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1426-1434, 2007.

SILVA, R. M.; RESTLE, J.; MISSIO, R. L.; LAGE, M. E.; PACHECO, P. S.; BILEGO, U. O.; PÁDUA, J. T.; FAUSTO, D. A. Perfil de ácidos graxos da carne de novilhos europeus e zebuínos alimentados com milheto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n.1, p.63-70, 2014.

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

SIRI-TARINO, P. W.; SUN, Q.; HU, F. B.; KRAUSS, R. M. Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.91, n.3, p.535–546, 2010a.

SIRI-TARINO, P. W.; SUN, Q.; HU, F. B.; KRAUSS, R. M. Saturated fatty acids and risk of coronary heart disease: Modulation by replacement nutrients. **Current Atherosclerosis Reports**, v.12, n.6, p.384–390, 2010b.

SOUZA, W. F. **Silagem de estilosantes campo grande: perfil fermentativo e desempenho produtivo de bovinos de corte**. 2013, 92p. Tese – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

SOLOMON, M. B.; LYNCH, G. P.; LOUGH, D. S. Influence of dietary palm oil supplementation on serum lipid metabolites, carcass characteristics, and lipid composition of carcass tissues of growing ram and ewe lambs. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 9, p. 2746–2751, 1992.

ST. JOHN, L. C., D. K. LUNT, AND S. B. SMITH. Fatty acid elongation and desaturation enzyme activities of bovine liver and subcutaneous adipose tissue microsomes. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 3, p. 1064-1073, 1991.

SUKHIJA, P.S.; PALMQUIST, D.L. Dissociation of calcium soaps of long-chain fatty acids in rumen fluid. **Journal of Dairy Science**, v. 73, n. 7, p. 1784- 1787, 1990.

SULLIVAN, H. M.; BERNARD, J. K.; AMOS, H. E.; JENKINS, T. C. 2004. Performance of lactating dairy cows fed whole cottonseed with elevated concentrations of free fatty acids in the oil. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 3, p. 665-671, 2004.

THEURER, C. B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 5, p. 1649-1662, 1986.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. (Ed.). **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. Viçosa, MG: Suprema, 2006. 142 p.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. Fermentação Ruminal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (2Eds.) **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, p.161-191, 2011.

VALINOTE, A. C.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; LEME, P. R.; SILVA, S. L.; CUNHA, J. A. Fontes de lipídeos e monensina na alimentação de novilhos Nelore e sua relação com a população de protozoários ciliados do rúmen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1418-1423, 2005.

VAN NEVEL, C.; DEMEYER, D. I. Lipolysis and biohydrogenation of soybean oil in the rumen in vitro: Inhibition by antimicrobials. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n. 12, p. 2797–2806, 1995.

VASCONCELOS, J. T.; GALYEAN, M. L. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: the 2007 Texas tech university survey. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 10, p. 2772–2781, 2007.

VISENTAINER, J. V.; HAYASHI, C.; GALDIOLI, E. M.; FRANCO, M. R. B. **XII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Fortaleza, CE, p. 5221, 2000.

WANAPAT, M., C. MAPATO, R. PILAJUN, AND W. TOBURAN. Effects of vegetable oil supplementation on feed intake, rumen fermentation, growth performance, and carcass characteristic of growing swamp buffaloes. **Livestock Science**, v. 135, n. 1, p. 32-37, 2011.

WATERS, S. M.; KELLY, J. P.; O'BOYLE, P.; MOLONEY, A. P.; KENNY, D. A. Effect of level and duration of dietary n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on the transcriptional regulation of Delta 9-desaturase in muscle of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 1, p. 244–252, 2009.

WESTERLING, D. B.; HEDRICK H. B. Fatty acid composition of bovine lipids as influenced by diet, sex and anatomical location and relationship to sensory characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 48, n. 6, p. 1343-1348, 1979.

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. 66, n. 1, p. 21–32, 2003.

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE, G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; HUGHES, S. I; WHITTINGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 78, n. 4, p. 343–358, 2008.

WYNESS, L.; WEICHSELBAUM, E.; O'CONNOR, A.; WILLIAMS, E. B.; BENELAM, B.; RILEY, H.; STANNER, S. Red meat in the diet: An update. **British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin**, v.36, p.34–77, 2011.

ZINN, R. A.; SHEN, Y. Interaction of dietary calcium and supplemental fat on digestive function and growth performance in feedlot steers. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 10, p. 2303–2309, 1996.

ZINN, R.; GULATI, S. K.; PLASCENCIA, A.; SALINAS, J. Influence of ruminal biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 7, p. 1738–1746, 2000.

CAPÍTULO 2

O artigo a seguir está redigido conforme normas de publicação do Journal of Animal Science, exceto o posicionamento das tabelas e figuras.

CAPÍTULO 2 – Gordura protegida com diferentes perfis de ácidos graxos na alimentação de bovinos Nelore confinados

RESUMO – Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da adição de um *blend* de óleo vegetal protegido, contendo uma mistura de ácidos graxos saturados e insaturados, sobre o desempenho e qualidade da carne de bovinos Nelore confinados. Foram utilizados 53 bovinos machos da raça Nelore, não castrados, com peso corporal (PC) inicial de $315 \pm 5,9$ kg e idade média de 20 meses. Seis animais foram abatidos inicialmente e 47 animais foram confinados, distribuídos em baias individuais. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, levando em consideração o PC inicial dos animais, utilizando o animal como unidade experimental, com os seguintes tratamentos: 1) dieta controle sem inclusão de gordura protegida (CON, n=16); 2) dieta com inclusão de óleo de soja protegido (NUT, n=16); 3) dieta com inclusão de um *blend* de óleo vegetal protegido contendo uma mistura de ácidos graxos saturados e insaturados (BRP, n=15). Animais que receberam o tratamento BRP tiveram melhor EA, em 5,88%, de 0,17 para 0,18, em comparação aos animais que receberam a dieta NUT. A ELM e a ELg foi maior para os animais que receberam o tratamento BRP quando comparado a adição de NUT ($P < 0.01$), o aumento foi de 0,16 Mcal/kg e 0,14 Mcal/kg respectivamente. O GMDc foi maior para os animais que consumiram BRP (0,946 kg/dia) em comparação aos que consumiram NUT (0,853) ($P = 0.03$). Isso proporcionou aumento de 13 kg no peso de carcaça quente para os animais do tratamento BRP (297 kg) em comparação aos animais do tratamento NUT (284 kg) ($P = 0,03$). Animais que receberam dietas com adição de gordura protegida apresentaram maior teor de EE na carcaça, 19,1%, quando comparados aos animais que receberam a dieta controle, 17,1%. A carne de animais que consumiram BRP apresentaram maiores teores de AGI ($P = 0,04$) e teores de ácidos graxos hipocolesterolêmicos ($P = 0,05$).

Conclui-se que a adição de BRP proporciona melhor EA, EAc, GMDc, teor de AGI e hipocolesterolêmico de bovinos terminados em confinamento.

Palavras-chave: nutrição, gordura protegida, confinamento, carcaça

INTRODUÇÃO

No Brasil, devido o sistema de terminação ser predominantemente em pastagens, 87,1% o rebanho composto por 80% de zebuínos recebendo baixos teores de concentrado, animais abatido tardiamente, a carne é tida como de baixa qualidade (ABIEC, 2016; Josahkian; Ventura, 2016). O confinamento de bovinos é considerado uma estratégia para a fase de terminação dos animais, com o propósito de melhorar a produtividade. Esta tecnologia possibilita a produção intensiva de carne através da exploração da máxima eficiência biológica aliada à rápida deposição do tecido muscular e adiposo (Arrigoni et al., 2004). A terminação de animais em confinamento vem aumentando ao longo dos últimos seis anos. Em 2010, o número de animais confinados era de 3,05 milhões, já em 2015 o número de animais confinados foi de 5,05 milhões, sendo o aumento neste período de 65,6% (ABIEC, 2016). De acordo com Paulino et al. (2014) o confinamento passou a ser utilizado como ferramenta para produção de carne de qualidade.

O abate de animais jovens aliado a um plano nutricional adequado ao longo da vida do animal melhora a qualidade da carne. A utilização de gordura protegida na dieta, além de melhorar a qualidade da carne, melhora o desempenho animal. A utilização de gordura protegida melhorou o GMD dos animais confinados em 13,53% segundo Silva et al. (2007), aproximadamente 21,55% segundo Fiorentini et al. (2012) e Rosa et al. (2013) e 10,46% de

acordo com Barducci et al. (2015). A gordura protegida no passado era vista apenas como uma tecnologia para aumentar a densidade da dieta. Porém, hoje, sabe-se que os nutrientes que compõem a dieta tem grande potencial para a ativação biológica de genes ligados a melhor deposição de gordura na carcaça.

Dentre estes nutrientes os ácidos graxos têm a capacidade de alterar a expressão gênica através da velocidade da codificação de fatores de transcrição (Jump, 2002; Azain, 2004). De maneira geral ácidos graxos saturados (AGS) aceleram a atividade de enzimas que codificam genes para deposição de gordura e ácidos graxos poli insaturados (AGPI) suprimem a atividade destas enzimas (Clarke e Jump, 1993; Choi et al., 2015). A suplementação como AGS, aumenta a atividade catalítica de enzimas associadas com a biossíntese de ácidos graxos, o tamanho de adipócitos, assim como a quantidade de glicose e acetato disponível para a síntese de novo (Choi et al., 2013a).

Segundo Mangrum et al. (2016) uma forma de aumentar a qualidade da carne é através do aumento da gordura de marmoreio. Acúmulo de gordura de marmoreio é influenciado por fatores intrínsecos animais, tais como genética, idade e por fatores extrínsecos, como o plano de nutrição animal (Dervishi et al., 2012). Com isso a utilização de gordura protegida tende a ganhar maior atenção, principalmente quanto a sua composição de ácidos graxos.

Por tanto nossa hipótese foi que a suplementação com diferentes ácidos graxos, altera o metabolismo e proporciona aumento no ganho em peso e na eficiência alimentar, também altera de forma positiva o acabamento da carcaça e a qualidade da carne. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de um blend de ácidos graxos, sobre o desempenho e qualidade da carne de bovinos Nelore confinados.

MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos foram conduzidos de acordo com os procedimentos éticos adotados pelas Diretrizes Brasileiras para o Cuidado e Uso de Animais para Fins Científicos e Educacionais (CONCEA, 2013), e foram aprovados pela Comissão de Ética e Bem Estar Animal (CEBEA) da FCAV-UNESP- campus Jaboticabal (protocolo nº 15468/15).

Animais, tratamentos e desenho experimental

Foram utilizados 53 bovinos machos da raça Nelore, não castrados, com peso corporal (PC) inicial de $315 \pm 5,9$ kg e idade média de 20 meses, oriundos de um mesmo rebanho, mantidos em pastagem durante toda a vida, recebendo suplementação mineral. Seis animais foram abatidos inicialmente (para posterior cálculo do ganho médio diário de carcaça, GMDc, e eficiência alimentar, EAc) e 47 animais foram confinados, distribuídos em baias individuais. O experimento foi conduzido no Pólo Regional do Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana em Colina, São Paulo, com duração total de 140 dias divididos em cinco períodos de 28 dias. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, levando em consideração o PC inicial dos animais, utilizando o animal como unidade experimental, com os seguintes tratamentos: 1) dieta controle sem inclusão de gordura protegida (CON, n=16); 2) dieta com inclusão de óleo de soja protegido (NUT, n=16; Nutrigordura®, Nutricorp, Araras, SP; Brasil); 3) dieta com inclusão de um *blend* de óleo vegetal protegido contendo uma mistura de ácidos graxos saturados e insaturados (BPR, n=15; produzido por Nutricorp, Araras, SP; Brasil). O perfil de ácidos graxos de cada suplemento está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Perfil de ácidos graxos dos suplementos Nutrigordura® e *Blend*

Ácidos Graxos (%)		Nutrigordura®	<i>Blend</i>
C 8:0	Caprílico	0,00	0,29
C 10:0	Cáprico	0,08	0,22
C 12:0	Láurico	0,55	2,04
C 14:0	Mirístico	0,37	1,18
C 15:0	Pentadecanóico	0,09	0,07
C 16:0	Palmítico	18,17	37,17
C 16:1	Palmitoléico	0,15	0,19
C 17:0	Margárico	0,16	0,14
C 17:1	Cis 10-heptadecenóico	0,10	0,08
C 18:0	Estearico	5,06	4,64
C18:1 trans	Elaídico	4,38	0,83
C 18:1	Oleico	27,98	36,21
C 18:2	Linoleico	38,27	14,80
C 18:3	Linolênico	3,04	0,86
C 20:0	Araquídico	0,43	0,36
C 20:1	Eicosenóico	0,28	0,21
C 22:0	Behênico	0,28	0,16
C 24:0	Lignocérico	0,57	0,54
Saturados		25,8	46,8
Insaturados		74,2	53,2
Monoinsaturados		32,9	37,5
Poli-insaturados		41,3	15,7

Fonte: FEA Unicamp.

Dieta e manejo alimentar

A dieta foi formulada seguindo as recomendações do NRC (2000), para ganho de 1,5 kg/dia, e fornecida na forma de deita completa (Tabela 2).

Tabela 2. Composição das dietas experimentais

Ingredientes (% da MS)	Inicial			Terminação		
	CON	NUT	BRP	CON	NUT	BRP
Bagaço de cana-de-açúcar	20,3	20,3	20,3	12,3	12,3	12,3
Milho	35,2	32,5	32,5	49,2	45,9	45,9
Polpa cítrica	24,3	24,3	24,3	23,0	23,0	23,0
Farelo de amendoim	17,5	17,5	17,5	12,5	12,5	12,5
Núcleo ¹	2,70	2,70	2,70	2,98	2,98	2,98
Nutrigordura®	-	2,70	-	-	3,36	-
Blend	-	-	2,70	-	-	3,36
Composição química						
MS ²	81,3	81,5	81,5	85,0	85,3	85,3
PB (% MS)	17,1	16,9	16,9	15,8	15,5	15,5
EE (% MS)	3,01	5,02	4,99	3,65	6,15	6,22
FDN (% MS)	35,3	35,1	31,5	28,3	28,0	28,0
FDA (% MS)	19,7	19,7	19,7	16,1	16,0	16,0
MM (% MS)	7,70	8,34	8,32	7,28	8,06	8,03
CNF (% MS)	36,8	34,7	34,8	45,0	42,4	42,3
CT (% MS)	72,1	69,8	69,8	73,0	70,3	70,3
NDT (% MS)	71,1	73,6	73,6	72,7	75,8	75,8
ED (Mcal/kg)	3,13	3,24	3,24	3,21	3,34	3,34
EM (Mcal/kg)	2,57	2,66	2,66	2,63	2,74	2,74
EMSGP (Mcal/kg)	-	0,13	0,12	-	0,16	0,16

¹Níveis de garantia por kg do núcleo: zinco 728 mg, ferro 221 mg, flúor (máx.) 106 mg, cálcio 116 g, selênio 3 mg, fósforo 14 g, manganês 226 mg, cobre 221 mg, cobalto 29 mg, iodo 21 mg, sódio 44 g, enxofre 43 g, potássio 47 g, monensina sódica 1.000 mg, virginiamicina 500 mg. A ureia corresponde a 38% do núcleo; ²Base da matéria natural; PB = proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; MM: matéria mineral; CNF: carboidrato não fibroso; CT: carboidrato total; NDT: nutriente digestível total, estimado segundo NRC (2001); ED: energia digestível, estimado segundo NRC (2016); EM: energia metabolizável, estimado segundo NRC (2000). EMSGP = energia metabolizável suprida pela gordura protegida.

Durante os primeiros 50 dias, foi fornecida a dieta inicial de crescimento. A transição entre as dietas inicial e de terminação foi realizada do 51º ao 56º dia, pela manhã foi fornecida a dieta de crescimento e à tarde a dieta de terminação. Do 57º ao 140º dia foi fornecido somente a dieta de terminação. O trato foi fornecido duas vezes ao dia, às 8:00 e às 15:00 horas, em proporções iguais. Os animais receberam a dieta completa com consumo *ad libitum*, e as sobras foram mantidas entre 1 a 3% da quantidade fornecida, a fim de reduzir a seleção. A fim de manter a matéria seca da dieta em 70%, foi acrescentado água na dieta diretamente no cocho.

Coleta de amostras e análise da qualidade da dieta

As amostras obtidas (ingredientes das dietas) foram levadas à estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 h sendo em seguida moídas em moinho com peneira de crivo de 1 mm para posterior estimativa da MS (nº do método 934.01) da proteína bruta (PB; nº do método 978.04), extrato etéreo (EE; nº do método 920.39) e matéria mineral (nº do método 942.05) de acordo com metodologia descrita pela AOAC (1995), nos tratamentos que continham gordura protegida, foi realizada a análise de extrato etéreo ácido (nº do método 954.02) de acordo com recomendações da AOAC. (1990). A fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram determinadas conforme proposto por Van Soest et al. (1991).

Os carboidratos totais (CT) foram calculados segundo metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), em que $CT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$. Os carboidratos não fibrosos foram determinados pela expressão: $CNF = [100 - (\% PB + \% FDN + \% EE + \% Cinzas)]$ segundo o NRC (1996).

A energia líquida de ganho (EG; Mcal/dia) foi calculada pela equação $EG = GPD^{1.097} [0.0493 PC^{0.75}]$ onde PC é o peso corporal médio (NRC, 1984). A energia de manutenção (EM; Mcal/dia) foi calculada pela equação $EM = 0.077 PC^{0.75}$ (Lofgreen e Garrett, 1968). Energia líquida de ganho da dieta (ELg; Mcal/kg de MS) foi calculado em função da energia líquida de manutenção (ELm; Mcal/kg de MS) pela equação $ELg = 0.877 ELM - 0.41$ (Zinn e Shen, 1998) e a ELM da dieta foi calculada pela equação abaixo:

$$x = [-b \pm (b^2 - 4ac)^{0.5}] / 2c$$

Onde: $x = ELM$; $a = -0.41 EM$; $b = 0.877 EM + 0.41 CMS + EG$; $c = -0.877 CMS$ (Zinn e Shen, 1998).

Desempenho

Foram avaliados o consumo de matéria seca (CMS), ganho médio diário (GMD), a eficiência alimentar (EA). O GMD foi determinado em função do peso vivo inicial e final com jejum prévio de sólidos e líquidos por 16 horas.

Abate e características de carcaça

No início do experimento, foram abatidos seis animais, indivíduos representativos do lote, que foram utilizados como referência para estimar o peso, rendimento e composição química da carcaça inicial dos animais experimentais. Sendo coletados e pesados, o fígado, a gordura renal, pélvica e inguinal (GPRI) e a seção HH. Através da utilização de equação de regressão entre o peso corporal em jejum e peso de carcaça dos animais (Equação 1), foi obtido o peso de carcaça inicial dos animais que não foram abatidos.

$$\text{Equação 1: } Y = 0.4815 x + 11.836 \text{ (R}^2 = 0.8636\text{)}$$

Onde: Y= peso de carcaça inicial; x: peso corporal em jejum.

Ao final dos 140 dias de confinamento, todos os animais foram abatido. O abate foi realizado em frigorífico comercial na cidade de Barretos/SP distante da APTA-Colina/SP em 20 km. Os procedimentos de abate seguiram o Regulamento de Inspeção Sanitária e Industrial para Produtos de Origem Animal (Brasil, 1997).

Todas as carcaças foram identificadas e pesadas. Com isto obteve-se o peso de carcaça quente (PCQ) e o rendimento de carcaça (RC). Após 24 horas na câmara fria, as carcaças foram

novamente pesadas obtendo assim o peso de carcaça fria (PCF) e a perda por resfriamento (PPR).

O pH foi aferido após 24 horas de resfriamento da carcaça entre a 12ª e 13ª costelas, no músculo *longissimus*. Foi utilizado um potenciômetro (Sentron, modelo 1001, Holanda) acoplado a uma sonda (Sentron, LanceFET 2074-008) com sistema de identificação digital, sensor de compensação de temperatura e eletrodo de vidro apropriado para determinação de pH em profundidade.

Na meia-carcaça direita, foram determinados o comprimento (Compr) e a profundidade da carcaça (Profun), o tamanho de coxão (Tcoxão) e a perímetro de coxão (Pcoxão), seguindo metodologia descrita por Müller (1987). O índice de compacidade da carcaça (ICC) foi determinado entre a relação do PCF e o comprimento da carcaça. Na meia-carcaça direita foi realizada a pesagem dos cortes primários e seus rendimentos. Dianteiro, ponta de agulha e traseiro especial, conforme preconiza a PADRONIZAÇÃO DE CORTES DE CARNE BOVINA, aprovada pela Portaria SIPA nº 5, de 08 de novembro de 1988, e calculadas as proporções em relação ao peso de carcaça fria.

A partir da secção do músculo *longissimus* entre a 12ª e a 13ª costelas, foi determinada a área de olho de lombo (AOL), retirando o decalque da peça em folha de retroprojeter e a área medida com régua quadriculada; a medida da espessura de gordura subcutânea (EGS) foi realizada com auxílio de um paquímetro.

A composição química da carcaça foi determinada através da porção correspondente entre a 9-10-11ª costelas (seção HH) da meia-carcaça esquerda. O procedimento analítico adotado foi segundo os métodos recomendados pela AOAC (1990) para umidade (nº do método 950.46), PB (nº do método 928.080), EE (nº do método 960.39) e cinzas (nº do método

920.153). Após as análises químicas, foi estimado a composição química através das equações propostas por Valadares Filho et al. (2006).

Avaliação da qualidade da carne

Após 24 horas do abate, um total de quatro bifês, do músculo *longissimus*, de 2,54 cm de espessura por animal foram coletados, identificados, embalados a vácuo. Um bife foi utilizado para a análise de composição química, dois foram utilizados para determinação da coloração, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento nos tempos 0 e 14 dias de maturação, e um bife para determinar o perfil de ácidos graxos.

As análises de composição química, coloração, PPC e força de cisalhamento da carne foram realizadas no Laboratório de Qualidade de Carne do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras. Por meio de análise do infravermelho próximo (método AOAC: 2007-04) utilizando o aparelho FoodScan™ (FOSS, Hillerod, Dinamarca) foi determinado a composição química.

A determinação da cor da carne e gordura foi realizada como descrito por Houben et al. (2000), utilizando um colorímetro Minolta (modelo CM 700. Konica Minolta. Sensing. Osaka. Japan). Para obtenção dos índices de cor foi estabelecido o sistema CIELAB, iluminante A, ângulo de 10° para o observador e luz especular excluída (SCE). A luminosidade (L*), índice de vermelho (a*) e índice de amarelo (b*) foram obtidos para cada amostra. Trinta minutos antes da avaliação, as amostras foram removidas da embalagem a vácuo e superfície das amostras exposta ao ar para a oxigenação de mioglobina (Tapp III et al., 2011), os mesmos procedimentos foram feitos para a medição de cor de gordura. A cor foi medida em cinco pontos e os valores médios calculados.

A maciez foi avaliada através do método Warner-Bratzler Shear Force (WBSF). As amostras foram descongeladas em geladeira a 4° C durante 24 h e assados numa chapa tipo “Grill” (George Foreman) com aquecimento inferior e superior. As temperaturas dos bifes foram monitoradas com o auxílio de um termômetro com haste colocada no centro geométrico de cada bife até a temperatura atingir 68 °C (Wheeler et al., 1997), quando então os bifes foram retirados e deixados à temperatura ambiente para serem arrefecidos. Seis núcleos de 1 cm² por 2,54 cm de comprimento foram removidos de cada bife paralelo ao eixo longitudinal das fibras musculares. Cada núcleo foi cortado uma vez no centro, perpendicular à direção da fibra por uma lamina tipo Warner-Bratzler ligado a um texturômetro TAXT2, a uma velocidade de 5.0 mm s⁻¹ no pré e pós-teste, e a uma velocidade de 3.3 mm s⁻¹ durante o teste. A perda por cocção foi calculada como a diferença entre o peso dos bifes, antes e depois de assados.

A análise do perfil de ácido graxo da carne foi realizada no Laboratório de Bioquímica e Fisiologia Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia do Departamento de Nutrição e Produção Animal na Universidade de São Paulo. O perfil de ácidos graxos foi determinado pelo método de extração de Folch et al. (1957), a gordura separada foi metilada e os ésteres metílicos foram formados de acordo com Kramer et al. (1997). Para o processo de metilação foram utilizados dois padrões internos o ácido esteárico (C18:0) e o ácido nonadecanóico (C19:0) para quantificação das perdas do processo.

Os ácidos graxos foram quantificados por cromatografia gasosa (GC-2010 Plus - Shimadzu. auto-injetor AOC 20i), usando coluna capilar SP-2560 (100 m × 0.25 mm de diâmetro com 0.02 mm de espessura, Supelco, Bellefonte, PA). A temperatura inicial foi de 70 °C, com aquecimento progressivo (13 °C/min) até chegar a 175 °C, mantendo por 27 minutos. Em seguida, um novo aumento de 4 °C/minuto foi iniciado até 215 °C, e mantido durante 31 minutos. Hidrogênio (H₂) foi utilizado como gás de arraste com fluxo de 40 cm³/s.

A avaliação dos ácidos graxos quanto a sua funcionalidade (Hipercolesterolêmicos; Hipocolesterolêmicos e Neutros) foi adaptada através da classificação preconizada por Bessa (1999). As equações são apresentadas a seguir:

Hipercolesterolêmicos = C14:0 + C14:1 + C16:0 + C16:1;

Hipocolesterolêmicos = C18:1n9 + C18:2n6 + 20:4n6;

Neutros = C18:0.

Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, composto por 47 animais, 3 tratamentos e 16 blocos, sendo o tratamento considerado efeito fixo e o bloco efeito aleatório. O modelo matemático é representado a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

onde Y_{ij} = valor observado na unidade experimental (animal) que recebeu o tratamento i. bloco j; μ = efeito geral da média; B_j = efeito do bloco j; T_i = efeito do tratamento i; e_{ij} = erro aleatório (resíduo).

Coloração (L^* , a^* e b^*), PPC e FC foram analisadas como medidas repetidas no tempo, com tratamentos, maturação e a interação entre tratamento e maturação como efeitos fixos e bloco como efeito aleatório. A escolha da estrutura de matriz de covariância de melhor ajuste ao modelo foi realizada pelo critério de Bayesiano-(BIC) (Bayesiano's Information Criterion).

O modelo matemático é representado a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + M_k + T \times M_{ik} + e_{ij}$$

onde Y_{ijk} = valor observado na unidade experimental (animal) que recebeu o tratamento i , bloco j , tempo k ; μ = efeito geral da média; T_i = efeito do tratamento i ; B_j = efeito do bloco j ; M_k = efeito da maturação k ; $T \times M_{ik}$ = efeito da interação tratamento e tempo ik ; e_{ij} = erro aleatório (resíduo).

Em todos os resultados obtidos, foi testada a normalidade da distribuição das variâncias pelo teste de Cramér-von Mises, com 10% de probabilidade. As médias foram comparadas através de contrastes ortogonais pré-definidos ($C1 = \text{CON vs. NUT} + \text{BRP}$; e $C2 = \text{NUT vs. BRP}$), considerando o nível de significância de 10% de probabilidade, quando o teste F foi significativo para as variáveis, realizadas pelo PROC MIXED do SAS (9.2).

RESULTADOS

A diferente composição de ácidos graxos da dieta melhora características do desempenho

O PC final, CMS, GMD e a EA foram maiores ($P < 0,01$), 8,40, 11,6, 24,9 e 9,38% respectivamente, nos tratamentos com adição de gordura protegida (GP) em relação ao CON (Tabela 3). Houve aumento ($P < 0,01$) de 7,92% de ELM e 10,3% de ELg para as dietas com adição de GP em relação ao controle. Animais que consumiram dietas com adição de GP apresentaram PCQ e PCF maiores ($P < 0,01$) que o CON, em 22,5 e 26,5 kg respectivamente. O fígado e a GRPI foram mais pesados ($P < 0,01$) para animais das dietas com adição de GP. A proporção do fígado em relação ao PCQ (Fig_PCQ) foi em média 2,26 pontos percentuais maiores para os tratamentos com adição de GP e a proporção do GRPI em relação ao PCQ (GRPI_PCQ) foi em média 18,4% maior para os mesmos tratamentos. Os animais que consumiram os tratamentos com adição de GP obtiveram GMDc e a EAc superiores ($P < 0,01$)

ao animais do tratamento CON. A adição de GP aumentou a EGS ($P=0,01$) em 39,5% e a AOL ($P=0,04$) em 7,52%.

Tabela 3. Desempenho de tourinhos Nelores terminados em confinamento alimentados com dieta controle sem adição de gordura protegida (CON), com adição de gordura protegida de óleo de soja (NUT) e com adição de gordura protegida de uma mistura de óleos vegetais (BRP)

Itens	Tratamentos			EPM	Contrastes	
	CON	NUT	BRP		C1	C2
PC Inicial, kg	315	315	315	1,52	0,61	0,12
PC final, kg	476	508	524	7,01	<0,01	0,13
CMS, kg MS/dia	7,27	8,15	8,08	0,24	<0,01	0,83
CMS, % PC	1,83	1,98	1,92	0,05	0,04	0,40
GMD, kg/dia	1,137	1,366	1,475	0,05	<0,01	0,11
EA, GMD kg/CMS kg	0,16	0,17	0,18	0,003	<0,01	<0,01
ELm (Mcal/kg)	1,98	2,02	2,18	0,02	<0,01	<0,01
ELg (Mcal/kg)	1,33	1,36	1,50	0,02	<0,01	<0,01
PCQ, kg	268	284	297	4,16	<0,01	0,03
RC, %	56,4	55,9	56,8	0,31	0,91	0,07
Figado, kg	5,12	6,11	6,45	0,20	<0,01	0,29
GRPI, kg	5,76	7,51	7,54	0,43	<0,01	0,71
Fig_PCQ, %	1,90	2,15	2,16	0,06	<0,01	0,90
GRPI_PCQ, %	2,15	2,57	2,52	0,14	0,03	0,82
PCF, kg	264	280	293	4,25	<0,01	0,03
PPR, %	1,62	1,47	1,35	0,10	0,09	0,39
GMDc, kg	0,740	0,853	0,946	0,03	<0,01	0,03
EAc, GMDc kg/CMS kg	0,10	0,11	0,12	0,002	<0,01	<0,01
pH	5,85	5,85	5,84	0,03	0,81	0,89
EGS, mm	3,18	4,39	4,48	0,38	0,01	0,87
AOL, cm ²	67,8	70,4	75,4	1,92	0,04	0,08

PC = peso corporal; CMS = consumo de matéria seca; GMD = ganho médio diário; EA = eficiência alimentar; ELm = energia líquida de manutenção; ELg = energia líquida de ganho; PCQ = peso de carcaça quente; RC = rendimento de carcaça; GRPI = gordura renal, pélvica e inguinal; Fig_PCQ = proporção do fígado em relação ao PCQ; GRPI_PCQ = proporção da GRPI em relação ao PCQ; PCF = peso de carcaça frio; PPR = perda por resfriamento; GMDc = ganho médio diário de carcaça; EAc = eficiência alimentar de carcaça; EGS = espessura de gordura subcutânea; AOL = área de olho de lombo.

C1 = CON vs NUT + BRP; C2 = NUT vs BRP.

A adição de BRP melhorou a EA, a ELm e a ELg quando comparado a adição de NUT ($P<0,01$). Animais que consumiram BRP apresentaram PCQ e PCF mais pesadas ($P=0,03$) que

NUT, em 13 kg para as duas características, além de melhorar o RC em 0,9 pontos percentuais ($P=0,07$). Isso proporcionou melhor GMDc ($P=0,03$) e EAc ($P<0,01$), em 10,9 e 9,09% respectivamente para os animais que consumiram BRP. A AOL também foi maior (C2; $P=0,08$) em 7,10% para os animais que receberam BRP em relação ao NUT.

A adição de GP altera a composição química da carcaça

Animais que receberam adição de GP tiveram aumento no Pcoxão e o ICC ($P<0,01$) (Tabela 4). A proporção da PA em relação ao PCF (PA_PCF) foi em média 0,6 pontos percentuais maior ($P<0,01$) para os animais que receberam os tratamentos com adição de GP. O BRP proporcionou Pcoxão 2cm mais espesso ($P=0,02$) e ICC 4,25% maior ($P=0,04$) em relação ao NUT.

Tabela 4. Medida biométricas e proporção dos cortes primários da carcaça de tourinhos Nelores terminados em confinamento alimentados com dieta controle sem adição de gordura protegida (CON), com adição de gordura protegida de óleo de soja (NUT) e com adição de gordura protegida de uma mistura de óleos vegetais (BRP)

Itens	Tratamentos			EPM	Contrastes	
	CON	NUT	BRP		C1	C2
	Cm					
Compr, cm	131	131	133	0,76	0,46	0,28
Profun, cm	43,6	43,6	43,4	0,31	0,80	0,51
Tcoxão, cm	90,2	90,7	91,3	0,75	0,36	0,52
Pcoxão, cm	111	113	115	0,60	<0,01	0,02
ICC	2,02	2,12	2,21	0,03	<0,01	0,04
	% de carcaça fria					
Diant_PCF	41,6	41,6	41,5	0,30	0,89	0,85
Tras_PCF	46,8	46,4	46,4	0,27	0,17	0,93
PA_PCF	10,9	11,5	11,5	0,18	<0,01	0,84

Compr = comprimento de carcaça; Profun = profundidade de carcaça; Tcoxão = Tamanho de coxão; Pcoxão = perímetro de coxão; ICC = índice de compactidade da carcaça; Diant_PCF = porcentagem do dianteiro em relação ao PCF; Tras_PCF = porcentagem do traseiro especial em relação ao PCF; PA_PCF = porcentagem da ponta de agulha em relação ao PCF. C1 = CON vs NUT + BRP; C2 = NUT vs BRP.

A carcaça dos animais que receberam a dieta com adição de GP tiveram menor ($P<0,01$) proporção de água e proteína, maior teor de extrato etéreo que os animais do tratamento CON (Tabela 5).

Tabela 5. Composição química da carcaça (%) estimada a partir da seção H-H (9-10-11^a costelas) de tourinhos Nelores terminados em confinamento alimentados com dieta controle sem adição de gordura protegida (CON), com adição de gordura protegida de óleo de soja (NUT) e com adição de gordura protegida de uma mistura de óleos vegetais (BRP)

Itens	Tratamentos			EPM	Contrastes	
	CON	NUT	BRP		C1	C2
Água	59,0	57,7	58,1	0,27	<0,01	0,28
Cinzas	6,20	6,00	6,20	0,08	0,25	0,46
Proteína	18,4	17,8	17,7	0,15	<0,01	0,95
Extrato Etéreo	16,4	18,5	18,0	0,40	<0,01	0,38

C1 = CON vs NUT + BRP; C2 = NUT vs BRP.

Maturação melhorou a WBSF e a adição de GP aumentou o teor de gordura do músculo longissimus

O tempo de maturação influenciou a L* e b* do músculo ($P<0,01$; Tabela 6). Já na gordura, o aumento na intensidade ocorreu em a* ($P=0,08$) e b* ($P=0,03$), devido ao tempo de maturação. A PPC aumentou ($P<0,01$) 7,92% com a maturação. WBSF diminuiu ($P<0,01$) 17,4% devido a maturação.

Tabela 6. Perda por cocção (PPC), força de cisalhamento Warner-Bratzler (WBSF) e cor do músculo *longissimus* e da gordura subcutânea em dois tempo de maturação (0 e 14 dias) de tourinhos terminados em confinamento

Itens	CON		NUT		BRP		EPM	Efeitos			
	0	14	0	14	0	14		Mat	Mat * Trat	C1	C2
PPC, %	21,9	25,1	22,7	24,0	23,7	24,6	0,66	<0,01	0,17	0,70	0,23
WBSF, kgf	6,18	5,00	6,26	5,57	6,27	4,88	0,38	<0,01	0,23	0,71	0,49
Cor do Músculo											
L*	40,3	41,1	38,4	40,3	40,1	42,5	0,73	<0,01	0,33	0,66	0,03
a*	15,9	14,7	16,2	15,9	16,9	15,9	0,65	0,11	0,71	0,11	0,59
b*	11,6	12,1	10,9	11,9	12,2	12,7	0,45	0,04	0,68	0,91	0,05
Cor da Gordura											
L*	67,5	67,1	67,8	67,0	66,4	66,1	0,67	0,25	0,86	0,47	0,17
a*	11,4	12,0	11,8	12,7	12,1	13,1	0,62	0,08	0,99	0,09	0,60
b*	12,9	13,7	13,4	13,8	13,6	14,3	0,42	0,03	0,74	0,26	0,50

PPC = perda por cocção; FC = força de cisalhamento; L* = luminosidade; a* = intensidade de vermelho; b* = intensidade de amarelo;

Mat = maturação; Mat * Trat = interação maturação e tratamento; C1 = CON vs NUT + BRP; C2 = NUT vs BRP.

Na composição química do músculo *longissimus* foi observado aumento no teor de extrato etéreo ($P = 0.04$), dos tratamentos com adição de GP em relação ao CON (Tabela 7). O teor de umidade diminui ($P = 0.10$) nos tratamentos com adição de GP.

Tabela 7. Composição química (%) do músculo *longissimus* de tourinhos Nelores terminados em confinamento alimentados com dieta controle sem adição de gordura protegida (CON), com adição de gordura protegida de óleo de soja (NUT) e com adição de gordura protegida de uma mistura de óleos vegetais (BRP)

Itens	Tratamentos			EPM	Contrastes	
	CON	NUT	BRP		C1	C2
Extrato Etéreo	2,72	3,21	3,00	0,16	0,04	0,33
Matéria Mineral	1,08	1,09	1,00	0,12	0,91	0,90
Proteína	23,3	23,3	23,7	0,20	0,46	0,17
Umidade	72,9	72,4	72,3	0,26	0,10	0,63

C1 = CON vs NUT + BRP; C2 = NUT vs BRP.

Alterações nos teores de ácidos graxos no musculo longissimus

Houve redução nos teores dos ácido palmitoleico ($P=0,01$), oleico e araquidônico ($P=0,09$) para os animais que consumiram as dietas com adição de gordura protegida em relação ao CON (Tabela 8), de 13,6, 1,46 e 17,4% respectivamente. Teor de ácido linoleico foi maior ($P=0,02$) para os animais que receberam as dietas com adição de gordura protegida em relação ao CON. A dietas com adição de gordura protegida causaram redução de 4,70% no teor de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI; $P=0,07$) e 6,44% na relação AGMI e AGS (AGMI:AGS; $P=0,06$). Os AGPI apresentaram aumento ($P=0,10$) de 18,6% para animais que receberam as dietas com adição de gordura protegida.

Animais do tratamento BRP tiveram redução em relação aos animais que receberam NUT para ácido mirístico ($P=0,05$), heptadecanóico e esteárico ($P=0,06$). O teor de ácido araquidônico aumentou ($P=0,09$) para os animais que receberam a dieta BRP em relação aos animais do tratamento NUT em 29,3%. Total de ácidos graxos insaturados (AGI; $P=0,04$) foi maior na carne dos animais alimentados com BRP em comparação aos que receberam NUT. Conseqüentemente, aumentou a relação AGMI:AGS ($P=0,03$) e os ácidos graxos hipocolesterolêmicos ($P = 0.05$). Animais alimentados com a dieta BRP tiveram redução ($P = 0.06$) de 8,44% no teor de ácidos graxos neutros no músculo em comparação aos que receberam NUT.

Tabela 8. Composição de ácidos graxos (g/100 g de ácidos graxos) do músculo *longissimus* de touros Nelores terminados em confinamento alimentados com dieta controle sem adição de gordura protegida (CON), com adição de gordura protegida de óleo de soja (NUT) e com adição de gordura protegida de uma mistura de óleos vegetais (BRP)

Itens	Tratamento			EPM	Contraste	
	CON	NUT	BRP		C1	C2
C14:0, Mirístico	2.78	2.88	2.59	0.11	0.76	0.05
C14:1, Miristoleico, cis-9	0.53	0.51	0.56	0.07	0.95	0.54
C16:0, Palmítico	24.9	25.3	25.3	0.40	0.49	0.93
C16:1, Palmitoleico, cis-9	3.01	2.45	2.75	0.13	0.01	0.11
C17:0, Heptadecanóico	0.64	0.67	0.47	0.07	0.42	0.06
C18:0, Esteárico	13.4	14.5	13.2	0.43	0.36	0.06
C18:1 n9, C, Oleico	38.3	35.9	37.5	0.73	0.09	0.12
C18:2 n6, C, Linoleico	6.25	8.15	7.83	0.60	0.02	0.71
C20:4 n6, Araquidônico	1.61	1.16	1.50	0.13	0.09	0.09
Outros A.G.	7.37	6.94	7.25	0.42	0.60	0.60
AGS	41.6	43.3	41.6	0.77	0.40	0.12
AGI	49.7	48.2	50.2	0.67	0.54	0.04
AGMI	41.8	38.7	40.9	0.84	0.07	0.11
AGPI	7.86	9.32	9.33	0.72	0.10	0.99
AGI:AGS	1.21	1.12	1.22	0.04	0.37	0.06
AGMI:AGS	1.01	0.90	0.99	0.03	0.06	0.03
AGPI:AGS	0.19	0.22	0.23	0.02	0.27	0.74
Hipercolesterolêmico	31.2	31.2	31.2	0.60	0.97	0.99
Hipocolesterolêmico	45.7	45.2	46.8	0.61	0.60	0.05
Neutro	13.4	14.5	13.2	0.43	0.36	0.06

AGS = ácido graxo saturado; AGI = ácido graxo insaturado; AGMI = ácido graxo monoinsaturado; AGPI = ácido graxo poli-insaturado; AGI:AGS = relação AGI e AGS; AGMI:AGS = relação AGMI e AGS; AGPI:AGS = relação AGPI e AGS.

C1 = CON vs NUT + BRP; C2 = NUT vs BRP.

DISCUSSÃO

A diferente composição de ácidos graxos da dieta melhora características do desempenho

Segundo Allen (2000), a adição de gordura protegida (GP) diminui o CMS, cada 1 g/kg de gordura protegida reduz 2,5 g/kg de consumo. O CMS neste trabalho foi baixo para todos os tratamentos, que pode ter sido influenciado pelo fato dos animais permanecerem em baias individuais. Estudos mais recentes tem demonstrado que a suplementação de GP não altera o CMS (Gillis et al., 2004; Piantoni et al., 2013; Fiorentini et al., 2014). O desempenho animal pode ser atribuído ao CMS (Mertens, 1994), sendo então a ingestão considerada o fator mais importante na determinação do desempenho animal. O aumento da densidade energética da dieta aliado a maior energia metabolizável dos lipídeos em comparação aos carboidratos permite maior disponibilidade de energia líquida (Rezende et al., 2011; Zinn; Shen, 1996), que pode ser revertida para a produção de tecido muscular e adiposo. Devido a estes fatores animais que consumiam GP tiveram melhor desempenho.

Os ácidos graxos tem a capacidade de alterar a expressão gênica através de fatores de transcrição (Azain, 2004). De maneira geral, AGS aceleram a atividade de enzimas que codificam genes para deposição de gordura e AGPI suprimem a atividade destas enzimas (Clarke e Jump, 1993; Choi et al., 2015). Era esperado que a dieta BRP promove-se maior acabamento que a dieta NUT, sem afetar o desempenho animal, porem não houve diferença para acabamento. Contudo o desempenho de animais que consumiram a dieta BRP foi melhor em relação aos animais da dieta NUT, sendo que ocorreu incremento na EA e EAc e GMDc, o que proporcionou um aumento em 13 kg na carcaça. A ELM e a ELg calculada levando em conta o peso médio, o GMD e o CMS foi maior para a dieta BRP em relação a NUT, o que aliado a diferente composição de ácidos graxos entre as duas dietas, ajuda a explicar o maior GMDc dos animais. As dietas BRP e NUT foram formuladas para serem isoenergéticas e isoproteicas,

sendo diferentes apenas na composição de ácidos graxos. Os diferentes ácidos graxos na dieta provavelmente promoveram aumento na atividade de fatores de transcrição que promovem melhor produção energética, alterando assim o seu metabolismo.

A adição de GP altera a composição química da carcaça

Devido ao fato dos animais serem contemporâneos, todos oriundos de um mesmo rebanho, o comprimento e profundidade de carcaça e o tamanho de coxão não diferiram entre os tratamentos. O Pcoxão e o ICC auxiliam a identificação de animais mais musculosos. O aumento na PA_PCF indica que animais tinham maior arqueamento de costela e isso causou maior peso da PA para animais que consumiram dietas com adição de GP.

Segundo Cònsolo et al. (2015), a determinação da composição da carcaça (CC) é importante para complementar a informação sobre a modulação nutricional do crescimento. Animais que consumiram as dietas com adição de GP tinham menor teor de água e PB e maior teor de EE na carcaça que animais da dieta CON. A proteína normalmente apresenta-se constante, sem sofrer grandes mudanças em função da dieta, já o teor de água e extrato etéreo são as frações que mais apresentam variação e são inversamente proporcionais (Bonilha et al., 2011). Estas diferenças se devem a maior densidade energética das dietas com adição de GP.

Maturação melhorou a WBSF e a adição de GP aumentou o teor de gordura do músculo longissimus

Como se esperava, a força de cisalhamento diminuiu à medida que a maturação foi ocorrendo, promovendo assim o amaciamento da carne pela atuação das proteases. Para Monsón et al. (2004), o processo de maturação afeta diretamente a força de cisalhamento, sendo seu resultado dado de acordo com o potencial de amaciamento. Todas as células de mamíferos

contêm um sistema proteolítico dependente de cálcio, composto pela protease endógena calpaína e seu inibidor específico, a calpastatina (Kemp e Parr, 2012), promovendo assim alterações nas estruturas que compõem o músculo, causando o amaciamento do mesmo.

Segundo Belew et al. (2003), a carne com WBSF acima de 4,6 kg/cm² é considerada dura, assim, sendo, as carnes dos animais deste experimento são consideradas duras mesmo após a maturação. Oliveira et al. (2012), trabalhando com tourinhos Nelore confinados relataram valores de 5,97 kg/cm², relacionando estes valores altos a raça Nelore, que possui mais ligações cruzadas de colágeno e maior quantidade de calpastatina, que diminui a atividade das calpaínas. Animais com maior grau de sangue zebuino tendem a apresentar carne menos tenra, o que pode explicar os altos valores de força de cisalhamento encontrados nesse trabalho (Smith et al., 2009).

Segundo Geay et al. (2001), a composição química dos músculos é relativamente constante, com aproximadamente 75% água, 19 a 25% proteínas e 1 a 2% de minerais, sendo o teor de extrato etéreo o que mais varia na carne. O teor de lipídeos é o parâmetro mais influenciado por grupos genéticos, nutrição e gênero (Rotta et al., 2009a), por isto, dietas contendo adição de GP proporcionaram maior EE na carne. O teor de umidade da carne está inversamente relacionado ao seu conteúdo lipídico, porque a gordura tem baixo teor de água (Rotta et al., 2009b).

Alterações nos teores de ácidos graxos no músculo longissimus

O maior teor do C16:1 aliado ao maior teor do ácido oleico (C18:1) no músculo *longissimus* propiciou maior concentração de AGMI e da relação AGMI:AGS para o tratamento CON em relação a adição de GP. Era esperado que as dietas com adição de GP aumentassem as concentrações de AGI, fato este que não ocorreu, mesmo tendo aumentado o teor de AGPI.

Segundo Scollan et al. (2006), os AGS mais encontrados na carne são mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e o esteárico (C18:0). Entre estes o C14:0 e o C16:0 são considerados hipercolesterolêmicos (Oliveira et al., 2011). Mesmo o suplemento BRP tendo maior concentração de C14:0 (Tabela 1), a dieta BRP diminuiu o teor deste ácido e não alterou o teor de C16:0, quando comparado ao NUT (Tabela 8). De acordo com Oliveira et al. (2012), a concentração de C14:0 tem um potencial quatro vezes maior de aumentar a concentração plasmática de colesterol do que o C16:0. Porém, estes resultados não foram capazes de alterar o total de AGS e sua funcionalidade hipercolesterolêmica.

O suplemento BRP continha 8,30% a menos de C18:0 em comparação ao suplemento NUT (Tabela 1). Esta diferença influenciou no teor deste ácido no músculo, pois animais que consumiram BRP tiveram 8,44% a menos de C18:0 no músculo. O C18:0 na dieta não tem o mesmo efeito negativo que o C14:0 e o C16:0 nas concentrações de LDL no sangue (Haumann, 1998; Schneider et al., 2000). Segundo Bessa (1999), ele é considerado funcionalmente neutro. Conseqüentemente o teor de ácidos Neutros de animais que consumiram a dieta BRP em relação a animais que consumira dieta NUT foi reduzido.

A dieta com adição de BRP foi capaz de melhorar os teores de ácido araquidônico (C20:4) e AGPI em comparação com a adição de NUT. Os aumentos nos teores destes ácidos influenciaram de forma positiva a relação de AGI:AGS e AGMI:AGS e o teor de ácidos hipocolesterolêmico. Os ácidos graxos hipocolesterolêmicos atuam na redução do LDL (lipoproteína de baixa densidade), e com isso previnem doenças cardiovasculares (Molketin, 2000).

CONCLUSÃO

A adição de BRP, suplemento este com *blend* de óleo vegetal protegido contendo uma mistura de ácidos graxos saturados e insaturados, melhorou o GMDc, EA, PCQ, o teor de ácidos graxos insaturados e hipocolesterolêmicos sem alterar a a maciez da carne.

REFERÊNCIAS

- ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Exportação Brasileira de Carne Bovina. 2015.< <http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=8>.> Acesso em 10 de dezembro de 2016.
- Allen, M. S. 2000. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 83:1598–1624.
- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 16.ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- Arrigoni, M. D. B, A. Alves Jr., P. M. A. Dias, C. L. Martins, R. C. Cervieri, A. C. Silveira, H. N. Oliveira, L. A. L. Chardulo. 2004. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de tres grupos geneticos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 39:1033-1039.
- Azain, M. J. 2004. Role of fatty acids in adipocyte growth and development. *J. Anim. Sci.* 82:916-924.
- Barducci, R. S., M. N. Sarti, D. D. Millen, T. C. Putarov, F. A. Ribeiro, M. C. S. Franzói, C. F. Costa, C. L. Martins, M. B. Arrigoni. 2015. Ácidos graxos no desempenho e nas respostas imunológicas de bovinos Nelore confinados *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 50:499-509.

- Belew, J. B., J. C. Brooks, D. R. McKenna, and J. W. Savell. 2003. Warner–Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. *Meat Sci.* 64:507–512.
- Bessa, R. J. B. 1999. Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. Symposium Europeo — Alimentación em el siglo XXI, Badajoz (pp. 283–313). Badajoz: Colegio Oficial de Veterinarios de Badajoz.
- Brasil (1997). Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento, Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Choi, S. H., G. O. Gang, J. E. Sawyer, B. J. Johnson, K. H. Kim, C. W. Choi, and S. B. Smith. 2013a. Fatty acid biosynthesis and lipogenic enzyme activities in subcutaneous adipose tissue of feedlot steers fed supplementary palm oil or soybean oil. *Journal of Animal Science.* 91:2091-2098.
- Choi, S. H., K. Y. Chung, B. J. Johnson, G. W. Go, K. H. Kim, C. W. Choi, and S. B. Smith. 2013b. Co-culture of bovine muscle satellite cells with preadipocytes increases PPAR γ and C/EBP β gene expression in differentiated myoblasts and increases GPR43 gene expression in adipocytes. *J. Nutr. Biochem.* 24:539-543.
- Choi, S. H., S. K. Park, B. J. Johnson, K. Y. Chung, C. W. Choi, K. H. Kim, W. Y. Kim, and S. B. Smith. 2015. AMPK α , C/EBP β , CPT1 β , GPR43, PPAR γ , and SCD Gene Expression in Single- and Co-cultured Bovine Satellite Cells and Intramuscular Preadipocytes Treated with Palmitic, Stearic, Oleic, and Linoleic Acid. *Asian Australas. J. Anim. Sci.* 28:411-419.
- Clarke, S. D., and D. B. Jump. 1993. Regulation of gene transcription by polyunsaturated fatty acids. *Prog. Lipid Res.* 32:139-149.

- Cônsolo, N. B. R., F. D. Rodriguez, R. S. Goulart, M. O. Frasseto, V. B. Ferrari, and L. F. P. Silva. 2015. Zilpaterol hydrochloride improves feed efficiency and changes body composition in nonimplanted Nellore heifers. *J. Anim. Sci.* 93:4948–4955.
- Dervishi, E., M. Joy, J. Alvarez-Rodriguez, M. Serrano, and J. H. Calvo. 2012. The forage type (grazing versus hay pasture) fed to ewes and the lamb sex affect fatty acid profile and lipogenic gene expression in the longissimus muscle of suckling lambs. *J. Anim. Sci.* 90:54–66.
- Fiorentini, G., M. C. A. Santana, A. A. M. Sampaio, R. A. Reis, A. F. Ribeiro, T. T. Berchielli. 2012. Intake and performance of confined crossbred heifers fed different lipid sources. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41:1490-1498.
- Fiorentini, G., I. P. C. Carvalho, J. D. Messana, P. C. Castagnino, A. Berndt, R. C. Canesin, R. T. S. Frighetto, and T. T. Berchielli. 2014. Effect of lipid sources with different fatty acid profiles on the intake, performance, and methane emissions of feedlot Nellore steers. *J. Anim. Sci.* 92:1613–1620.
- Folch, J., M. Lees, and G. H. Sloane-stanley. 1957. A Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipides from Animal Tissues, *Journal of Biology and Chemistry*. 226:497–509.
- Geay, Y., D. Bauchart, J. Hocquette, and J. Culioli. 2001. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. *Reprod. Nutr. Dev.* 41:1- 26.
- Gillis, M. H., S. K. Duckett, J. R. Sackmann, C. E. Realini, D. H. Keisler, and T. D. Pringle. 2004. Effects of supplemental rumen-protected conjugated linoleic acid or linoleic acid on feedlot performance, carcass quality, and leptin concentrations in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 82:851–859.

- Hankins, O. G., and P. E. Howe. 1946. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. Tech. Bull. No. 926, USDA, Washington, DC.
- Haumann, B.F., 1998. Stearic acid: a 'different' saturated fatty acid. *INFORM (Am. Oil Chem. Soc.)* 9:202–208.
- Houben, J. H., A. Van Dijk, G. Eikelenboom, and A. H. Hoving-Bolink. 2000. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on color stability and lipid oxidation in minced beef. *Meat Sci.* 55:331–336.
- Kemp, C. M., T. Parr. 2012. Advances in apoptotic mediated proteolysis in meat tenderisation. *Meat Sci.* 92:252–259.
- Kramer, J. K. G., V. Fellner, and M. E. R. Dugan. 1997. Evaluating acid and base catalysts in the methylation of milk and rumen fatty acids with special emphasis on conjugated dienes and total trans fatty acids. *Lipids.* 32:1219–1228.
- Licitra, G., T. M., T. M. Hernandez, and P. J. Van Soest. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology.* 57:347-358.
- Lofgreen, G. P., and W. N. Garrett. 1968. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 27:793-806.
- Malau-Aduli, A. E. O., B. D. Siebert., C. D. K. Bottema., and W. S. Pitchford. 1997. A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. *Australian Journal of Agricultural Research.* 48:715–722.
- Mangrum, K. S., G. Tuttle, S. K. Duckett, G. S. Sell, C. R. Krehbiel, and N. M. Long. 2016. The effect of supplementing rumen undegradable unsaturated fatty acids on marbling in early-weaned steers. *J. Anim. Sci.* 94:833–844.

- Mertens, D. R. 1994. Regulation of forage intake. In: G. C. Fahey Jr., editor, Forage quality, evaluation, and utilization. Am. Soc. Agron., Crop Sci. Soc. Am., Soil Sci. Soc. Am., Madison, WI. p. 450–493.
- Molketin, J. 2000. Occurrence and biochemical characteristics of natural bioactive substances in bovine milk lipids. *Br. J. Nutr.* 84:47–53.
- Monsón, F. F., C. Sañudo, and I. Sierra. 2004. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. *Meat Sci.* 68:595–602.
- Müller, L. Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos. 2.ed. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1987. 31p.
- NRC. 1984. Nutrient Requirements for Beef Cattle. 6th ed. National Academy Press, Washington, DC.
- NRC. 1996. Nutrient Requirements for Beef Cattle. 7. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- NRC. 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 8.ed. National Academy Press, Washington, DC.
- NRC. 2001. Nutrient Requeriments of Dairy Cattle.7.rev.ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Oliveira, D. M., M. M. Ladeira, M. L. Chizzotti, O. R. Machado Neto, E. M. Ramos, T. M. Gonçalves, M. S. Bassi, D. P. D. Lanna, and J. S. Ribeiro. 2011. Fatty acid profile and qualitative characteristics of meat from zebu steers fed with different oilseeds. *J. Anim. Sci.* 89:2546–2555.
- Oliveira, E. A., A. A. M. Sampaio, W. Henrique, T. M. Pivarro, B. L. Rosa, A. R. M. Fernandes, and A. T. Andrade. 2012. Quality traits and lipid composition of meat from Nellore young bulls

fed with different oils either protected or unprotected from rumen degradation. *Meat Sci.* 90:28–35.

Paulino, M. F., E. Detmann, A. G. Silva, D. M. Almeida, D. E.C. Márquez, D. P. S. Moreno, F. H. Moura, J. E. G. Cardenas, J. A. C. Lima, L. S. Martins, M. R. Manso, R. E. M. Ortega, S. A. Lopes, V. V. Carvalho. Bovinocultura otimizada. In: Sebastião de Campos Valadares Filho et al.. (Org.). *Simpósio de Produção de Gado de Corte (IX Simcorte)*. 1ed. Viçosa/MG: UFV, 2014, v. 1, p. 140-212.

Piantoni, P., A. L. Lock, and M. S. Allen. 2013. Palmitic acid increased yields of milk and milk fat and nutrient digestibility across production level of lactating cows. *J. Dairy Sci.* 96:7143–7154.

Rezende, P. L. P., J. Restle, J. J. R. Fernandes, J. D. Pádua, M. D. Freitas Neto, and F. M. Rocha. 2011. Desempenho e desenvolvimento corporal de bovinos leiteiros mestiços submetidos a níveis de suplementação em pastagem de *Brachiaria brizantha*. *Ciência Rural*, Santa Maria. 41:453-1458.

Rosa, B. L., A. A. M. Sampaio, W. Henrique, E. A. Oliveira, T. M. Pivaro, A. T. Andrade, A. R. M. Fernandes. 2013. Performance and carcass characteristics of Nellore young bulls fed different sources of oils, protected or not from rumen degradation. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42:109-116.

Rotta, P. P., I. N. Prado, R. M. Prado, J. L. Moletta, R. R. Silva and D. Perotto. 2009a. Carcass characteristics and chemical composition of the Longissimus muscle of Nellore, Caracu and Holstein-friesian bulls finished in a feedlot. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 22:598-604.

Rotta, P. P., R. M. Prado, I. N. Prado, M. V. Valero, J. V. Visentainer, and R. R. Silva. 2009b. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on

- carcass characteristics and beef composition and appearance: A review. *Asian– Aust. J. Anim. Sci.* 22:1718-1734.
- Schneider, C. L.; Cowles, R. I.; Stuefer-Powell, C. L.; Carr, T. P. 2000. Dietary stearic acid reduces cholesterol absorption and increases endogenous cholesterol excretion in hamsters fed cereal-based diets. *J. Nutr.* 130:1232-1238.
- Scollan, N., J. F. Hocquette, K. Nuernberg, D. Dannenberger, I. Richardson, and A. Moloney. 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Sci.* 74:17-33.
- Silva, S. L., P. P. Leme, S. M. Putrino, A. C. Valinote, J. C. M. Nogueira Filho, D. P. D. Lanna. 2007. Milho grão seco ou úmido com sais de cálcio de ácidos graxos para novilhos Nelore em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36:1426-1434.
- Smith, T., M. G. Thomas, T. D. Bidner, J. C. Paschal, and D. E. Franke. 2009. Single nucleotide polymorphism in Brahman steers and their association with carcass and tenderness traits. *Genet. Mol. Res.* 8:39-46.
- Sniffen, C. J., J. D. O'Connor, P. J. Van Soest, D. G. Fox, and J. B. Russel. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70:3562-3577.
- Tapp III, W. N., J. W. S. Yancey, and J. K. Apple. 2011. How is the instrumental color of meat measured? *Meat Science.* 89:1–5.
- Ulbricht, T. L. V., and D. A. T. Southgate. 1991. Coronary heart disease: Seven dietary factors. *Lancet.* 338:985–992.
- Valadares Filho, S. C., P. V. R. PAULINO, and K. A. MAGALHÃES. Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos - BR CORTE. 1.ed. Viçosa, MG:Suprema Grafica Ltda, 2006. 142p.

Van Soest, P. J., J. D. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.

Wheeler, T. L., S. D. Shackelford, L. P. Johnson, M. F. Miller, R. K. Miller, and M. Koohmaraie. 1997. A comparison of Warner- Bratzler shear force assessment within and among institutions. *J. Anim. Sci.* 75:2423-2432.

Zinn, R. A., and Y. Shen. 1996. Interaction of dietary calcium and supplemental fat on digestive function and growth performance in feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 74:2303–2309.

Zinn, R. A., and Y. Shen. 1998. An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. *J. Anim. Sci.* 76:1280–1289.