

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**VIDA DE PRATELEIRA E PERFIL DE LIPÍDIOS DA CARNE DE BOVINOS
NELORE CONFINADOS, SUPLEMENTADOS COM DIFERENTES FONTES DE
GORDURA**

RAMON ARGENTINI RIZZIERI

Dissertação apresentada ao programa de
pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para a obtenção do título
de mestre.

BOTUCATU – SP

Dezembro – 2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

**VIDA DE PRATELEIRA E PERFIL DE LIPÍDIOS DA CARNE DE BOVINOS
NELORE CONFINADOS, SUPLEMENTADOS COM DIFERENTES FONTES DE
GORDURA**

RAMON ARGENTINI RIZZIERI

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni

Coorientadores: Prof^a. Dr^a. Cyntia Ludovico Martins
Prof. Dr. Danilo Domingues Millen

Dissertação apresentada ao programa de
pós-graduação em Zootecnia como parte
das exigências para a obtenção do título
de mestre.

BOTUCATU – SP

Dezembro – 2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Rizzieri, Ramon Argentini, 1992-
 R627v Vida de prateleira e perfil de lipídios da carne de bovinos Nelore confinados, suplementados com diferentes fontes de gordura / Ramon Argentini Rizzieri. - Botucatu: [s.n.], 2018
 x, 57 f.: tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2018
 Orientador: Mário De Beni Arrigoni
 Coorientadores: Cyntia Ludovico Martins; Danilo Domingues Millen
 Inclui bibliografia

1. Nelore (Zebu) - Alimentação e rações. 2. Bovinos - Confinamento. 3. Lipídios - Metabolismo. 4. Ácidos graxos. 5. Gorduras na dieta. I. Arrigoni, Mário De Beni. II. Martins, Cyntia Ludovico. III. Millen, Danilo Domingues. IV. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. V. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

Aos meus avós, (*in memoriam*) Hermínio Gabriel Rizzieri, Maria Neusa Avona Argentini e Jacomo Sebastião Argentini por sempre guiarem meus passos.

A minha avó, Maria Arthuzzo Rizzieri e bisavô, Orestes Avona por serem meus grandes exemplos de vida e inspiração.

A toda minha família pelo apoio incondicional, incentivo e confiança.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me dar força, fé e sabedoria para percorrer os caminhos da vida.

Ao meu pai Rogério Arthuzzo Rizzieri, minha mãe Maria Rita Argentini Rizzieri e meu irmão Rafael Argentini Rizzieri por serem essências em minha vida, pelo incentivo e apoio incondicional durante minha formação.

A toda minha família, pelo carinho, confiança e incentivo para a conclusão de mais uma importante etapa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni, pela orientação, confiança, ensinamentos e oportunidade de desenvolvimento pessoal e profissional durante minha pós-graduação.

A Prof. Dr^a. Cyntia Ludovico Martins pela co-orientação, incentivo e esforço para a elaboração, realização e conclusão deste projeto e também pelo suporte desde o início da minha graduação.

Ao Prof. Dr. Danilo Domingues Millen pela co-orientação e toda ajuda dispensada na elaboração, realização e conclusão deste projeto, além de todo o conhecimento compartilhado e disponibilidade sempre que necessário.

Aos amigos da equipe de pós-graduandos, Alexandre Perdigão, Carolina Floret da Costa, Daniela Dutra Estevam, Gabriel Fernandes de Melo, Laís Thomas, Leonardo Rosolen Müller, Lucas Domingos Ferreira Miranda e Maria Bethânia Niehus pela parceria, amizade e auxílio durante todo o desenvolvimento do projeto.

À Lizandra Oliveira Jorgetto pela amizade, companheirismo, carinho e conselhos durante esta e outras etapas da minha formação.

A todos os estagiários que ajudaram na condução do experimento com muito empenho e dedicação.

À Prof. Dr^a. Angélica Cravo Pereira e todos os alunos do Laboratório de Ciência da Carne da FMVZ – USP pela disponibilidade e auxílio para a realização das análises de qualidade de carne e perfil de ácidos graxos.

Aos professores Dr. Jerrad F. Legako e Dr. Bradley J. Johnson pelos ensinamentos e orientação durante a realização do Estágio de Pesquisa no Exterior pela Texas Tech University e a todos os alunos do Department of Animal and Food Science pela amizade e auxílio durante todo o período de estágio.

Aos funcionários do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal em especial ao Luís Carlos Fernandes “Carlão” (*in memoriam*), pela atenção, ajuda e serviços prestados. Aos funcionários do confinamento Sidney do Império, Wilson Biazon e Eduardo Bueno pelo auxílio durante o período experimental. Aos demais professores e funcionários do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, Departamento de Produção Animal, Supervisão das Fazendas de Ensino Pesquisa e Extensão da FMVZ e de outras repartições da UNESP que colaboraram na minha formação ao longo desses anos.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação Seila, Ellen e Cláudia pela colaboração e paciência durante esta etapa. Aos Coordenadores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UNESP Botucatu pela oportunidade de receber esse título. À Faculdades de Medicina Veterinária e Zootecnia e à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Campus Botucatu – SP, por terem sido meu lar durante os anos de graduação e pós-graduação, possibilitando o meu aprimoramento, tanto pessoal quanto profissional e acadêmico.

À Empresa Nutricorp, pelo apoio financeiro para a realização do experimento que gerou esta dissertação.

À Empresa Júnior de Nutrição de Ruminantes – NUTRIR, grupo do qual tive a honra de participar e dedicar esforços para continuar uma grande história criada por alunos como eu, cujas experiências vividas levarei comigo para toda a vida. Aos atuais e aos ex-diretores da NUTRIR pois junto deles enriqueci meu desenvolvimento pessoal e profissional.

À coordenação do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida, vigência 08/2016 a 03/2017 e também à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa concedida, processo 2017/01126-9 vigência 04/2017 a 12/2018 e pela bolsa BEPE processo 2017/21115-1.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)
pelo apoio no presente trabalho realizado - Código de Financiamento 001.

Por fim, a todos o meus amigos de graduação, pós-graduação e da República Xilindró, em especial à Lucas (Fezes), Yuri (Salário), Luís Gustavo (Ponto), Mateus (Migué), Felipe Kriek (Transa), André Kriek (Bowser), Leandro (Badalo), Gabriel Germino (Germino), Gabriel Favara (Hidromel), Gabriel Melo (Nanico), Maurício (JP), Rafael (Gavião), Murilo (Giffu), Antônio (Tonho) Ana Laura (Portera), Anelise (Enxadaão), Márcia (Brejo), Lígia (Dragão), Lizandra (Pitchú), Joel (Paraguay), Júlio (Dussi), Olavo (Bilau), Tainá (Patraz) e Thiago (Penetron) vocês foram essenciais nestes anos em Botucatu e nossa amizade levarei para toda a vida.

Deixo aqui meu sincero agradecimento a todos que fizeram parte e contribuíram de alguma forma na realização deste projeto e para minha formação.

Muito obrigado!

BIOGRAFIA DO AUTOR

Ramon Argentini Rizzieri nasceu no dia 21 de dezembro de 1992 na cidade de Serra Negra – SP, filho de Rogério Arthuzzo Rizzieri e Maria Rita Argentini Rizzieri e tem como irmão Rafael Argentini Rizzieri.

Concluiu o ensino médio em dezembro de 2010 na Escola Técnica Estadual João Belarmino na cidade de Amparo – SP instituição pela qual também se formou em Técnico em Segurança do Trabalho no mesmo ano.

Graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Botucatu – SP em 2016. Durante o período de graduação, realizou duas iniciações científicas na área de Isótopos Estáveis no Centro de Isótopos Estáveis do Instituto de Biociência da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Botucatu - SP.

Também no ano de 2016, ingressou no curso de mestrado acadêmico do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Botucatu – SP sob a orientação do Prof. Dr. Mário De Beni Arrigoni e co-orientação da Prof. Dr^a. Cyntia Ludovico Martins e do Prof. Dr. Danilo Domingues Millen.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição e conteúdo nutricional das dietas de adaptação oferecidas aos animais durante o estudo.

Tabela 2 - Composição e conteúdo nutricional das dietas de crescimento oferecidas aos animais durante o estudo.

Tabela 3 - Composição e conteúdo nutricional das dietas de terminação oferecidas aos animais durante o estudo.

Tabela 4 - Perfil de ácidos graxos dos suplementos Nutrigordura[®] e *Blend*, produzidos pela Nutricorp, Araras - SP, Brasil, utilizados na formulação das dietas oferecidas aos animais durante o estudo.

Tabela 5 - Perfil de ácidos graxos das dietas de adaptação, crescimento e terminação oferecidas durante o estudo.

Tabela 6 - Avaliação da validade comercial da carne de bovinos Nelore confinados, suplementados com diferentes fontes de gordura.

Tabela 7 - Avaliação da composição química da carne de bovinos Nelore confinados, suplementados com diferentes fontes de gordura.

Tabela 8 - Perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Nelore confinados, suplementados com diferentes fontes de gordura. Valores expressos em porcentagem (%).

Tabela 9 - Análise sensorial da carne de bovinos Nelore confinados, suplementados com diferentes fontes de gordura.

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

AG	ácidos graxos
AGE	ácidos graxos essenciais
AGI	ácidos graxos insaturados
AGMI	ácido graxo monoinsaturado
AGPI	ácido graxo poli-insaturado
AGS	ácidos graxos saturados
CLA	ácido linoleico conjugado
EE	extrato etéreo
FDA	fibra em detergente ácido
FDN	fibra em detergente neutro
HDL	lipoproteína de alta densidade
LDL	lipoproteína de baixa densidade
MM	matéria mineral
MS	matéria seca
NDT	nutrientes digestíveis totais
PB	proteína bruta
TBARS	substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1. FORNECIMENTO DE LIPÍDIOS PARA BOVINOS DE CORTE	14
2.2. BIOHIDROGENAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS	15
2.3. FONTES DE LIPÍDIOS PARA RUMINANTES	16
2.3.1. Caroco de algodão	16
2.3.2. Gérmen de milho	17
2.3.3. Lipídios protegidos da degradação ruminal.....	18
2.4. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE BOVINA.....	19
2.5. OXIDAÇÃO LIPÍDICA E A QUALIDADE DE CARNE	20
2.6. ÁCIDOS GRAXOS E A SAÚDE HUMANA	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24

CAPÍTULO II

RESUMO:.....	32
ABSTRACT:.....	33
3. INTRODUÇÃO.....	34
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	35
4.1. ANIMAIS E LOCAL EXPERIMENTAL	35
4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	35
4.3. MANEJO, ARRAÇOAMENTO E CUIDADOS COM OS ANIMAIS	36
4.4. ABATE E COLETA DE AMOSTRAS.....	36
4.5. VALIDADE COMERCIAL DA CARNE	37
4.6. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE	37
4.8. ANÁLISE SENSORIAL DA CARNE	38
4.9. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	39
5. RESULTADOS.....	40
5.1. VALIDADE COMERCIAL E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CARNE	40
5.2. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE	41
5.3. ANÁLISE SENSORIAL	41
6. DISCUSSÃO.....	42
7. CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

CAPÍTULO 1

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A pecuária brasileira tem passado por intensas transformações em relação ao sistema de produção. Segundo Oliveira e Millen (2014), a terminação em confinamento cresceu consideravelmente na última década, chegando a 12% do total de animais abatidos no ano de 2016 (ANUALPEC, 2017) acompanhando a crescente demanda mundial por proteína animal.

Como forma de garantir que os bovinos atinjam o máximo de seu desempenho produtivo, é necessário assegurar uma ingestão adequada de energia. Uma alternativa utilizada pelos nutricionistas com intuito de maximizar a densidade energética da dieta é a inclusão de lipídios, os quais apresentam conteúdo energético 2,25 vezes maiores que os carboidratos (CHURCH E DWIGHT, 2002). Desta forma a inclusão de lipídios em dietas de terminação possibilita uma melhora na eficiência alimentar, obtenção de carcaças com melhor grau de acabamento e carne com maior grau de marmoreio, ou seja, maior quantidade de gordura intramuscular na carne, requisito desejável por mercados, produtores, varejistas e consumidores exigentes.

Além de uma crescente demanda mundial por carne, relatada por Oliveira e Millen (2014), há também uma constante preocupação dos consumidores pela forma de produção, qualidade e características nutricionais dos produtos de origem animal consumidos. A carne bovina é um alimento proteico de alto valor biológico, rico em ácidos graxos essenciais (AGE), vitaminas e minerais necessários para o ideal funcionamento do organismo. Entretanto, a carne bovina também é rica em ácidos graxos saturados (AGS), tendo as gorduras saturadas, relação com o aumento dos níveis das lipoproteínas de baixa densidade (LDL-colesterol) e aumento dos riscos de doenças cardiovasculares (SCOLLAN, 2006; ZELMAN, 2011).

Contudo, é possível alterar o perfil de ácidos graxos (AG) da carne, por meio da formulação de dietas, incluindo em suas composições alimentos ricos em lipídios e assim produzir uma carne com maiores teores de ácidos graxos insaturados (AGI). Segundo Souza (2008), as fontes de lipídios mais utilizadas no Brasil são sementes de oleaginosas, como algodão, girassol e soja, além de lipídios protegidos da degradação ruminal, compostos principalmente por ácidos linoleico e linolênico. Estes compostos são considerados AGE, já que os ruminantes não são capazes de sintetizá-los (LOPES, 2009).

Entretanto, maiores índices de AGI na carne estão diretamente relacionados com odores e sabores indesejáveis, decorrentes de maiores índices de oxidação, reduzindo assim a aceitação do produto pelo mercado consumidor (GRAY et al., 1996; WOOD e ENSER, 1997).

Dietas de terminação com elevados teores de lipídios sejam eles provenientes de sementes oleaginosas, óleos vegetais ou lipídios protegidos da degradação ruminal, podem elevar os teores de AGI na carne, proporcionando aumento na oxidação lipídica, diminuição da qualidade e menor vida de prateleira. Contudo, o aumento de AGI na carne, torna-a um produto mais saudável, visto que os AGS estão relacionados à doenças cardiovasculares (MENOTTI et al., 1999; WOOD et al., 2003; SCOLLAN, 2006; ZELMAN, 2011).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. FORNECIMENTO DE LIPÍDIOS PARA BOVINOS DE CORTE

A inclusão lipídios em dietas de terminação de bovinos confinados pode ser realizada por meio do fornecimento de óleo vegetal, sementes de oleaginosas e lipídios protegidos da degradação ruminal, também conhecidos como gordura protegida ou *by-pass*. De acordo com Souza (2008), sementes de oleaginosas como algodão, soja e girassol e também, gordura protegida são as fontes de lipídios mais utilizadas no Brasil. A maior parte dos AG das plantas forrageiras e dos óleos vegetais estão na forma insaturada, enquanto os AG presente na gordura animal estão na forma saturada (KOZLOSKI, 2009).

Os lipídios são compostos de AG, pertencentes a dois grupos, AGI e AGS e o estado de saturação ou não saturação é uma importante característica química e nutricional (TAHIN, 1985; FRANCO, 2001). O termo lipídio ou gordura é a definição de compostos que possuem ácidos graxos de cadeia longa e estrutura terminal com um grupo carboxila. São encontrados em grandes quantidades em sistema biológico, normalmente associados a uma molécula de glicerol ligada ao carbono terminal e são classificados em AGI e AGS de acordo com a presença ou ausência de duplas ligações em sua estrutura molecular (LEHNINGER, 2002).

O fornecimento de lipídios nas dietas melhora a eficiência alimentar dos animais e a composição lipídica da carne (ZINN; SHEN, 1996; WOOD et al., 2008). Estudos indicam que o tipo de dieta oferecida aos animais altera a composição de lipídios da carne e leite de bovinos, permitindo assim, manipular a composição da fração gordurosa da dieta com o uso, por exemplo, de sementes oleaginosas (FRENCH et al., 2000). Bovinos alimentados com dietas à base de volumosos podem receber até 4% de lipídios na dieta (com base na matéria seca), enquanto bovinos alimentados com dietas ricas em grãos podem receber até 6% de gorduras sem prejuízo na eficiência de degradação ruminal dos outros componentes da dieta e consequentemente seu desempenho (HEES, B. W. et al., 2014).

2.2. BIOHIDROGENAÇÃO DOS ÁCIDOS GRAXOS

A adição de lipídios *in natura* pode prejudicar o ambiente ruminal, pois afeta alguns microrganismos, principalmente bactérias Gram-positivas, metanogênicas e protozoários (PALMQUIST e MATTOS, 2011). Os lipídios que chegam ao rúmen são, primeiramente, transformados pelas lipases bacterianas sofrendo uma hidrólise das ligações éster, por um processo denominado lipólise, causando a liberação dos AG e glicerol (JENKINS et al., 2008). Após esta liberação, os AGI são biohidrogenados pelos microrganismos ruminais, convertendo-os em AG intermediários *trans*, pela hidrogenação das ligações duplas e posteriormente em AGS via isomeração (PALMQUIST, 2001). Durante a biohidrogenação, o ácido linoleico (C18:2, cis9 cis12), é inicialmente convertido em ácido rumênico (CLA – C18:2 cis-9 trans-11), depois à ácido vacênico (C18:1, trans-11) e posteriormente ácido esteárico (C18:0) (HARFOOT; HAZLEWOOD, 1988).

Esse processo ocorre devido à toxicidade dos AGI aos microrganismos ruminais com o intuito de permitir a sobrevivência das bactérias., sendo que a principal bactéria responsável pela biohidrogenação dos AG no rúmen é a *Butyrvibrio fibrosolvens* (MAIA et al., 2007; MAIA et al., 2010). Visto que, os AGI podem ser tóxicos aos microrganismos ruminais, a biohidrogenação é utilizada como uma forma de proteção ruminal contra os efeitos deletérios dos AGI (SANTOS et al., 2001). Após o processo de biohidrogenação, completo ou não, os AG são absorvidos no intestino, chegando até os tecidos dos animais (CHOI; PALMQUIST, 1996). Nos tecidos, pela ação das enzimas Δ^9 -dessaturase, o C18:0 pode ser transformado em ácido oleico (C18:1 cis-9) e o C18:1, trans-11, por ser transformado em CLA. (BAUMAN et al., 1999). Este, presente na carne e leite de animais ruminantes, é um rearranjo de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) ocasionado pela mistura de isômeros do ácido linoleico, sendo que, nos produtos animais a forma mais abundante é C18:2 cis-9 trans-11.

Devido à biohidrogenação, de maneira geral, a carne dos animais ruminantes apresenta alto teor de AGS e baixa relação dos AGPI, (AGPI:AGS) em comparação à carne dos animais não ruminantes (WEBER, 1991). As taxas de lipólise e biohidrogenação dependem do tipo e quantidade AG que chegam ao rúmen e do pH ruminal (BEAM et al., 2000).

A manipulação da composição dos AG presentes na carne bovina tem sido muito estudada nos últimos anos. A carne é a principal fonte de AG em nossas dietas, principalmente os AGS, os quais estão diretamente relacionados às doenças cardiovasculares (MENOTTI et al., 1999; WOOD et al., 2003; SCOLLAN, 2006; ZELMAN, 2011). Lourenço et al., (2010), relataram que estratégias nutricionais como o a inclusão de sementes oleaginosas, óleos

vegetais ou lipídios protegidos e até aditivos ionóforos manipuladores da microbiota ruminal, têm sido empregados com o intuito de elevar os teores de AGI na carne bovina.

2.3. FONTES DE LIPÍDIOS PARA RUMINANTES

2.3.1. Caroço de algodão

O algodão (*Gossypium* spp.) é cultivado principalmente para a utilização da fibra na indústria têxtil e suas sementes são utilizadas diretamente para a extração de óleo ou na alimentação animal (BLANCO, 2008). Os subprodutos gerados do algodão pela indústria como o caroço, torta e farelo apresentam alto valor nutritivo e são utilizadas como ingredientes na formulação das dietas pelos nutricionistas (PAIM et al., 2010).

O caroço de algodão é um ingrediente com elevado teor de proteína e gordura, possuindo também alta quantidade de fibra efetiva (ARIELI, 1998) e pode ser encontrado de duas formas: alto línter, que consiste em uma fibra curta composta completamente por celulose de alta digestibilidade aderida à semente, de coloração branca e baixo línter, de coloração preta por não conter a fibra aderida à casca (COPPOCK et al., 1987; EZEQUIEL, 2001).

A utilização do caroço de algodão tem ocorrido, normalmente em substituição à parte do concentrado das dietas de ruminantes (WILKS et al., 1991), principalmente devido ao seu elevado teor de gordura, que possibilitam aumentar a densidade energética das dietas sem diminuir os teores de fibra e proteínas, não afetando o desempenho produtivo dos animais, pois sua inclusão reduz o teor de amido e aumenta os teores de fibra e proteína, melhorando o ambiente ruminal (COPPOCK, et al., 1987; EZEQUIEL, 2001). Além disso, a substituição parcial de outras fontes de energia e proteína como o milho e farelo de soja possibilita uma redução no custo de alimentação dos animais, o qual representa uma grande parcela dos custos de operação em confinamento (RESTLE e VAZ, 1999).

Em estudo realizado por Pinto e Millen (2016), o caroço de algodão é o principal subproduto utilizado em dietas para bovinos confinados no Brasil, sendo utilizado por 36,4% dos nutricionistas, além de ser a fonte de lipídios mais utilizado, sendo mencionado por 72,5% dos nutricionistas entrevistados.

A composição bromatológica do caroço de algodão é de 92,63% de matéria seca (MS); 22,87% de proteína bruta (PB); 47,82% de fibra em detergente neutro (FDN); 42,85% de fibra em detergente ácido (FDA); 93,00% de nutrientes digestíveis totais (NDT); 4,12% de cinzas e 19,45% de extrato etéreo (EE) (NRBC, 2016). De acordo com Bertrand et al., (2005), o caroço

de algodão possui um perfil de ácidos graxos composto por 0,77% ácido mirístico (C14:0); 24,23% ácido palmítico (C16:0); 0,57% ácido palmitoléico (C16:1); 2,28% ácido esteárico (C18:0); 15,45% ácido oleico (C18:1); 55,72% ácido linoleico (C18:2); 0,18% ácido linolênico (C18:3); 0,25% ácido araquidônico (C20:0); 0,19% ácido behênico (C22:0) e 0,11% ácido lignocérico (C24:0) e o perfil de aminoácidos é composto por 8,2% de aspartato; 3,1% de treonina; 4,1% de serina; 16,5% de glutamina; 4,0% de prolina; 3,8% de glicina; 3,6% de alanina; 1,1% de cisteína; 4,5% de valina; 1,3% de metionina; 3,0% de isoleucina; 5,6% de leucina; 2,7 de tirosina; 4,9% de fenilalanina; 2,6% de histidina; 4,4% de lisina; 9,7% de arginina e 1,0% de triptofano.

O perfil de ácidos graxos do caroço de algodão relatado por Bertrand et al., (2005), mostra que este subproduto é rico em AGS, e as pequenas concentrações de AGI presentes sofrem biohidrogenação pelas bactérias ruminais, não elevando os teores de ácidos graxos insaturados da carne bovina.

2.3.2 Gérmen de milho

O milho é segundo grão mais produzido em volume de produção no Brasil com um total estimado de 87mil toneladas produzidas na safra 2016/17, contabilizando as safras de verão e inverno (safrinha), ficando atrás apenas da soja (AGRIANUAL, 2017). Em média 60% da produção é utilizada na produção de ração animal (ABMILHO, 2016). A elevada produção e o beneficiamento dos grãos de milho para a extração de amido e óleo para alimentação humana, além da produção de álcool, gera um subproduto de elevado valor nutritivo e comumente utilizada em formulações de rações para ruminantes (HONEYMAM, 1989).

O gérmen de milho, de acordo com Leal (2000) é um coproduto do milho que pode ser obtido por meio de dois processos de degerminação, a seco ou úmido, os quais podem alterar sua composição bromatológica. O gérmen produzido por meio da extração úmida apresenta em média 50% de lipídios enquanto o obtido por extração seca apresenta 13%. Presente no interior do grão de milho, o gérmen concentra 83% dos lipídios, 78% dos minerais e 26% das proteínas e 70% dos açúcares do grão (PAES, 2006). A gordura presente em alta concentração, é relatada por Miller et al. (2009) como altamente insaturada, apresentando perfil lipídico composto de aproximadamente 56% C18:2; 28% C18:1; 11% C16:0; 2% C18:0; 1,3% C18:3; 0,5% C20:0.

Assim como o caroço de algodão relatado por Wilks et al., 1991, o gérmen de milho é utilizado, normalmente em substituição à parte do concentrado das dietas de ruminantes. Devido a seus valores consideráveis de energia, proteína, fibra e a baixa concentração de amido

em comparação ao milho grão, o gérmen de milho é utilizado principalmente em dietas para animais confinados, com intuito de elevar o incremento calórico destas dietas (ABDELQADER et al., 2009).

2.3.3. Lipídios protegidos da degradação ruminal

Pinto e Millen (2016), reportaram que 10,3% dos nutricionistas de confinamentos brasileiros utilizam lipídios protegidos em suas dietas de terminação. Estes, são compostos principalmente por ácidos linoleico (n-3; $\Omega 3$) e linolênico (n-6; $\Omega 6$), (SOUZA, 2008), os quais, são considerados AGE, já que os ruminantes não são capazes de sintetizá-los (LOPES, 2009).

Devido aos lipídios protegidos passarem por um processo de proteção, são pouco dissociados dentro do rúmen em condições ideais de pH, passando por este de maneira inerte, sem prejudicar a atividade dos microrganismos ruminais (PALMQUIST; MATTOS, 2011). Entretanto, esta proteção é parcial, com valores em torno de 77% (KLUSMEYER; CLARK, 1991) podendo variar de acordo com a composição de AG, sendo que, quanto mais insaturados forem os AG, menor será a estabilidade dos produtos no rúmen (SUKHIJA; PALMQUIST, 1990).

Os lipídios protegidos são fornecidos na forma de sais de cálcio, que impedem a biohidrogenação dos AGE, que são insaturados. Isso acontece porque os sais de cálcio são digeridos somente em meio ácido e o pH do rúmen é apenas ligeiramente ácido, o que faz com que o produto permaneça inalterado até chegar ao abomaso, onde o pH é extremamente ácido e proporciona a liberação dos lipídios para o intestino, onde serão absorvidos (CHURCH e DWIGHT, 2002; LOPES, 2009).

Segundo Allen 2000, fontes de lipídios, principalmente na forma protegida da degradação ruminal, como os sais de cálcio de AG e fontes de gordura que possuem proteção natural, como sementes de oleaginosas inteiras ou parcialmente quebradas, apresentam baixa toxicidade dos AGI, diminuindo os impactos negativos sob a microbiota ruminal e nos processos de degradação dos alimentos oferecido aos animais.

Além de melhorar a densidade energética da dieta, o fornecimento de lipídios protegidos pode melhorar a qualidade da carcaça e da carne. As fontes de gordura presentes nas dietas ofertadas aos animais podem exercer grande influência no perfil lipídico e características de qualidade da carne. Garret et al. (1976), observaram melhora na textura, maciez e suculência da carne de animais suplementados com gordura protegida na fase de terminação.

2.4. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE BOVINA

A carne bovina apresenta grande variação quanto ao perfil dos lipídios presentes em sua composição. As quantidades e o perfil dos AG depositados normalmente resultam do balanço entre energia da dieta e requerimentos metabólicos (ERIKSSON; PICKOVA, 2007) e dos ingredientes que compõem a dieta fornecida. Em animais suplementados com fontes de lipídios, o fator que sofre maior influência desta suplementação é o perfil de AG da carne (MEDEIROS e ALBERTINI, 2012).

Segundo Brandão et al. (2005), os lipídios são classificados em saturados, monoinsaturados e poli-insaturados. O fator que os diferencia é o número de duplas ligações na estrutura molecular, as quais são ausentes nos AGS. A composição de AG dos alimentos de origem animal é de grande importância, principalmente para a carne de ruminantes, pelo fato desta ser associada a problemas cardiovasculares devido a seus altos teores de AGS (MCAFEE et al., 2010). Entretanto, AGE como Ω -3 e Ω -6, aos quais são atribuídos diversos benefícios ao organismo humano, também são encontrados na carne bovina (LIRA et al., 2004; SCOLLAN, et al., 2006).

A quantidade e o perfil dos AG presentes na carne bovina são altamente influenciados pelos sistemas de alimentação dos animais (MUCHENJE et al. 2009). Em estudo de Santarosa (2011), o fornecimento de lipídios protegidos a bovinos confinados aumentou a concentração de CLA na gordura subcutânea do *M. Longissimus thoracis*. Este é um resultado interessante do ponto de vista nutricional, já que o CLA tem propriedades anticarcinogênicas, altera a partição de nutrientes, tem efeitos antidiabéticos, reduz o desenvolvimento de aterosclerose e modula o sistema imunológico (PALMQUIST et al., 2005).

Franzói (2013) observou que o fornecimento de lipídios protegidos ou torta de algodão não aumentou a concentração de CLA na gordura subcutânea do *M. Longissimus thoracis*, mas proporcionou maior teor de AGPI em comparação ao grupo controle, sem a adição de fontes de gordura. O consumo de carne com maior proporção de AGPI é importante, já que tais substâncias podem reduzir os níveis séricos de colesterol e são precursores de algumas substâncias vasoativas, que alteram a viscosidade sanguínea, a permeabilidade dos vasos e a pressão arterial (BELDA E POURCHET-CAMPOS, 1991).

Sendo assim, alterações no perfil lipídico da carne bovina torna-se possível por meio da dieta fornecida aos animais e estratégias alimentares adotadas (NUERNBERG, 2005). A alteração do perfil de ácidos graxos da carne visando obter maior proporção de AGPI vai de encontro com a demanda do mercado consumidor. Entretanto, as melhores fontes de lipídios a

serem fornecidas aos animais para proporcionar estas alterações, ainda não estão bem elucidadas na literatura (WOOD et al., 2008; LADEIRA et al., 2013).

2.5. OXIDAÇÃO LIPÍDICA E A QUALIDADE DE CARNE

A alteração dos alimentos que ocorre durante o processamento e armazenamento, pode estar relacionada aos processos oxidativos (HINNEBURG, et al., 2006). Alimentos com elevado teor de lipídios são susceptíveis a sofrerem alteração, devido principalmente à ocorrência de processos oxidativos aos quais os AG estão expostos (SILVA, et al., 2010). A oxidação lipídica é um importante processo de alteração que ocorre nos produtos cárneos, definindo sua vida útil, à medida que gera produtos indesejáveis do ponto de vista sensorial como ácidos, aldeídos, álcoois e cetonas, destrói vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais (GRAY, 1971; JADHAV et al., 1996; CECCHI, 1999) e produz compostos potencialmente tóxicos como hidrocarbonetos (MATIUTTI e BRAGAGNOLO, 2009).

A oxidação lipídica é um processo auto catalítico que ocorre em membranas biológicas e alimentos, resultando em perda da qualidade do produto, sendo que as alterações causadas pela oxidação podem ocorrer em algumas frações proteicas ou lipídicas (DREHMER, 2005). Essa é favorecida principalmente pelos AGI presentes no músculo, sendo a principal causa da deterioração da carne, já que estes AG possuem estruturas mais susceptíveis ao processo oxidativo (RAMALHO e JORGE, 2006). Sendo assim, a estabilidade de alimentos que contêm fontes de lipídios, como os produtos cárneos, depende da proporção de AGI e AGS (TRITAN e BEUX, 2006).

Lipídios como o colesterol estão sujeitos à oxidação quando submetidos a condições de exposição ao ar, temperaturas elevadas, iniciadores de radicais livres, luz e a combinação dos mesmos (SMITH, 1987; BAGGIO, 2004). Tais condições são comuns desde o abate dos animais até o varejo nas gôndolas de mercados, podendo assim reduzir a validade comercial dos produtos cárneos.

Processos como desossa, fatiamento e moagem de carnes promovem o rompimento das células o que resulta na liberação de ferro, outros minerais de transição e enzimas, além de aumentar a exposição dos esfingolipídios e fosfolipídios das membranas celulares favorecendo assim o processo de oxidação (DAWSON; GARTNER, 1983). Fatores que promovem a oxidação de lipídios incluem componentes metabólicos tais como mioglobina, citocromos e metais de transição, os quais são liberados durante a maturação da carne (BUCKLEY et al., 1995).

Pearson et al. (1983), relataram que a reação de oxidação dos AGI é composta de três fases, sendo que, na primeira fase ocorre a formação dos radicais livres (radical lipídico e radical peroxilipídico), a segunda compreende a reação em cadeia dos radicais livres, formando os hidroperóxidos, os quais são os principais produtos iniciais da reação dos AG com o oxigênio ou reações com outros constituintes como as proteínas e na terceira e última fase, ocorre a formação dos produtos não radicais (hexanal, pentanal e malonaldeído). As modificações oxidativas que acometem os produtos cárneos podem ser quantificadas por meio da avaliação dos produtos secundários da degradação (DREHMER, 2005) como as substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS). Os valores de TBARS são considerados indicadores do grau de deterioração das características sensoriais da carne devido à oxidação lipídica (CRACKEL et al., 1988).

O malonaldeído é um dos principais produtos da oxidação lipídica e é capaz de se combinar com duas moléculas do ácido 2-tiobarbitúrico (TBA), originando um pigmento vermelho que pode ser mensurado na espectrofotometria a 532nm e 600nm (TORRES, 1988) por meio da análise de TBARS. Contudo, tanto a formação como a degradação do malonaldeído são afetadas pela composição do alimento, como a presença de ferro, que aumenta a formação deste composto, além de cortes cárneos e tipos de produtos cárneos analisados (SHAMBERGER et al., 1977; NEWBURG; CONCON, 1980).

De acordo com Ferrari (1998), além da análise TBARS, para a avaliação e quantificação da oxidação lipídica, são utilizadas outras medições como o índice de peróxidos, valor de pH, índice de refração e a análise sensorial, imprescindível para uma correta avaliação da rancidez do alimento, pois os produtos secundários como aldeído malônico, maior produto da degradação dos hidroperóxidos, pode estar envolvido em outras interações físico-químicas.

A oxidação dos lipídios reduz a qualidade da carne, deteriora o sabor, altera a coloração, aumenta a perda de água e a oxidação do colesterol (DREHMER, 2005). A deterioração do sabor é um efeito da oxidação que reduz imensamente a aceitabilidade dos consumidores devido ao desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis, os quais dependem basicamente do grau de instauração dos ácidos graxos presentes na carne (DREHMER, 2005). Durante a peroxidação, AGPI são degradados em componentes voláteis de cadeia curta, tais como aldeídos, cetonas, álcoois, ésteres e ácidos, o que gera deterioração do sabor e odor (TORRES e FERRARI, 2000).

Além disso, a coloração dos produtos cárneos é alterada devido à oxidação lipídica, em que a oximioglobina é transformada em metamioglobina (DREHMER, 2005) e ocorre durante o processamento, armazenamento e exposição em gôndolas de mercado. A oxidação lipídica e

o desenvolvimento da cor na carne de ruminantes são influenciados tanto pela composição de AG quanto pela concentração de antioxidantes nos tecidos (SCOLLAN et al., 2001). De acordo com Muchenje et al. (2009), a cor da carne é o primeiro critério utilizado pelo consumidor no momento da compra, sendo que a coloração marrom é pouco atrativa para o consumidor o qual rejeita o produto (BUCKLEY et al., 1996). Fatores como espécie animal, localização anatômica do músculo, sistemas de alimentação, condições pré-abate também interferem na coloração final da carne (ABRIL et al., 2001).

Outro fator importante relacionado à qualidade e validade comercial da carne é o pH do músculo, o qual interage com o ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares influenciando seu estado físico e a reflexão da luz da superfície muscular (ABRIL et al., 2001) alterando as características de coloração. Carnes DFD (*dark, firm and dry*), decorrentes de um déficit de ácido láctico no músculo possuem valor de pH mais elevado geralmente ocasionado por um estresse pré-abate, o que diminui a vida de prateleira, além de diminuir a aceitação pelo consumidor devido a sua coloração escura e textura dura e seca (MUCHENJE, et al., 2009).

Juntamente com a alteração dos aspectos sensoriais, a oxidação lipídica da carne pode trazer riscos à saúde, uma vez que dentre os produtos secundários da deterioração oxidativa dos AG, destacam-se os aldeídos que são relacionados à aterosclerose, ao diabetes, à mutagênese e, possivelmente ao câncer (MEDEIROS et al., 1996; TORRES e FERRARI, 2000). O colesterol, derivado lipídico presente na carne, também sofre oxidação e forma produtos aterogênicos, mutagênicos e carcinogênicos (KUMAR e SINGHAL, 1991).

2.6. ÁCIDOS GRAXOS E A SAÚDE HUMANA

A carne de animais ruminantes contém elevados teores de AGS devido ao processo de biohidrogenação dos AG. Alimentos com altos teores de gordura saturada como as gorduras de origem animal são comumente relacionados às doenças coronárias (MCAFEE, et al., 2010). Segundo Lima Jr. et al. (2011), órgãos de saúde têm intensificado as recomendações da ingestão de alimentos ricos em AGPI e do equilíbrio dietético entre os insaturados (relação Ω -6: Ω -3). Entretanto, Valle (2000), constatou que fatores como idade, genética familiar, sedentarismo, fumo, obesidade, diabete, pressão alta, altos níveis de colesterol total e LDL-colesterol e baixos níveis de lipoproteínas da alta densidade (HDL-colesterol) estão correlacionadas com doenças cardiovasculares.

Além disso, a relação de Ω -6: Ω -3 é particularmente equilibrada na carne de ruminantes, especialmente de animais criados em pasto, com altos níveis de ácido linolênico (Ω -3) (LIMA

JR et al., 2011). Animais ruminantes também produzem naturalmente o CLA, que pode apresentar benefícios na promoção da saúde (ENSER, 2001; SCOLLAN et al. 2001; SCOLLAN et al. 2006). Segundo Palmquist et al. (2005), o CLA tem propriedades anticarcinogênicas, altera a partição de nutrientes, tem efeitos antidiabéticos, reduz o desenvolvimento de aterosclerose e modula o sistema imunológico. Este AGI é encontrado apenas em produtos de origem animal e não pode ser substituído pelo organismo humano (LOBATO e FREITAS, 2006) o que reforça a necessidade do consumo de alimentos como carne, leite e derivados.

Uma adequada formulação das dietas dos animais, possibilita uma manipulação do perfil de AG da carne por meio da inclusão de fontes de lipídios, pois esses sofrem grande influência da suplementação com gorduras, elevando assim os teores de AGI (MUCHENJE et al. 2009; MEDEIROS e ALBERTINI, 2012), os quais são benéficos a saúde humana, (ENSER, 2001; SCOLLAN et al. 2001; PALMQUIST et al., 2005; SCOLLAN et al. 2006).

Contudo, o processo de oxidação lipídica, além de depreciar a qualidade da carne e causar riscos a saúde, é acrescido principalmente pela presença de AGPI como os Ω -3 e Ω -6, que servem de substrato para a oxidação. Os efeitos tóxicos da oxidação, de acordo com Torres e Ferrari (2000), estão relacionados com os radicais livres que em alimentos, acarretam em uma função deletéria ao promover a oxidação dos AGI em colesterol. De acordo com Kumar e Singhal (1991), a oxidação do colesterol forma produtos aterogênicos, mutagênicos e carcinogênicos. O colesterol puro não produz efeito sobre o sistema circulatório, porém os óxidos do colesterol são tóxicos, produzindo resíduos no coração e artéria aorta, gerando a formação de placas no sistema circulatório, elevando a pré disposição à doenças cardiovasculares (DUTHIE, 1991; ADDIS, 1999).

Os produtos secundários formados pela deterioração oxidativa dos AG como o aldeído malônico, estão relacionados à ateroscleose, diabetes e câncer (MEDEIROS et al., 1996; TORRES; FERRARI, 2000) pois promovem a degeneração hepática e de órgão linfóides, podendo causar também a morte celular (FERRARI, 1998). Além disso, Ferrari (1998) observou prejuízos nutricionais ocasionados pela oxidação lipídica devido à diminuição dos teores de vitaminas lipossolúveis e AGE (Ω -3 e Ω -6).

No Capítulo 2, será abordado o estudo que teve por objetivo avaliar os efeitos da suplementação com fontes de lipídios para bovinos Nelore confinados e seus impactos no perfil lipídico, validade comercial e características sensoriais da carne. Deste estudo, será publicado um artigo científico na revista *Scientia Agricola*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELQAEDER, M. M.; HIPPEN, A. R.; KALSCHEUR, K. F.; SCHINGOETHE, D. J.; KARGES, K. M.; GIBSON, L. Evaluation of corn germ from ethanol production as an alternative fat source in dairy cow diets. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 92, p. 1023-1037, 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE MILHO. **Oferta e demanda do milho no Brasil**. 2016. Disponível em: <<http://www.abimilho.com.br/estatística>>. Acesso: 27 set. 2017.
- ABRIL, M.; CAMPO, M. M.; ÖNENÇ, A.; SAÑUDO, C.; ALBERTI, P.; NEGUERUELA, A. I. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. **Meat Science**, Barking, v. 58, p. 69-78, 2001.
- ADDIS, P. B. **The good news in your cholesterol future**. Minnesota: University of Minnesota, 1999. p. 4-5.
- AGRIANUAL: **anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria, 2017. 432 p.
- ANUALPEC: **anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria, 2017. 288 p.
- BAGGIO, S. R. **Óxidos de colesterol, colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em produtos cárneos processados**. 2004. 199 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade de Campinas, Campinas, 2004.
- BAUMAN, D. E.; BAUMGARD, L. H.; CORL, B. A. Biosynthesis of conjugates linoleic acid in ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 1-15, 1999.
- 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 bio hydrogenation of fatty acids in ruminal contents. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 83, n. 1, p. 2564-2573, 2000.
- BELDA, M. C. R.; POURCHET-CAMPOS, M. A. Ácidos graxos essenciais em nutrição: uma visão atualizada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 5-35, 1991.
- BERTRAND, J. A.; SUDDUTH, T. Q.; CONDON, A.; JENKINS, T. C.; CALHOUN, M. C. Nutrient content of whole cottonseed. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 88, p. 1470-1477, 2005.
- BLANCO, B. S. Gossipol e fatores antinutricionais da soja. In: SPINOSA, H. S.; G'ORNIK, S. L.; NETO, J. P. (Eds). **Toxicologia aplicada à medicina veterinária**. Barueri: Manole, 2008. p. 531-545.
- BRANDÃO, P. A.; COSTA, F. G. P.; BARROS, L. R.; NASCIMENTO, G. A. J. Ácidos graxos e colesterol na alimentação humana. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 26, n. 1, p. 5-14, 2005.
- BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, M. P. A.; GRAY, J. I. Influence of dietary vitamin E on the oxidative stability and quality of pig meat. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 3122-3130, 1995.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Unicamp, 1999.

CHOI, B. R.; PALMQUIST, D. L. High fat diets increase plasma cholecystokinin and pancreatic polypeptide, and decrease plasma insulin and feed intake in lactating cows. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 126, n.11, p. 2913-2919, 1996.

CHURCH & DWIGHT Co. **Megalac-R, rumen by pass fat**. EFA Alert Research Summary. 2002. 28 p.

COPPOCK, C. E.; LANHAM, J. K.; HORNER, J. L. A review of nutritive value and utilization of whole cottonseed, cottonseed meal and associated by-products by dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 18, n. 2, p. 89-129, 1987.

CRACKEL, R. L.; GRAY, J. I.; PEARSON, A. M.; BOOREN, A. M. BUCKLEY, D. J. Some further observations on the TBA test as an index of lipid oxidation in meats. **Food Chemistry**, Oxford, v. 28, n. 3, p. 187-196, 1988.

VALLE, E. R. **Mitos e realidades sobre o consumo de carne bovina**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2000.

DOWSON, L. E.; GARTNER, R. Lipid oxidation in mechanically boned poultry. **Journal of Food Technology**, Oxford, v. 6, p. 112-116, 1983.

DREHMER, A. M. F. **Quebra de peso das carcaças e estudo de vida de prateleira da carne suína**. 2005. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

DUTHIE, G. Antioxidant hypothesis of cardiovascular disease. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v. 2, n. 8, p. 105-107, 1991

ENSER, M.; SCOLLAN, N.; GULATI, S.; RICHARDSON, I.; NUTE, G.; WOOD, J. The effects of ruminally-protected dietary lipid on the lipid composition and quality of beef muscle. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 47., 2001, Kraków. **Proceedings...** Kraków, 2001. v. 1, p. 12-13.

ERIKSSON, S. F.; PICKOVA, J. Fatty acids and tocopherol levels in *M. Longissimus thoracis* of beef cattle in Sweden: a comparison between seasonal diets. **Meat Science**, Barking, v. 76, n. 4, p. 746-754, 2007.

EZEQUIEL, J. M. B. Uso do caroço de algodão na alimentação animal. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., 2001. Goiânia. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p. 307-328.

FERRARI, C. K. B. Oxidação lipídica em alimentos e sistemas biológicos: mecanismos gerais e implicações nutricionais e patológicos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 11, p. 3-14, 1998.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2001. 307 p.

FRANZÓI, M. C. S. **Características da carne de bovinos nelore confinados suplementados com fontes de lipídios**. 2013. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

FRENCH P.; STANTON, C.; LAWLESS, F, O'RIORDAN EG, MONAHAN FJ, CAFFREY PJ. Fatty acids composition including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers of feed grazed grass, grass silage, or concentrate-based. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 2849-2855, 2000.

GOUVEA, V. N. **Caroço de algodão em dietas contendo alto teor de concentrado para bovinos Nelore terminados e confinamento**. 2015. 150 f. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

GRAY, J. I. Measurement of lipid oxidation: a review. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Chicago, v. 55, p. 539-546, 1978.

GRAY, J. I.; GOMAA, E. A.; BUCKLEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, Barking, v. 43, p. 111-123, 1996.

HARFOOT, C. G.; HAZLEWOOD, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, H. D. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. New York: Elsevier Science, 1988. p. 285-322.

HESS, B. W.; MOSS, G. E.; RULE, D. C. A decade of developments in the área of fat supplementation research with beef cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 14, p. 188-204, 2014.

HINNEBURG, I.; DORMAN, H. J.; HILTUNEN, R. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. **Food Chemistry**, Oxford, v. 97, n. 1, p. 122-129, 2006.

HONEYMAM, M. S. **Corn gluten feed as principal feed ingredient for gestating swine: Effects on long-term reproductive performance and energy, lysine and tryptophan utilization**. Iwo: Iowa State University, 1989. 120 p.

JADHAV, S. J., NIMBALKAR, S. S, KULKARNI, A. D. AND MADHAVI, D. L. Lipid oxidation in biological and food systems. In: **Food Antioxidants**, eds. D. L. MADHAVI, S. S. DESHPANDE AND D. K. SALUNKHE. Marcel Dekker, New York. p. 5-63, 1996.

JENKINS, T. C.; WALLACE, R. J.; MOAT, P. J.; MOSLEY, E. E. Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 2, p. 397-412, 2008.

KLUSMEYER, T. H.; CLARK, J. H. Effects of dietary fat and protein on fatty acid flow to the duodenum and in milk proceed by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, n. 9, p. 3055-3067, 1991.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 2009. 216 p.

KUMAR, N.; SINGHAL, O. Cholesterol oxides and other sclerosis: a review. **Journal of Science Food and Agriculture**, London, v. 55, p. 497-510, 1991.

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**, Barking, v. 1, n. 8, p. 597-605, 2013.

- LEAL, E. S. **Extração, obtenção e caracterização parcial de ácido fítico do germe grosso de milho e aplicação de antioxidantes**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2000.
- LEHNINGER, A. L. **Princípios da bioquímica**. 3. ed. São Paulo: Sarvier, 2002.
- LIMA JÚNIOR, D. M.; RANGEL, A. R. N.; URBANO, E. A.; MACIEL, M. V.; AMARO, L. P. A. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. **Acta Veterinária Brasilica**, Mossoró, v. 5, n. 4, p. 351-358, 2011.
- LIRA, G. M.; MANCINI FILHO, J.; SANT'ANA, L. S.; TORRES, R. P.; OLIVEIRA, A. C.; OMENA, C. M. B.; SILVA NETA, M. L. Perfil de ácidos graxos, composição centesimal e valor calórico de moluscos crus e cozidos com leite de coco da cidade de Maceió-AL. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 40, n. 4, p. 529-537, 2004.
- LOBATO, J. F. P.; FREITAS, A. K. **Carne bovina: mitos e verdades**. São Paulo: FEDERACIT, 2006.
- LOPES, C. N. **Suplementação de gordura protegida na produção de progesterona, momento da luteólise e prenhez em vacas Nelore**. 2009. 48 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- LOURENÇO, M.; RAMOS-MORALES, E.; WALLACE, R. J. The role of microbes in rumen lipolysis and bio hydrogenation and their manipulation. **Animal**, Cambridge, v. 4, n. 7, p. 1008-1023, 2010.
- MAIA, M. R. G.; CHAUDHARY, L. C.; BESTWICK, C. S.; RICHARDSON, A. J.; MCKAIN, N.; LARSON, T. R.; GRAHAM, I. A.; WALLACE, R. J. Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogen at *Ingruminal bacterium*, *Buttyvibrio fibrisolvens*. **BMC Microbiology**, London, v. 10, n. 52, p. 1-10, 2010.
- MAIA, M. R. G.; CHAUDHARY, L. C.; FIGUERES, L.; WALLACE, R. J. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie van Leeuwenhoek**, Amsterdam, v. 91, n. 4, p. 303-314, 2007.
- MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. A. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salviaoddicinalis* L.) e de alho (*Alliumsativum* L.) como antioxidantes naturais. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 68, n. 1, p. 1-11, 2009.
- MCAFEE, A. J.; MCSORLEY, E. M.; CUSKELLY, G. J.; MOSS, B. W.; WALLACE, J. M. W.; BONHAM, M. P.; FEARON, A. M. Red meat consumption: an overview of the risks and benefits. **Meat Science**, Barking, v. 84, n. 1, p.1-13, 2010.
- MEDEIROS, M. H. G.; LOUREIRO, A. P. M.; CARVALHO, V. M. Lesões em DNA produzidos por produtos secundários da peroxidação lipídica. **Revista de Medicina**, Niterói, n. 75, p. 16-25, 1996.
- MEDEIROS, S. R.; ALBERTINI, T. Z. Uso de alimentos ricos em lipídios para alimentação de bovinos de corte: recomendações de uso, limitações e impactos na qualidade da carne. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 8., Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG,

2012. Disponível em: <http://www.simcorte.com/index/Palestras/8_simcorte/12.pdf>. Acesso em: 15 set. 2017.

MENOTTI, A.; KROMHOUT, D.; BLACKBURN, H.; FIDANZA, F.; BUZINA, R.; NISSINEM, A. Food intake pattern and 25-year mortality from coronary heart disease: cross-cultural correlation in the seven countries study. The seven countries study research group. **European Journal of Epidemiology**, Oxford, v. 15, n. 6, p. 507-515, 1999.

MILLER, W. F.; SHIRLEY, J. E.; TITGEMEYER, E. C.; BROUK, M. J. Comparison of full-fat corn germ, whole cottonseed, and tallow as fat sources for lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 92, n. 7, p. 3386-3391. 2009.

MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; STRYDOM, P. E.; HUGO, A.; RAATS, J. G. Some biochemical aspects per tailing to beef eating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, Oxford, v. 112, p. 279-289, 2009.

NEWBURG, D. S.; CONCON, J. M. Malonaldehyde concentrations in food are affected by cooking conditions. **Journal of Food Science**, Champaign, v. 45, p. 1681, 1980.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF BEEF CATTLE - NRBC. **Eight revised edition**. Washington, DC: National Academies. 2016.

NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; VOIGT, J.; SCOLLAN, N. D.; WOOD, J. D.; NUTE, G. R.; RICHARDSON, R. I. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 94, n. 1-2, p. 137-147, 2005.

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

PAES, M. C. D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. **Circular Técnica Embrapa**, n. 75, Sete Lagoas, 2006.

PAIM, T.; LOUVANDINI, H.; MCMANUS, C. M.; ABDALLA, A. L. Uso de subprodutos de algodão na nutrição de ruminantes. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, Recife, v. 13, p. 24-37, 2010.

PALMQUIST, D. L. Ruminal and endogenous synthesis of CLA in cows. **Australian Journal of Dairy Technology**, North Melbourne, v. 56, v. 2, p. 134-147, 2001.

PALMQUIST, D. L.; LOCK, A. L.; SHINGFIELD, K. J.; BAUMAN, D. E. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. **Advances in Food and Nutrition Research**, San Diego, v. 50, p. 179-217, 2005.

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

PEARSON, A. M.; GRAY, J. I.; WOLZAK, A. M.; HORENTEIN, N. A. Safety implication of oxidized lipid in muscle food. **Journal of Food Technology**, Oxford, p. 121-129, 1983.

- 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)**. Viçosa/MG: UFV, 2016, v. 1, p. 103-120.
- RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 755, 2006.
- RESTLE, J.; VAZ, F. N. Confinamento de bovinos definidos e cruzados. In: LOBATO, J. F. P.; BARCELLOS, J. O. J.; KESSLER, A. M. **Produção de bovinos de corte**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1999. p.141-168.
- SANTAROSA, L. C. **Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos alimentados com lipídeos e ionóforo**. 2011. 100 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Ruminantes) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.
- SCOLLAN, N. D.; CHOI, N. J.; KURT, E.; FISHER, A. V.; ENSER, M.; WOOD, J. D. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**, London, v. 85, p. 115-124, 2001.
- SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J. F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006.
- SHAMBERGER, R. J.; SHAMBERGER, B. A.; WILLIS, C. E. Malonaldehyde content of food [tested for the presence of the carcinogenic initiator and mutagen. **Journal of Nutrition**, Rockville, v. 107, p. 1404, 1977.
- SILVA, R. F.; ASCHERI, J. R. L.; SOUZA, J. M. L. Influência do processo de beneficiamento na qualidade de amêndoas de castanha-do-Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 2, p. 445-450, 2010.
- SMITH, L. L. Cholesterol autoxidation. **Chemistry and Physics of Lipids**, Limerick, v. 44, p. 87-125, 1987.
- SOUZA, A. A. A. **Características físico-químicas e sensoriais da carne de bovinos Nelore (*Bos taurus indicus*) alimentados com diferentes fontes de lipídios e de selênio**. 2008. 71 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga 2008.
- SUKHIJA, P. S.; PALMQUIST, D. L. Dissociation of calcium soaps of long-chain fatty acids in rumen fluid. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 73, n. 3, p. 665-671, 1990.
- TAHIN, Q. S. Importância fisiológica e patológica dos ácidos graxos. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v. 28, n. 3, p. 335-361, 1985.
- TORRES, E. A. F. S. Oxidação lipídica em carnes: uma revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, p. 53-71, 1988.
- TORRES, E. A. F. S.; FERRARI, C. K. B. Fatores físicos e bioquímicos da industrialização, preparo e armazenamento de alimentos e sua relação com radicais livres e a oxidação lipídica. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 11, n. 68/69, p. 19-25, 2000.

TORRES, E. A. F. S.; FERRARI, C. K. B. Fatores físicos e bioquímicos da industrialização, preparo e armazenamento de alimentos e sua relação com radicais livres e a oxidação lipídica. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 11, n. 68-69, p. 19-25, 2000.

TRITAN, M. G.; BEUX, S. Controle do óleo de soja degomado. **Synergismus Scyentifica**, Pato Branco, v. 1, n. 1-4, p. 306-316, 2006.

WEBER, M.G.; ANTIPATIS. Qualidade da carne suína e dieta de vitamina E. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 2., Concórdia, 2001. **Anais...** Disponível em: < http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_weber_pt.pdf>. Acesso em: 23 maio 2017.

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

WOOD, J. D.; ENSER, M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 1, p. 49-60, 1997.

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**, Barking, v. 78, n. 4, p. 343-358, 2008.

ZELMAN, K. The great fat debate: a closer look the conversy – questioning the validity of age-old dietary guidance. **Journal of the American Dietetic Association**, Orlando, v. 111, n. 5, p. 655-658, 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**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 2303-2309, 1996.

CAPÍTULO 2

VIDA DE PRATELEIRA E PERFIL DE LIPÍDIOS DA CARNE DE BOVINOS NELORE CONFINADOS, SUPLEMENTADOS COM DIFERENTES FONTES DE GORDURA

RESUMO:

A inclusão de gordura na dieta de ruminantes pode alterar o perfil de ácidos graxos da carne e afetar os parâmetros de qualidade do produto. O presente estudo teve por objetivo avaliar os efeitos da suplementação de diferentes fontes de lipídios para bovinos Nelore confinados e seus impactos no perfil lipídico, vida de prateleira e características sensoriais da carne. Noventa e seis bovinos machos, não castrados da raça Nelore com média de idade de 22 meses e peso vivo inicial de 399,90kg ($\pm 19,32$ kg) foram divididos e alocados em 24 baias do confinamento experimental da UNESP, Campus de Botucatu onde receberam dietas com fontes lipídicas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, divididos em quatro tratamentos, sendo o peso inicial dos animais considerado para a formação dos blocos. Os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: Coprodutos (COP), com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho; Nutrigordura® (NUTR), com a inclusão de fonte de lipídios protegidos da degradação ruminal provenientes de óleo de soja; *Blend*, com a inclusão de combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais e Mix, com a adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho e combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais (*Blend*). Os bovinos foram submetidos a uma dieta de adaptação por um período de 10 dias. Após este período receberam por 25 dias uma dieta de crescimento e durante 74 dias a dieta de terminação, totalizando 108 dias de experimento. Após o abate dos animais, foram colhidas amostras do músculo *L. thoracis* e realizadas as análises de pH, cor perfil de ácidos graxos e sensorial da carne. Para a variável pH, os animais que receberam dieta com Coprodutos apresentaram menores valores que os animais suplementados com Nutrigordura® e Mix. Houve também efeito linear para o fator dia em que o pH no dia 4 apresentou menor valor em relação aos demais dias de avaliação. A avaliação de cor apresentou um valor de L* maior para a carne dos animais que receberam a dieta com Coprodutos em relação aos que receberam a dieta com Mix. Para dia houve efeito linear no qual o dia 1 se diferenciou das demais observações apresentando menor valor de L*. Para a* não houve diferença entre a carne dos animais, entretanto, houve efeito linear para dia, tendo aumentado os valores quanto maior foi o tempo sobre condições de varejo. Para b*, houve interação entre os tratamentos e dias no qual para o dia 3, a carne dos animais do tratamento com a inclusão de *Blend* na dieta apresentou menor valor. Com relação ao perfil de ácido graxos as concentrações de CLA tiveram maiores valores na carne de animais que receberam dietas com a inclusão de lipídios protegidos da degradação ruminal. Consequentemente estes tratamentos apresentaram uma menor concentração total de AGS. A análise sensorial da carne apresentou alterações para os parâmetros de sabor característico e aroma característico tendo menor avaliação para a carne de animais suplementados com *Blend*, entretanto, os valores permaneceram dentro de um padrão aceitável de qualidade. Portanto a suplementação com fontes de gordura não alterou negativamente a qualidade do produto final, sendo que a utilização de fontes de lipídios protegidos altera o perfil de ácidos graxos, elevando os teores de ácidos graxos insaturados da carne.

Palavras chave: lipídios, ácidos graxos, caroço de algodão, gordura protegida, confinamento.

SHELF LIFE AND LIPID PROFILE OF NELLORE CATTLE MEAT, SUPPLEMENTED WITH DIFFERENT SOURCES OF FAT

ABSTRACT:

The inclusion of fat in the ruminant diet may alter the fatty acid profile of the meat and affect the quality parameters of the product. The objective of the present study was to evaluate the effects of supplementation of lipid sources for feedlot Nelore cattle and their impact on the lipid profile, shelf life and sensorial characteristics of the meat. Ninety-six Nelore bulls, uncastrated, with mean age of 22 months and initial live weight of 399,90kg ($\pm 19,32$ kg) were divided and allocated in 24 pens of experimental feedlot of UNESP, Botucatu Campus where they received diets with different lipid sources. The experimental design was randomized blocks, divided in four treatments, being the initial weight of the animals considered for the formation of the blocks. The treatments were distributed as follows: Coproducts (COP), with addition of natural sources of lipids, from cottonseed and corn germ; Nutrigordura® (NUTR), with the inclusion of lipids protected from rumen degradation from soybean oil; *Blend*, with the inclusion of a combination of fatty acids protected from ruminal degradation from vegetable sources and Mix, with the addition of natural sources of lipids from cottonseed and corn germ and a combination of fatty acids protected from ruminal degradation from plant sources (*Blend*). The cattle were submitted to an adaptation diet for a period of 10 days. After this period, they received a growth diet for 25 days and, during the 74 days of the finishing diet, totaling 108 days of experiment. After the slaughter of the animals, samples of *L. thoracis* muscle were collected and realized analyzes of pH, color, fatty acid profile and sensorial panel of the meat. For the pH variable, the animals supplemented with Coproducts had lower values than the animals supplemented with Nutrigordura® and Mix. There was also a linear effect for the day factor in which the pH at day 4 presented lower value in relation to the other evaluation days. The color evaluation showed a higher L* value for the meat of the animals that received the diet with Coproducts than those that received the diet with Mix. For day there was a linear effect in which day 1 was different from the other observations presenting lower value of L*. For the a* there was no difference between the meat of the animals, however, there was a linear effect for day, having increased the values the greater the time it was under retail conditions. For b*, there was interaction between the treatments and days in which for day 3, the animals of the treatment with the inclusion of *Blend* in the diet presented lower value. Regarding the fatty acid profile, the CLA concentrations had higher values in the meat of animals that received diets with the inclusion of lipids protected from ruminal degradation. Consequently, these treatments showed a lower concentration of total AGS. The sensorial analysis of the meat presented alterations to the parameters of characteristic flavor and characteristic aroma having lower evaluation for the meat of animals supplemented with *Blend*, however, the values remained within an acceptable quality standard. Therefore, supplementation with fat sources does not change negatively the quality of the final product, and the use of protected lipid sources alters the fatty acid profile, raising the levels of unsaturated fatty acids in the meat.

Key words: lipids, fatty acids, cottonseed, protect fat, feedlot.

3. INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial com estimativas de crescimento de até 34% até o ano de 2050, chegando à 9,1 bilhões de pessoas, obriga de forma direta e indireta, países agrícolas como o Brasil, a intensificar sua produção de alimentos para atender a demanda da população (FAO, 2010). Entretanto, este aumento da produtividade, principalmente da atividade pecuária, deverá ser cada vez mais eficiente e intensificado (produção/área), sustentável, com menores custos de produção, aplicação de tecnologias, respeitando-se o bem-estar animal e produzindo um alimento seguro e de qualidade, atendendo as exigências dos consumidores. O Brasil, com o maior rebanho bovino comercial do mundo, 191,7 milhões de animais e uma exportação de 1,950 mil toneladas em equivalente carcaça de carne *in natura*, sendo o maior exportador (ANUALPEC, 2017), será um dos principais responsável em atender a demanda por proteína animal da humanidade.

A terminação de bovinos em confinamento é uma maneira eficiente de reduzir a área utilizada e o tempo de engorda dos animais, aumentando assim a produtividade da pecuária de corte. Essa estratégia de produção cresceu consideravelmente no Brasil nos últimos dez anos chegando a 12% do total de animais abatidos no ano de 2016, acompanhando o aumento da demanda mundial por carne (OLIVEIRA e MILLEN, 2014; ANUALPEC, 2017). Sendo assim, buscando explorar ao máximo o desempenho produtivo dos animais, é necessário assegurar uma ingestão adequada de energia. Uma alternativa para maximizar a densidade energética da dieta é a inclusão de lipídios, que de acordo com Church e Dwight (2002) apresentam 2,25 vezes mais conteúdo energético que os carboidratos. Desta forma, a inclusão de lipídios em dietas de terminação tem sido empregada com o intuito de melhorar a eficiência alimentar e obter carcaças com melhor grau de acabamento e carne com maior qualidade e gordura intramuscular, atendendo as exigências do consumidor.

Há também, uma preocupação com a composição dos alimentos consumidos como a carne, visto que, segundo De Medeiros (2008) esta contribui de forma significativa no fornecimento proteína de alto valor biológico, ácidos graxos essenciais, vitaminas e minerais para o homem. Entretanto, a carne bovina é rica em ácidos graxos saturados (AGS), os quais elevam o nível de LDL-colesterol no sangue e aumentam os riscos de doenças cardiovasculares (ZELMAN, 2011). Sendo assim, médicos e nutricionistas fazem recomendações para uma redução no consumo de gorduras saturadas e um aumento no consumo de alimentos com maiores teores de ácidos graxos insaturados (AGI) como os ácidos graxos linoleico e linolênico.

A possibilidade de alterar o perfil de ácidos graxos (AG) da carne, por meio da formulação das dietas, incluindo em suas composições alimentos ricos em lipídios como as sementes de oleaginosas e lipídios protegidos da degradação ruminal já foram estudadas (SOUZA, 2008; LOPES, 2009). Entretanto, maiores índices de AGI na carne estão diretamente relacionados com odores e sabores indesejáveis, decorrentes de maiores índices de oxidação, reduzindo assim a aceitação do produto pelo mercado consumido (GRAY et al., 1996; WOOD; ENSER, 1997).

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da suplementação de fontes de lipídios para bovinos Nelore confinados e seus impactos no perfil lipídico, vida de prateleira e características sensoriais da carne.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. ANIMAIS E LOCAL EXPERIMENTAL

O presente estudo foi conduzido no confinamento experimental do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - FMVZ da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Campus de Botucatu, São Paulo, Brasil. A instalação conta com um galpão coberto com telha de amianto e aberturas nas duas laterais que permitem ventilação natural e entrada de luz solar.

O galpão é composto por 26 baias individuais, com dimensão de 5m x 6m, com espaço de cocho de 1m linear por animal quando em sua lotação máxima de cinco animais por baia, piso de concreto de fácil limpeza e bebedores automáticos. Foram utilizados 96 bovinos machos, não castrados da raça Nelore com média de idade de 22 meses e peso vivo inicial de 400kg, divididos em 24 baias. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ, protocolo número 0015/2017.

4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, divididos em quatro tratamentos, sendo o peso inicial dos animais considerado para a formação dos blocos. Os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: **Coprodutos (COP)**, com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho; **Nutrigordura® (NUTR)**, com a inclusão de fonte de lipídios protegidos da degradação ruminal provenientes de óleo de soja; **Blend**, com a inclusão de combinação de ácidos graxos protegidos da

degradação ruminal provenientes de fontes vegetais e **Mix**, com a adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho e combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais (*Blend*).

4.3. MANEJO, ARRAÇOAMENTO E CUIDADOS COM OS ANIMAIS

Ao chegarem ao confinamento experimental, todos os animais foram vacinados e everminados. Após o procedimento, foram submetidos a um período de pré-adaptação em que foram mantidos durante 7 dias em baias de chão batido, descobertas e com bebedouros do tipo australiano com o objetivo da uniformização da população ruminal dos mesmos. Após este período, os animais foram pesados, blocados de acordo com o peso e alocados no galpão, divididos em 24 baias, com uma lotação de quatro animais por baia (7,5m² e 1,25m linear de cocho por animal). Os bovinos foram submetidos a uma dieta de adaptação por um período de 10 dias. Após este período receberam por 25 dias uma dieta de crescimento e por fim, durante 74 dias a dieta de terminação, totalizando 108 dias de experimento.

As dietas, apresentadas na Tabelas 1, 2 e 3, foram formuladas com auxílio do sistema *Large Ruminant Nutrition System* (LRNS), sendo isolipídicas e isoprotéicas, atendendo às exigências nutricionais dos bovinos, obtendo ao final do período experimental um peso médio de 1,300kg/animal. O perfil lipídico dos suplementos Nutrigordura[®] e *Blend*, produzidos pela empresa Nutricorp (Araras – SP, Brasil) e das dietas experimentais foi determinado pelo método descrito por Folch et al. (1957), e descritos nas Tabelas 4 e 5 respectivamente. A ração foi fornecida *ad libitum* duas vezes ao dia (9:00 e 15:00h) tendo os animais acesso livre à água em bebedouros de alta vazão. As dietas foram submetidas diariamente a ajustes de fornecimento, com base na quantidade de sobra nos cochos antes do primeiro trato.

Ao longo do período experimental, as dietas foram submetidas a análise bromatológica de Matéria Seca (MS), Proteína Bruta (PB), Extrato Etéreo (EE), e Matéria Mineral (MM) segundo AOAC (1990) e Fibra em Detergente Neutro (FDN) segundo Van Soest et al (1991).

4.4. ABATE E COLETA DE AMOSTRAS

Ao final do período experimental os animais foram abatidos, após um período de jejum de 16h, respeitando as normas de abate humanitário em frigorífico comercial na cidade de Lins, São Paulo, Brasil. Após o procedimento de resfriamento das carcaças por 48 horas, durante a desossa, foram colhidas amostras do *M. Longissimus thoracis* de 48 animais que foram devidamente identificadas, embaladas a vácuo em procedimento padrão do frigorífico,

acondicionadas e transportadas em caixas térmicas aos laboratórios para acondicionamento e realização das análises.

4.5. VALIDADE COMERCIAL DA CARNE

As análises de pH e cor foram realizadas logo após a coleta das amostras no frigorífico. Para esta determinação foram coletados 48 bifes de 1,5cm de espessura do *M. Longissimus thoracis*. Em laboratório os bifes foram novamente identificados, embalados individualmente em bandejas de poliestireno, com absorvente de carne (Dry Meat[®]) acondicionado no fundo da mesma bandeja, cobertas com filme de PVC (polivinil cloreto) e mantidas em gôndola com luminosidade e temperatura controlada de 4°C, simulando as condições de varejo por quatro dias. No dia 1, antes de serem embaladas e ao final de cada período (2, 3 e 4), foi mensurado o pH de cada amostra com peagômetro digital com sondas de penetração (HANNA[®], HI 99163) e cor, utilizando o colorímetro portátil (HunterLab[®], Miniscan XE, Virginia, Estados Unidos). Os parâmetros avaliados para cor foram L*, a* e b* do sistema CIE Lab, no qual L* representa a luminosidade (0 preto, 100 branco), a* o croma que varia de verde (-) e vermelho (+) e b* a intensidade do azul (-) e amarelo (+) (HOUBEN et al., 2000). A leitura foi realizada em três diferentes pontos da superfície de cada amostra, considerando a média como valor determinado. As análises de vida de prateleira foram realizadas no Laboratório de Ciência da Carne do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - FZEA da Universidade de São Paulo - USP, Campus de Pirassununga, São Paulo, Brasil.

4.6. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE

As amostras do *M. Longissimus thoracis* foram utilizadas para a análise do perfil de ácidos graxos. A extração foi realizada pelo método descrito por Folch et al. (1957), onde os lipídios foram extraídos por homogeneização da amostra com uma solução de clorofórmio e metanol 2:1 em homogeneizador Ultra Turrax Marconi[®]. Em seguida, os lipídios foram isolados após a adição de solução de NaCl a 1,5%. A gordura separada foi metilada e os ésteres metílicos foram formados de acordo com metodologia descrita por Kramer et al. (1997). Os ácidos graxos foram quantificados por cromatografia gasosa (CG-2010 Plus - Shimadzu[®], auto injetor AOC 20i), usando coluna capilar SP-2560 (100m× 0,25mm de diâmetro com 0,02mm de espessura, Supelco[®], Bellefonte, PA). Os ácidos graxos foram quantificados por normalização da área dos picos dos ésteres de metil, com uso do *Software GS solution 2.42*[®].

Os ácidos graxos foram expressos em porcentagem do total de metil éster quantificado e as análises foram realizadas no Laboratório de Ciência da Carne da FZEA - USP, Campus Pirassununga, São Paulo, Brasil.

4.7. COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA CARNE

A composição centesimal foi realizada nas amostras do *M. Longissimus thoracis*. Foram avaliados o teor de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e resíduo mineral fixo. O teor de umidade foi determinado de acordo com metodologia 39.1.02 da AOAC (2007); a proteína foi determinada segundo o método Kjeldahl-micro, item 39.1.19 da AOAC (2007), para determinação do teor de nitrogênio total da amostra. A proteína foi então calculada em função do teor de nitrogênio total, multiplicado pelo fator 6,25. O extrato etéreo foi obtido por extração com éter de petróleo em aparelho Soxhlet, de acordo com metodologia 39.1.05 da AOAC (2007). O resíduo mineral fixo foi obtido por queima total da amostra de acordo com o método descrito no item 39.1.09 da AOAC (2007). As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal do Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia, da Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Botucatu.

4.8. ANÁLISE SENSORIAL DA CARNE

Para a análise sensorial foram utilizados bifes do *M. Longssimus thoracis*, por meio de teste afetivo quantitativo de aceitabilidade da carne bovina. O teste foi realizado com 115 consumidores comuns (não treinados) da comunidade em geral da FZEA – USP, Campus de Pirassununga, São Paulo, Brasil. Os bifes foram levados ao forno elétrico industrial a 170°C em bandeja de alumínio, até atingirem temperatura interna de 40°C, quando foram virados e permaneceram até atingir a temperatura interna de 71°C, conforme recomendado pela American Meat Science Association (AMSA, 2015). Após a retirada do forno, os bifes foram cortados em forma de paralelepípedos de 2,5x1,5x1,5cm e mantidos embalados individualmente, junto do caldo da carne em estufa (60 °C) até o momento da degustação.

Foram oferecidas quatro amostras codificadas com número de três dígitos e fornecidas uma de cada vez aos provadores de forma balanceada (FERREIRA et al., 2000). A ordem da apresentação foi balanceada entre os provadores para minimizar o efeito da ordem de apresentação nos julgamentos dos provadores. As amostras foram embaladas em papel alumínio e fornecidas dentro de copos descartáveis numerados, respectivamente.

Para a avaliação dos atributos de maciez, suculência, sabor e odores característicos e sabor e aroma estranhos foi utilizado a metodologia descrita pela AMSA (2015). A avaliação ocorreu por meio de uma ficha contendo escala hedônica de 9 pontos, variando de 1 = desgostei muitíssimo a 9 = gostei muitíssimo. Para a avaliação dos atributos de sabor e aroma estranhos foi utilizado escala de 5 pontos, variando de “muito forte” (nota 01) a “ausente” (nota 05) (MEILGAARD et al., 1999).

4.9. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O delineamento experimental foi em bloco casualizados, sendo que, para as avaliações de validade comercial e perfil lipídico os dados foram analisados utilizando-se o PROC MIXED do SAS (2003) de acordo com o modelo abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + Ti + Bk + Baia(Ti) Dj + T*Dij + e_{ijk}$$

em que: Y_{ijk} = observação relativa à i-ésima unidade experimental (baia) do i-ésimo tratamento no j-ésimo dia dentro do k-ésimo bloco; μ = média geral; Ti = efeito do i-ésimo tratamento, sendo 1: Coprodutos; 2: Nutrigordura[®]; 3: *Blend*; 4: Mix.; Bk = efeito aleatório do k-ésimo bloco, $Baia(Ti)$ = erro experimental “a” associado a observação Y_{ijk} ; Dj = efeito do j-ésimo dia, sendo 1: 0, 2: 1, 3: 2, 4: 3. $T*Dj$ = efeito de interação entre tratamento e dia; e_{ijk} = erro experimental “b” associado a observação Y_{ijk} (0; σ_e^2).

Foram utilizados contrastes ortogonais para avaliar a relação linear, quadrática ou cúbica da duração da adaptação com a variável resposta avaliada. Da mesma forma, os dados foram submetidos a testes de normalidade e heterogeneidade de variâncias antes de se proceder as análises, e quando necessário, os dados foram transformados. Foram considerados significativos valores de $P \leq 0,05$ e para alguns parâmetros, foram considerados significativos valores de $P \leq 0,10$.

Para avaliação do painel sensorial os dados foram analisados utilizando-se o PROC MIXED do SAS (2003), sendo utilizado modelo linear misto descrito abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + Ti + Bj + e_{ijk}$$

em que: Y_{ijk} = observação relativa à k-ésima unidade experimental (baia) da i-ésima Tratamento (T) dentro do j-ésimo bloco (B); μ = média geral; Ti = efeito da i-ésima T, sendo o

1: Coprodutos; 2: Nutrigordura[®]; 3: *Blend*; 4: *Mix.*; B_j = efeito aleatório do j-ésimo bloco; e_{ijk} = erro experimental associado a observação Y_{ijk} ($0; \sigma_e^2$).

Da mesma forma, os dados foram avaliados por análise de variância utilizando-se o PROC MIXED do SAS (2003), e foram utilizados contrastes ortogonais para avaliar a relação linear, quadrática ou cúbica da duração da adaptação com a variável resposta avaliada. Quando a interação foi significativa, o teste de Tukey utilizado para comparação entre médias. Como descrito para o modelo anterior, os dados foram submetidos a testes de normalidade e heterogeneidade de variâncias antes de se proceder as análises e quando necessário, os dados foram transformados. Foram considerados significativos valores de $P \leq 0,05$ e para alguns parâmetros, foram considerados significativos valores de $P \leq 0,10$.

5. RESULTADOS

5.1. VALIDADE COMERCIAL E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CARNE

Os resultados da validade comercial e composição química da carne estão expostos nas Tabelas 6 e 7 respectivamente. Observou-se diferença significativa na variável pH ($P=0,01$), em que os animais do tratamento receberam Coprodutos apresentaram menores valores que os animais suplementados com Nutrigordura[®] e *Mix.* Houve também efeito linear para o fator dia em que o pH no dia 4 apresentou menor valor em relação aos demais dias de avaliação (1, 2 e 3); ($P<0,001$ L).

Para a variável cor, na avaliação do parâmetro L^* , houve diferença ($P=0,03$) entre a carne dos animais que receberam a dieta com Coprodutos, os quais apresentaram maior valor para a avaliação, em relação aos que receberam a dieta com *Mix.* Para Dia houve efeito linear ($P=0,0005$ L), no qual o dia 1 diferenciou-se das demais observações apresentando menor valor de L^* em relação aos outros dias.

A carne dos animais não apresentou diferença na avaliação do parâmetro a^* para os diferentes tratamentos. Entretanto, houve efeito linear ($P<0,0001$ L) para dia, sendo que no dia 1 o a^* foi menor que nos outros dias avaliados, os dias 2 e 3 não apresentaram diferença entre si e no dia 4 foi encontrado maior valor para a^* em relação aos dias anteriores de avaliação. Em relação ao parâmetro b^* , foi observada interação ($P<0,07$) entre os tratamentos e dias, descrita na Figura 1. Na interação, nos dias 1, 2 e 4, não foram observadas diferenças entre os animais dos diferentes tratamentos, no entanto, no dia 3, os animais do tratamento com a inclusão de *Blend* na dieta apresentaram menor valor para b^* , não diferindo dos que receberam a dieta com *Mix.*, e sendo significativamente diferente aos suplementados com Coproduto e Nutrigordura[®].

Para a avaliação da composição química da carne não foram observadas diferenças entre tratamentos para todos os parâmetros avaliados.

5.2. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DA CARNE

O perfil lipídico da carne está apresentado na Tabela 8. Foram observadas diferenças significativas para os seguintes ácidos graxos: Cáprico (C10:0), Pentadecanóico (C15:1 cis10), Palmitoléico (C16:1 trans9), Esteárico (C18:0), Elaídico (C18:1 trans9), (C18:1 trans10), Vacênico (C18:1 trans11), Linoleico conjugado cis7-trans9 (CLA cis7-trans9), Linoleico conjugado cis9-trans11 (CLA cis9-trans11) e total de ácidos graxos saturados.

Os ácidos graxos C10:0 e C15:1 cis10 apresentaram maiores concentrações na carne de animais suplementados com o *Blend* e menor para os suplementados com Mix ($P<0.05$). Para C16:1 trans9, os animais que receberam as dietas com Nutrigordura® e Mix tiveram maiores concentrações que os que receberam a dieta com *Blend*, o qual apresentou valor semelhante aos que receberam a dieta com Coproduto, sendo que este não diferiu dos demais ($P=0,07$). As concentrações do ácido graxo C18:0 para os animais suplementados Coprodutos e Mix foram diferentes dos demais, os quais não diferiram entre si. Os ácidos graxos C18:1 cis9 e C18:1 trans10 apresentaram maior concentração para os animais suplementados com Nutrigordura®, sendo este diferente dos demais. O C18:1 trans11 teve maior concentração para os animais suplementados com Nutrigordura®, que diferiu dos que receberam a dieta com *Blend*, sendo que estes obtiveram menor concentração deste ácido graxo na carne.

Para as concentrações do ácido linoleico conjugado (CLA cis7-trans9), observaram-se maiores valores para Nutrigordura® e Mix, os quais não diferenciaram entre si, porém, foram diferentes de Coproduto e *Blend* ($P<0,001$), que também não diferiram entre si. Para o CLA cis9-trans11, os animais que receberam dieta com Nutrigordura® obtiveram maior concentração deste AGI na carne, sendo significativamente diferente dos demais. Em relação ao total de ácidos graxos saturados, animais que receberam dietas com Coproduto e Mix foram diferentes dos que receberam a dieta contendo Nutrigordura®, sendo que os suplementados *Blend* não apresentaram diferença entre os demais. Animais suplementados com Mix apresentaram a maior e concentração de AGS e os suplementados com Nutrigordura® a menor ($P=0,07$).

5.3. ANÁLISE SENSORIAL

Os resultados da análise sensorial da carne bovina estão apresentados na Tabela 9. Para os parâmetros sabor característico e aroma característico foram observadas diferenças entre os

tratamentos ($P < 0,01$). A carne de animais suplementados com Nutrigordura® foi o melhor avaliada para sabor característico, diferindo dos demais. Carne de animais que receberam as dietas com a inclusão de Coprodutos e Mix apresentaram avaliações intermediárias e inferiores à carne de animais suplementados com Nutrigordura®. Os que foram suplementados com *Blend* obtiveram menores valores para a avaliação, sendo que não diferiu dos suplementados com Coproduto. Para o parâmetro aroma característicos, a carne de animais suplementados com Nutrigordura® e Mix obtiveram melhor avaliação e não diferiram entre si, porém, foram significativamente diferentes dos que receberam os demais tratamentos, sendo que estes não foram diferentes entre si.

6. DISCUSSÃO

Para a avaliação da validade comercial da carne, as diferenças observadas para a variável pH tanto entre os tratamentos quanto para os dias de varejo permaneceram entre os valores considerados ideais presentes na literatura (CRUZ, 1997; ABERLE, 2001). A velocidade de queda e o próprio pH final da carne 24h após o abate são altamente variáveis sendo influenciados por fatores como o estresse pré-abate. A resposta do animal a estes fatores depende da espécie, peso, idade, sexo, resistência aos agentes estressantes, bem como seu estado emocional (Roça, 2000). Segundo Cruz (1997) a carne pode apresentar-se escura em valores de pH acima de 6,0 por conta de uma maior atividade enzimática, maior retenção de água e menor penetração de oxigênio na carne, sendo este um valor que pode ser usado como classificador de uma carne normal para uma carne DFD (*dark, firm and dry*), entretanto, outros autores relacionam carne DFD com valores de pH acima de 6,2 - 6,3.

A cor da carne é um dos seus principais atributos, refletindo a quantidade e o estado químico do seu principal pigmento, a mioglobina (FELÍCIO, 1999), além de ser o fator de qualidade mais impactante para o consumidor no momento da compra, constituindo o critério básico para sua seleção (SILVA SOBRINHO, 2006). A luminosidade e coloração da carne estão diretamente relacionadas com o valor de pH (FERNANDES et al., 2008). O aumento dos valores de L^* indicam a presença de líquido na superfície da carne. Sanders et al., (1997) relataram que com o aumento dos dias sob condições de varejo, ocorre uma alteração na coloração da carne, que a torna mais brilhante. Se considerarmos a correlação do pH da carne com L^* , observamos neste estudo que tratamento Mix apresentou comportamento oposto ao tratamento Coproduto, o que pode ser explicado por uma maior retenção de líquido devido ao valor de pH mais elevado para este tratamento. Em relação aos dias sob condições de varejo, o

que foi observado para L^* corrobora com o que foi relatado por Sanders et al., (1997). Entretanto, os resultados obtidos para L^* , permitem afirmar que a carne não sofreu desidratação, pois não apresentou valores acima de 41,00 para esta característica, sendo este, valor máximo esperado (MUCHENJE et al., 2009).

Não foram observados neste estudo efeitos de tratamento para o croma a^* . De acordo com Muchenje et al., (2009), os valores de a^* variam entre 11,1 a 23,6. Em relação aos dias sob condições de varejo, foi observado um aumento dos valores de a^* com o passar dos dias, tendo grande alteração após 24h. Essa mudança é explicada pelo fato de que no estudo foram usadas como embalagem bandejas de poliestireno cobertas com filme PVC. Brooks (2007) relatou que este tipo de embalagem permite o contato do ar atmosférico com a carne devido as pequenas porosidades da embalagem, fazendo com que a carne apresente uma coloração vermelho-cereja brilhante, desejável para o consumidor pois transmite o aspecto de qualidade ao produto. Segundo Siegel (2004), a coloração vermelha em carnes neste tipo de embalagem permanece em média de dois a quatro dias sob condições ideais de varejo. Entretanto, no presente estudo os valores obtidos para a^* se encontram dentro dos valores considerados ideais de qualidade

De acordo com Abril et al. (2001), além de fatores pré-abate, o estado de oxigenação e oxidação do músculo interferem na coloração final da carne. A exposição contínua da carne no varejo provoca a transformação da mioglobina em metamioglobina, resultando em uma carne coloração marrom (BROOKS, 2007). A carne moída por exemplo, por ter maior área de contato com o ar, tem uma validade comercial mais curta do que uma peça de carne inteira (DELMORE, 2009). O consumidor discrimina a carne escura, pois a associa a carne de animais velhos e consequentemente dureza elevada da carne (SAINZ, 1996). De acordo com Felício (1999), animais mais velhos e que se exercitam demasiadamente têm carne com coloração mais escura, fato este que não ocorreu no experimento pois o estudo foi realizado com animais confiados e com idade média de 22 meses.

A variação na cor da gordura de bovinos é o resultado do acúmulo de carotenóides, que a torna amarelada (FELÍCIO, 1999), sendo mais intensa em bovinos criados em pasto do que aqueles criados em sistemas intensivos com altos níveis de concentrado, devido aos carotenóides presentes nas forragens (DUNNE et al., 2009). De acordo com Felício, (1999) o consumidor costuma rejeitar a gordura amarela, preferindo à branca, pois este associa a intensidade do amarelo a animais mais velhos. No presente estudo, os valores mais elevados de b^* podem ser explicados pelo aumento da quantidade de gordura na carne devido ao fornecimento de dietas altamente energéticas que tiveram o intuito de buscar o melhor

rendimento de ganho dos animais e um melhor acabamento de carcaça, produzindo assim uma carne de melhor qualidade.

Entretanto, Oliveira et al. (2012), em estudo com suplementação de bovinos Nelore com ácidos graxos protegidos da degradação ruminal, não observaram alterações para a característica de cor. Costa et al. (2013) ao alimentar bovinos Nelore com dietas contendo diferentes níveis de inclusão de caroço de algodão nas dietas (0; 14,35; 27,51; 34,09%) também não observaram alterações para os parâmetros de cor.

No que diz respeito ao perfil de ácidos graxos da carne, Scollan et al., (2006) relataram que os AGS mais encontrados na carne são mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0). Foram observadas maiores concentrações de C18:0 para os tratamentos com inclusão de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho. Este fato é explicado devido aos tratamentos COP e MIX apresentarem maiores quantidades de AGS e os AGI presentes estarem em sua maior parte na forma desprotegida (Tabela 4). Os AGI, quando não protegidos, são biohidrogenados pelos microrganismos ruminais, que os convertendo em AG intermediários *trans*, pela hidrogenação das ligações duplas e posteriormente em AGS via isomeração (PALMQUIST, 2001).

Os valores observados para as variações do ácido oleico (C18:1 *cis*9), que foram mais elevados para o tratamento Nutrigordura[®], podem ser esclarecidos pelo fato de que os tratamentos que continham lipídios protegidos da degradação ruminal apresentaram elevado teor de C18:1 *cis*9. Entretanto, a maior concentração observada em relação ao tratamento *Blend* pode ser decorrente de uma maior dissociação no rúmen dos lipídios protegidos e pelo diferente perfil lipídico de ambos os produtos. De acordo com Klusmeyer e Klark (1991), esta proteção dos lipídios é parcial e pode variar de acordo com a composição dos AG, sendo que, quanto mais insaturados forem os AG, menor será a estabilidade dos produtos no rúmen (SUKHIJA e PALMQUIST, 1990). Porém, mesmo pelo processo de biohidrogenação realizado pelas bactérias ruminais, parte dos AGI da dieta passam pelo rúmen sem sofrer degradação, ou seja, na forma *by-pass*, sendo absorvidos no intestino e depositados no tecido dos animais (SHINGFIELD et al., 2013).

Neste estudo, foram observadas elevações dos valores de ácido C18:2 para os tratamentos com inclusão de lipídios protegidos da degradação ruminal e nas concentrações de ácido linoleico conjugado (CLA) para o tratamento com Nutrigordura[®]. Em estudo semelhante, Barducci et al. (2016) relataram aumento do ácido graxo transvacênico, linoleico, AGPI e da relação AGPI:AGMI (ácido graxo mono insaturado) na carne de bovinos Nelore confinados para os tratamentos com gordura protegida e gordura desprotegida em relação ao tratamento

controle. Franzói, (2013) também observou que o fornecimento de gordura para bovinos Nelore confinados proporcionou uma carne com maiores teores de AGI. Oliveira, et al. (2008) relataram que a inclusão de óleo de soja na dieta de bovinos confinados aumentou o teor de CLA da carne. Entretanto, Nascimento (2017) não encontrou aumento das concentrações de AGI para os animais que receberam gordura protegida na dieta em relação aos animais do tratamento controle.

A adição de fontes de lipídios nas dietas no presente experimento, proporcionou maiores níveis de AGI no *M. Longissimus thoracis*, diminuindo os teores de AGS, principalmente para os tratamentos com inclusão de fontes de gordura protegidas da degradação ruminal (Tabela 6), corroborando com Arm e Hammer (2006) que relataram que a diminuição na concentração de AGS e aumento de AGI com a adição de gorduras nas dietas ocorreram em razão da composição de AG das fontes de lipídios presentes. Sendo assim, o consumo de AGI é importante visto que estes reduzem os níveis séricos de colesterol, são essenciais, ou seja, não sintetizados pelo organismo e são precursores de várias substâncias, algumas vasoativas, que influenciam a viscosidade sanguínea, a permeabilidade dos vasos e a pressão arterial (BELDA e POURCHET-CAMPOS, 1991).

Em relação aos resultados observados para a análise sensorial a inclusão de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho; lipídios protegidos da degradação ruminal provenientes de óleo de soja (Nutrigordura®); da adição de combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais (*Blend*); ou de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho e combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais (*Blend*) como fontes alternativas de energia nas dietas, visando alterar o perfil de AG da carne para um aumento dos teores de AGI, alteraram pouco ou nada a percepção dos avaliadores (Tabela 7). As diferenças observadas entre os tratamentos para sabor característico e aroma característico demonstraram que todos os tratamentos foram considerados aceitáveis pelos avaliadores de acordo com o método da AMSA (2015), cuja avaliação foi realizada por meio de uma ficha contendo escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando de 1= desgostei muitíssimo a 9= gostei muitíssimo.

Era esperado que as diferentes fontes de gordura presentes nas dietas e as alterações no perfil de AG dos diferentes tratamentos pudessem alterar a maciez, suculência, sabor e aroma, ou seja, a aceitação do produto final, caso não observado. De acordo com Miller (2003) em análise sensorial para medir a aceitação e preferência de um produto, os provadores são solicitados a avaliar o mesmo baseados em suas reações subjetivas e pessoais. Em experimento

realizado por Costa (2013), apenas a dieta com a inclusão de 27,51% MS de caroço de algodão ocasionou alteração negativa no sabor da carne. Entretanto, de acordo com Ferrinho (2016) a utilização de 30% MS de caroço de algodão não é recomendada pois atribui sabor estranho ao produto final. Gouvêa (2015) relatou que animais alimentados com dieta contendo 32% de caroço de algodão apresentaram uma menor aceitabilidade global da carne quando comparado com os animais que receberam a dieta com inclusão de óleo de soja.

No presente estudo o nível máximo de caroço de algodão utilizado foi de 13,31% MS, o que não alterou as características de sabor e aroma estranhos e obteve boa avaliação para as avaliações de sabor característico e aroma característico, corroborando com os dados obtidos por Pesce (2008), que não verificou alteração no sabor da carne de bovinos alimentados com inclusão de até 20% MS de caroço de algodão na dieta. Segundo Andrade et al. (2014), não foram encontradas diferenças para a análise sensorial em estudo realizado com 108 bovinos cruzados Angus x Nelore, machos, não castrados, terminados em confinamento, alimentados com ou sem a inclusão de lipídios protegidos da degradação ruminal na dieta.

De acordo com Raes et al. (2003), a carne de um determinado sistema de produção representa o efeito combinado da raça do animal, genótipo, sexo, idade, nutrição e manejo, sendo que estes fatores podem interagir de diferentes maneiras. Além disso, Wood et al. (2003), verificaram que músculos com elevados níveis de C18:2 oxidam rapidamente quando aquecidos, produzindo vários compostos voláteis, incluindo aldeídos pentanal e hexanal, os quais comprometem a qualidade aromática da carne, o que não foi observado no presente estudo.

7. CONCLUSÕES

A suplementação de bovinos Nelore confinados com fontes de gordura não altera a qualidade do produto final. Entretanto, a utilização de fontes de lipídios protegidos modifica o perfil de ácidos graxos, elevando os teores de ácidos graxos insaturados da carne.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; GERRARD, D. E.; MILLS, E. W. **Principles of meat Science**. 4. ed. New York: Kendall/Hunt Publishing Company, 2001. 354 p.
- ABRIL, M.; CAMPO, M. M.; ÖNENÇ, A.; SAÑUDO, C.; ALBERTI, P.; NEGUERUELA, A. I. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. **Meat Science**, Barking, v. 58, p. 69-78, 2001.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION - AMSA. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat**. 2. ed. Champaign, 2015.
- ANDRADE, E. N.; POLIZEL NETO, A.; ROÇA, R. O.; FARIA, M. H.; RESENDE, F. D.; SIQUE, G. R. Beef quality of young Angus x Nellore cattle supplemented with rumen-protected lipids during rearing and fattening periods. **Meat Science**, Barking, v. 98, p. 591-598, 2014.
- ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Angra FNP Pesquisas, 2017. 288 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15. ed. Washington, DC, 1990.
- BARDUCCI, R. S.; FRANZÓI, M. C. S.; SARTI, L. M. N.; MILLEN, D. D.; PUTAROV, T. C.; PERDIGÃO, A.; MARTINS, C. L.; ARRIGONI, M. D. B. Perfil de ácidos graxos e características da carne de bovinos Nelore confinados com diferentes fontes lipídicas protegidas, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 68, n. 1, p. 233-242, 2016.
- BELDA, M. C. R.; POURCHET-CAMPOS, M. A. Ácidos graxos essenciais em nutrição: uma visão atualizada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 5-35, 1991.
- BROOKS, C. **Beef packaging: beef facts, product enhancement research**. 2007. Disponível em: <http://www.beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/PE_Fact_Sheets/Beef_Packaging.pdf>. Acesso em: 20 set. 2017.
- CHURCH & DWIGHT Co. **Megalac-R, rumen by pass fat**. EFA Alert Research Summary. 2002. 28 p.
- COSTA, D. P. B.; ROÇA, R. O.; COSTA, Q. P. B.; LANNA, D. P. B.; LIMA, E. S.; BARROS, W. M. Meat characteristics of Nellore steers fed whole cottonseed. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 42, n. 3, p. 183-192, 2013.
- CRUZ, G. M. Avaliação qualitativa e quantitativa da carcaça de bovino. In: ESTEVES, S. N. (Ed.) **Intensificação da bovinocultura de corte: estratégias de alimentação e terminação**. São Carlos: Embrapa-CPPSE, 1997. p. 58-75.
- DE MEDEIROS, S. R. **Valor nutricional da carne bovina e suas implicações para a saúde humana**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2008.
- DUNNE, P. G.; MONAHAN, F. J.; O'MARA, F. P.; MOLONEY, A. P. Colour of bovine subcutaneous adipose tissue: a review of contributory factors, associations with carcass and

meat quality and its potential utility in authentication of dietary history. **Meat Science**, Barking, v. 81, n. 11, p. 28-45, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **How to feed the world in 2050**. High level expert forum. Rome, 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_papper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf>. Disponível em: 25 set. 2017.

FELICIO, P. E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p. 89-97.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E. A.; TULLIO, R. R.; PERECIN, D. Carcass and meat characteristic of cattle receiving diferentes diets in feedlot. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 60, p. 139-147, 2008.

FERREIRA, V. L. P. **Análise sensorial**: testes discriminativos e afetivos. Campinas: SBCTA; PROFÍQUA. 2000.

FERRINHO, A. M. **Caroço de algodão integral e vitamina E em deitas para bovinos Nelore, confinados por 83, 104 e 111 dias**. 2016. 111 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

FLOCH, J.; LESS, M.; SLOANE STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, Bethesda, v. 226, p. 497-509, 1957.

FRANZÓI, M. C. S. **Características da carne de bovinos nelore confinados suplementados com fontes de lipídios**. 2013. 54 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.

GOUVÊA, V. N. **Caroço e algodão em dietas contendo alto teor de concentrado para bovinos Nelore terminados em confinamento**. 2015. 150 f. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

GRAY, J. I.; GOMAA, E. A.; BUCKLEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, Barking, v. 43, p. 111-123, 1996.

HOUBEN, J. H.; VANDIJK, A.; EIKELENBOOM, G.; HOUVING-BOLINK, A. H. Effect of dietary vitamin E supplementation, fat level and packaging on colour stability and lipid oxidation in minced beef. **Meat Science**, Barking, v. 55, p. 331-336, 2000.

KRAMER, J. K. G.; FELLNER, V.; DUGAN, M. E. R. 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**, Champaign, v. 32, p. 1219-1228, 1997.

KLUSMEYER, T. H.; CLARK, J. H. Effects of dietary fat and protein on fatty acid flow to the duodenum and in milk proceed by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, n. 9, p. 3055-3067, 1991.

- LOPES, C. N. **Suplementação de gordura protegida na produção de progesterona, momento da luteólise e prenhez em vacas Nelore**. 2009. 48 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press. 1999.
- MILLER, R. K. Assessing consumer preferences and attitudes toward meat and meat products. **Brazilian Journal of Food Technology**, Oxford, v. 6, nesp., p. 67-80, 2003.
- MSA. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of meat**. 2. ed. Champaign, 2015.
- MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; STRYDOM, P. E.; HUGO, A.; RAATS, J. G. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. **Food Chemistry**, Oxford, v. 112, p. 279-289, 2009.
- NASCIMENTO, F. A. **Gordura protegida com diferentes perfis de ácidos graxos na alimentação de bovinos Nelore confinados**. 2017. 63 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017.
- OLIVEIRA, E. A.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; PIVARO, T. M.; ROSA, B. L.; FERNANDES, A. R. M.; ANDRADE, A. T. Quality traits and lipid composition of meat from Nelore young bulls fed with different oils either protected or under protected from rumen degradation. **Meat Science**, Barking, v. 90, p. 28-35, 2012.
- PALMQUIST, D. L. Ruminant and endogenous synthesis of CLA in cows. **Australian Journal of Dairy Technology**, North Melbourne, v. 56, n. 2, p. 134-147, 2001.
- PESCE, D. M. C. **Efeito da dieta contendo caroço de algodão no desempenho, características quantitativas da carcaça e qualitativas da carne de novilhos Nelore confinados**. 2008. 155 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.
- RAES, K.; BALCAEN, A.; DIRINCK, P.; WINNE, A.; CLAEYS, E.; DEMEYER, D.; SMET, S. Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgian retail beef. **Meat Science**, Barking, v. 65, p. 1237-1246, 2003.
- ROÇA, R. O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: UNESP/Faculdade de Ciências Agrônomicas. 2000. 220 p.
- SAINZ, R. D. Qualidade das carcaças e da carne bovina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 2., Uberaba. **Anais...** Uberaba: Associação Brasileira dos Criadores de Zebu, 1996.
- SANDERS, S. K.; MORGAN, J. B.; WULF, D. M.; TATUM, J. D.; WILLIAMS, S. N.; SMITH, G. C. Vitamin E Supplementation of cattle and shelf-life of beef for the Japanese market. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, p. 2634-2640, 1997.
- SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J. F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 74, n.1, p.17-33, 2006.

SHINGFIELD, K. J.; BONNET, M.; SCOLLAN, N. D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. **Animal**, Cambridge, v. 7, p. 132-162, 2013.

SIEGEL, D. G. **Beef packaging**: beef facts, product enhancement research. 2004. Disponível em: <<http://www.beefresearch.org/udocs/packaging/20fact/20sheet.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2017.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. 3. ed. Jaboticabal: Funep, 2006. 302 p.

SOUZA, A. A. A. **Características físico-químicas e sensoriais da carne de bovinos Nelore (*Bos taurus indicus*) alimentados com diferentes fontes de lipídios e de selênio**. 2008. 71 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

SUKHIJA, P. S.; PALMQUIST, D. L. Dissociation of calcium soaps of long-chain fatty acids in rumen fluid. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 73, n. 3, p. 665-671, 1990.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VYNCKE, W. Evaluation as direct thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel. **Fette Seifen Anstrichmittel**, Jahrgang, v. 77, p. 239-240, 1975.

WOOD, J. D.; ENSER, M. Factors influencing fatty acids in meat and the role of antioxidants in improving meat quality. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 1, p. 49-60, 1997.

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**, Barking, v. 66, p. 21-32, 2003.

ZELMAN, K. The great fat debate: a closer look the converse – questioning the validity of age-old dietary guidance. **Journal of the American Dietetic Association**, Orlando, v. 111, n. 5, p. 655-658, 2011.

Tabela 1. Composição e conteúdo nutricional das dietas de adaptação oferecidas aos animais durante o estudo.

Ingredientes	Tratamentos			
	COP³	NUTR⁴	BLEND⁵	MIX⁶
Bagaço de cana-de-açúcar	23,73	23,73	23,73	23,73
Milho moído	26,55	27,46	27,46	27,46
Polpa Cítrica	21,24	25,99	25,99	23,16
Farelo de Amendoim	15,82	18,08	18,08	16,95
Caroço de algodão	4,52	0	0	2,26
Gérmen de milho	4,52	0	0	2,26
Nutrigordura	0	1,13	0	0
Ácidos graxos essenciais protegidos	0	0	1,13	0,56
Suplemento mineral¹	3,50	3,50	3,50	3,50
Água	0,11	0,11	0,11	0,11
Conteúdo nutricional²				
Matéria Seca	65,00	65,00	65,00	65,00
Nutrientes Digestíveis Totais	72,00	72,00	72,00	72,00
ELg (Mcal/kg MS)	1,08	1,09	1,09	1,08
Extrato Etéreo	3,10	3,10	3,10	3,10
Proteína Bruta	16,40	16,40	16,40	16,40
Fibra em Detergente Neutro	34,90	34,30	34,30	34,50
FDN fisicamente efetivo	21,00	20,00	20,00	21,00
Ca	1,13	1,36	1,36	1,24
P	0,35	0,34	0,34	0,35

Nota: ¹Núcleo mineral contendo: 15,20% Ca; 2,63% S; 1,45% Mg; 4,24% Na; 1,95% P; 1350,00 ppm Zn; 148,00 ppm Mn; 388,00 ppm Cu; 10,80 ppm I; 5 ppm Se; 43,2 ppm Co; 32,29% Uréia; 720,00 ppm de monensina sódica.

²Conteúdo nutricional em porcentagem da matéria seca estimado pelo LRNS. ³dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho. ⁴dieta com a inclusão de fonte de lipídios protegidos da degradação ruminal provenientes de óleo de soja. ⁵dieta com a inclusão de combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais. ⁶dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho e combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais (*Blend*).

Tabela 2. Composição e conteúdo nutricional das dietas de crescimento oferecidas aos animais durante o estudo.

Ingrediente	Tratamentos			
	COP³	NUTR⁴	BLEND⁵	MIX⁶
Bagaço de cana-de-açúcar	20,90	20,90	20,90	20,90
Milho moído	22,60	28,59	28,59	25,42
Polpa Cítrica	20,34	27,12	27,12	24,01
Farelo de Amendoim	12,99	17,40	17,40	15,25
Caroço de algodão	9,04	0	0	4,52
Gérmen de milho	10,51	0	0	5,08
Nutrigordura	0	2,37	0	0
Ácidos graxos essenciais protegidos	0	0	2,37	1,19
Suplemento mineral¹	3,50	3,50	3,50	3,50
Água	0,11	0,11	0,11	0,11
Conteúdo nutricional²				
Matéria Seca	67,00	66,00	66,00	66,00
Nutrientes Digestíveis Totais	73,00	74,00	74,00	74,00
ELg (Mcal/kg MS)	1,12	1,15	1,15	1,13
Extrato Etéreo	4,00	4,00	4,00	4,00
Proteína Bruta	16,20	16,20	16,20	16,20
Fibra em Detergente Neutro	33,80	32,30	32,30	33,10
FDN fisicamente efetivo	21,00	18,00	18,00	20,00
Ca	1,11	1,52	1,52	1,32
P	0,35	0,34	0,34	0,35

Nota: ¹Núcleo mineral contendo: 15,20% Ca; 2,63% S; 1,45% Mg; 4,24% Na; 1,95% P; 1350,00 ppm Zn; 148,00 ppm Mn; 388,00 ppm Cu; 10,80 ppm I; 5 ppm Se; 43,2 ppm Co; 32,29% Uréia; 720,00 ppm de monensina sódica.

²Conteúdo nutricional em porcentagem da matéria seca estimado pelo LRNS. ³dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho. ⁴dieta com a inclusão de fonte de lipídios protegidos da degradação ruminal provenientes de óleo de soja. ⁵dieta com a inclusão de combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais. ⁶dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho e combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais (*Blend*).

Tabela 3. Composição e conteúdo nutricional das dietas de terminação oferecidas aos animais durante o estudo.

Ingrediente	Tratamentos			
	COP³	NUTR⁴	BLEND⁵	MIX⁶
Bagaço de cana-de-açúcar	11,69	11,88	11,88	11,88
Milho moído	37,83	60,88	60,88	51,81
Polpa Cítrica	14,92	10,65	10,65	13,05
Farelo de Amendoim	2,38	8,94	8,94	4,75
Caroço de algodão	13,31	0	0	9,51
Gérmen de milho	16,16	0	0	3,33
Nutrigordura	0	3,94	0	0
Ácidos graxos essenciais protegidos	0	0	3,94	1,97
Suplemento mineral¹	3,52	3,52	3,52	3,52
Água	0,19	0,19	0,19	0,19
Conteúdo nutricional²				
Matéria Seca	68,00	68,00	68,00	68,00
Nutrientes Digestíveis Totais	78,00	81,00	81,00	79,00
ELg (Mcal/kg MS)	1,24	1,33	1,33	1,27
Extrato Etéreo	5,50	5,50	5,50	5,50
Proteína Bruta	13,50	13,50	13,50	13,50
Fibra em Detergente Neutro	26,50	22,30	22,30	25,20
FDN fisicamente efetivo	16,00	11,00	11,00	15,00
Ca	0,97	1,36	1,36	1,17
P	0,35	0,35	0,35	0,35

Nota: ¹Núcleo mineral contendo: 15,20% Ca; 2,63% S; 1,45% Mg; 4,24% Na; 1,95% P; 1350,00 ppm Zn; 148,00 ppm Mn; 388,00 ppm Cu; 10,80 ppm I; 5 ppm Se; 43,2 ppm Co; 32,29% Uréia; 720,00 ppm de monensina sódica.

²Conteúdo nutricional em porcentagem da matéria seca estimado pelo LRNS. ³dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho. ⁴dieta com a inclusão de fonte de lipídios protegidos da degradação ruminal provenientes de óleo de soja. ⁵dieta com a inclusão de combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais. ⁶dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho e combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais (*Blend*).

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos dos suplementos Nutrigordura® e *Blend*, produzidos pela Nutricorp, Araras - SP, Brasil, utilizados na formulação das dietas oferecidas aos animais durante o estudo.

Ácidos Graxos (%)		Nutrigordura®	Blend
C10:0	Cáprico	0,03	0,12
C12:0	Láurico	0,33	0,94
C14:0	Mirístico	0,72	0,92
C15:0	Pentadecaenóico	0,13	0,09
C16:0	Palmítico	18,48	29,65
C16:1 trans9	Palmitoléico	0,59	0,21
C17:0	Margárico	0,30	0,16
C17:1 cis10	Heptadecaenóico	0,12	0,09
C18:0	Esteárico	6,95	5,45
C18:1 trans9	Elaídico	4,96	4,08
C18:1 cis9	Oléico	25,65	31,93
C18:2	Linoléico	37,00	23,53
C18:2 trans	<i>t</i> -Linoléico	0,07	0,06
C18:3	Linolênico	3,21	1,73
C20:0	Araquídico	0,48	0,35
C20:1	Eicosaenóico	0,20	0,12
C22:0	Behênico	0,52	0,37
C24:0	Lignocérico	0,26	0,20
Saturados		28,20	38,25
Insaturados		71,80	61,75
Monoinsaturados		31,52	36,43
Poli-insaturados		40,28	25,32

Tabela 5. Perfil de ácidos graxos das dietas de adaptação, crescimento e terminação oferecidas durante o estudo.

Ácidos Graxos (%)	<u>Adaptação</u>				<u>Crescimento</u>				<u>Terminação</u>			
	COP ¹	NUTR ²	BLEND ³	MIX ⁴	COP	NUTR	BELND	MIX	COP	NUTR	BLEND	MIX
C12:0	0.04	0.13	0.34	0.34	0.02	0.10	0.31	0.13	0.00	0.09	0.27	0.08
C14:0	0.45	0.23	0.29	0.31	0.46	0.22	0.38	0.38	0.40	2.70	0.23	0.40
C16:0	20.43	11.22	11.89	13.40	20.28	13.95	18.35	20.12	19.15	11.89	10.41	18.12
C16:1	0.38	0.26	0.25	0.22	0.42	0.36	0.20	0.24	0.33	0.25	0.23	0.32
C17:0	0.12	0.00	0.00	0.00	0.09	0.13	0.00	0.12	0.10	0.00	0.00	0.08
C18:0	3.05	2.84	2.20	2.43	2.67	2.80	2.95	3.19	2.56	2.35	1.73	2.22
C18:1	27.44	40.27	43.36	40.11	25.50	37.06	43.45	32.72	25.62	34.99	48.90	29.46
C18:2	43.56	39.80	35.68	37.31	47.87	40.87	28.86	38.95	49.40	44.57	33.34	46.66
C20:0	0.58	0.35	0.22	0.27	0.44	0.39	0.49	0.45	0.41	0.27	0.33	0.33
C20:1	1.50	2.62	2.64	2.98	0.96	3.19	2.34	1.85	0.97	2.46	1.64	1.09
C22:0	0.52	0.49	0.46	0.29	0.34	0.50	0.50	0.38	0.20	0.22	0.31	0.21
C24:0	0.51	0.33	0.24	0.25	0.32	0.00	0.35	0.36	0.23	0.21	0.22	0.23
AGS	25.76	15.59	16.04	17.63	24.62	18.09	23.54	25.19	23.04	17.74	13.94	21.76
AGMI	29.91	43.82	46.42	43.63	26.88	40.60	45.98	34.82	26.92	37.69	50.77	30.87
AGPI	43.69	39.80	35.68	37.31	47.93	40.87	28.86	38.95	49.40	44.57	33.34	46.66
AGI	73.60	83.62	82.10	80.94	74.81	81.47	74.84	73.77	76.33	82.26	84.11	77.52
AG não identificados	0.64	0.80	1.87	1.43	0.57	0.44	1.62	1.04	0.63	0.00	1.96	0.71

Nota: ¹dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho. ²dieta com a inclusão de fonte de lipídios protegidos da degradação ruminal provenientes de óleo de soja. ³dieta com a inclusão de combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais. ⁴dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho e combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais (*Blend*).

Tabela 6. Avaliação da validade comercial da carne de bovinos Nelore confinados, suplementados com fontes de gordura.

Variáveis	Tratamentos				Dias				EPM ³	Valor de P		
	<i>COP</i> ⁵	<i>NUTR</i> ⁶	<i>BLEND</i> ⁷	<i>MIX</i> ⁸	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>		<i>Trat</i> ¹	<i>Dia</i>	<i>Int</i> ²
<i>pH</i>	5,70 ^b	5,85 ^a	5,87 ^{ab}	5,92 ^a	5,90 ^x	5,90 ^x	5,87 ^x	5,65 ^y	0,06	0,01	< 0,0001 L ⁴	0,95
<i>L*</i>	40,78 ^a	39,21 ^{ab}	38,80 ^{ab}	38,63 ^b	38,05 ^y	39,36 ^x	39,53 ^x	40,05 ^x	0,64	0,03	0,0005 L	0,47
<i>a*</i>	18,74	17,70	17,53	17,58	15,72 ^z	18,33 ^y	18,51 ^y	18,98 ^x	0,52	0,20	< 0,0001 L	0,67
<i>b*</i>	16,15	15,07	14,76	14,95	13,02	15,81	15,79	16,30	0,39	0,02	< 0,0001	0,07

Nota: ^{a,b}Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey (P<0,10) para os tratamentos; ^{x,y,z}Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey (P<0,10) para os dias. ¹tratamento; ²interação; ³erro padrão médio; ⁴linear. ⁵dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho. ⁶dieta com a inclusão de fonte de lipídios protegidos da degradação ruminal provenientes de óleo de soja. ⁷dieta com a inclusão de combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais. ⁸dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho e combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais (*Blend*).

Tabela 7. Avaliação da composição química da carne de bovinos Nelore confinados, suplementados com diferentes fontes de gordura.

Parâmetros (%)	<i>COP</i> ³	<i>NUTR</i> ⁴	<i>BLEND</i> ⁵	<i>MIX</i> ⁶	<i>EPM</i> ¹	<i>P</i> ²
Umidade	74,37	74,65	74,77	75,13	0,28	0,31
Proteína	22,66	22,57	22,80	22,55	0,32	0,75
Extrato Etéreo	1,32	1,51	1,78	1,17	0,18	0,13
Resíduo Mineral Fixo	1,09	1,10	1,05	1,07	0,01	0,32

Nota: ¹ Erro padrão médio; ² Valor de P. ³dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho. ⁴dieta com a inclusão de fonte de lipídios protegidos da degradação ruminal provenientes de óleo de soja. ⁵dieta com a inclusão de combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais. ⁶dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho e combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais (*Blend*).

Tabela 8. Perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Nelore confinados, suplementados com diferentes fontes de gordura.

Parâmetro (%)		COP ⁹	NUTR ¹⁰	BLEND ¹¹	MIX ¹²	EPM ¹	P ²
C10:0	Cáprico	0,062 ^{ab}	0,055 ^{ab}	0,042 ^b	0,065 ^a	0,006	0,04
C12:0	Láurico	0,060	0,064	0,055	0,069	0,005	0,28
C14:0	Mirístico	2,646	2,564	2,598	2,791	0,121	0,52
C14:1 cis9	Miristoléico	0,507	0,586	0,563	0,594	0,031	0,23
C15:0	Pentadecaenóico	0,317	0,324	0,310	0,355	0,014	0,16
C15:1 cis10		0,095 ^{ab}	0,107 ^{ab}	0,139 ^a	0,079 ^b	0,015	0,06
C16:0	Palmítico	23,249	23,177	23,844	24,010	0,471	0,51
C16:1 trans9	Palmitoléico	0,310 ^{ab}	0,323 ^a	0,285 ^b	0,323 ^a	0,010	0,07
C16:1 cis10	Palmitoléico	2,285	2,231	2,478	2,484	0,131	0,35
C17:0	Margárico	0,810	0,835	0,800	0,848	0,030	0,63
C17:1 cis10	Heptadecaenóico	0,560	0,481	0,609	0,440	0,074	0,38
C18:0	Estearico	17,078 ^a	14,515 ^b	14,719 ^b	16,165 ^a	0,533	<0,001
C18:1 trans9	Elaídico	0,292 ^b	0,482 ^a	0,283 ^b	0,291 ^b	0,063	0,09
C18:1 cis9	Oléico	34,628	34,305	33,454	35,056	0,962	0,62
C18:1 trans10		0,507 ^b	1,097 ^a	0,625 ^b	0,587 ^b	0,069	0,01
C18:1 trans11	Vacênico	1,423 ^{ab}	1,501 ^a	1,192 ^b	1,455 ^{ab}	0,107	0,06
C18:2	Linoléico	4,436	5,277	6,290	4,429	0,593	0,10
C18:3	Linolênico	0,234	0,262	0,284	0,260	0,025	0,58
C20:4	Araquidônico	0,715	0,848	1,083	0,653	0,145	0,31
C20:5	Eicosapentaenóico	0,132	0,139	0,205	0,102	0,033	0,18
C22:5	Docosapentaenóico	0,304	0,365	0,461	0,287	0,067	0,23
C18:2 cis7-trans9	CLA	0,051 ^b	0,097 ^a	0,059 ^b	0,078 ^a	0,005	<0,001
C18:2 cis9-trans11	CLA	0,325 ^b	0,449 ^a	0,298 ^b	0,331 ^b	0,025	<0,001
AGS ³		44,534 ^a	41,850 ^b	42,654 ^{ab}	44,590 ^a	0,960	0,07
AGMI ⁴		43,586	44,440	42,622	44,326	1,015	0,47
AGPI ⁵		6,628	8,605	9,371	6,486	0,852	0,12
AGPI n3 ⁶		0,709	0,820	0,995	0,658	0,106	0,21
AGPI n6 ⁷		5,208	7,079	7,822	5,202	0,741	0,11
AGNI ⁸		5,248	5,099	5,301	4,577	0,370	0,15

Nota: ^{a,b}Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey (P<0,10) para os tratamentos. ¹erro padrão médio; ²valor de P; ³ácidos graxos saturados; ⁴ácidos graxos monoinsaturados; ⁵ácidos graxos poli-insaturados; ⁶ácidos graxos poli-insaturados ômega 3; ⁷ácidos graxos poli-insaturados ômega 6; ⁸ácidos graxos não identificados. ⁹dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho. ¹⁰dieta com a inclusão de fonte de lipídios protegidos da degradação ruminal provenientes de óleo de soja. ¹¹dieta com a inclusão de combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais. ¹²dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho e combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais (*Blend*).

Tabela 9. Análise sensorial da carne de bovinos Nelore confinados, suplementados com diferentes fontes de gordura.

Parâmetro	Tratamentos				EPM ¹	P ²
	<i>COP</i> ³	<i>NUTR</i> ⁴	<i>BLEND</i> ⁵	<i>MIX</i> ⁶		
<i>Maciez</i>	7,21	6,95	7,18	7,18	0,17	0,61
<i>Suculência</i>	6,89	7,00	6,90	7,04	0,15	0,83
<i>Sabor característico</i>	7,00 ^{bc}	7,48 ^a	6,81 ^c	7,18 ^b	0,14	<0,01
<i>Aroma característico</i>	6,66 ^b	7,15 ^a	6,69 ^b	7,03 ^a	0,15	<0,01
<i>Sabor estranho</i>	4,28	4,47	4,26	4,37	0,08	0,17
<i>Aroma estranho</i>	4,31	4,44	4,35	4,31	0,09	0,42

Nota: ^{a,b}Na linha, médias sem sobrescritos em comum diferem pelo teste de Tukey (P<0,10) para os tratamentos. ¹erro padrão médio; ²valor de P. ³dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho. ⁴dieta com a inclusão de fonte de lipídios protegidos da degradação ruminal provenientes de óleo de soja. ⁵dieta com a inclusão de combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais. ⁶dieta com adição de fontes naturais de lipídios, provenientes de caroço de algodão e gérmen de milho e combinação de ácidos graxos protegidos da degradação ruminal provenientes de fontes vegetais (*Blend*).