

ADRIELLE MATIAS FERRINHO

**Caroço de algodão integral e vitamina E em dietas para bovinos Nelore,  
confinados por 83, 104 e 111 dias**

Pirassununga

2016

ADRIELLE MATIAS FERRINHO

**Caroço de algodão integral e vitamina E em dietas para bovinos Nelore, confinados por  
83, 104 e 111 dias**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina  
Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para a  
obtenção do título de Mestre em Ciências

**Departamento:**

Nutrição e Produção Animal

**Área de concentração:**

Nutrição e Produção Animal

**Orientador:**

Profa. Dra. Angélica Simone Cravo Pereira.

De acordo: \_\_\_\_\_

Orientador(a)

Pirassununga

2016

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

#### DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virgínie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.3255 FMVZ	<p>Ferrinho, Adrielle Matias Caroço de algodão integral e vitamina E em dietas para bovinos Nelore, confinados por 83, 104 e 111 dias / Adrielle Matias Ferrinho. -- 2016. 111 f. il.</p> <p>Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, Pirassununga, 2016.</p> <p>Programa de Pós-Graduação: Nutrição e Produção Animal.</p> <p>Área de concentração: Nutrição e Produção Animal.</p> <p>Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angélica Simone Cravo Pereira.</p> <p>1. Lipídio. 2. Ácidos graxos. 3. Sabor. 4. Oxidação. I. Título.</p>
----------------	---

**CERTIFICADO**

Certificamos que o Projeto intitulado "Caroço de algodão integral e vitamina E em dietas para bovinos Nelore, confinados por 83, 104 e 111 dias.", protocolado sob o CEUA nº 500393, sob a responsabilidade de **Angêlica Simone Cravo Pereira** e equipe: *Adrielle Matias Ferrinho; Beatriz Mayumi Toda; Bruno Lapo Utembergue; Mariane Ceschin Ernandes; Romulo Germano Rezende* - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei 11.794, de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovado** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (CEUA/FMZV) em reunião de 25/02/2015.

We certify that the proposal "título em inglês", utilizing 54 Bovines (54 males), protocol number CEUA 500393, under the responsibility of **Angêlica Simone Cravo Pereira** and team: *Adrielle Matias Ferrinho; Beatriz Mayumi Toda; Bruno Lapo Utembergue; Mariane Ceschin Ernandes; Romulo Germano Rezende* - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes (or teaching) - it's in accordance with Law 11.794, of October 8 2008, Decree 6899, of July 15, 2009, with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the University of São Paulo (CEUA/FMZV) in the meeting of 02/25/2015.

Vigência da Proposta: de 10/2014 a 01/2015      Área: 0

Procedência: Confinamento da Prefeitura do Campus de Pirassununga. Nº protocolo 2012/10.

Espécie:	Bovinos	sexo:	Machos	idade:	24 meses	N:	54
Linhagem:	Nelore			Peso:	350kg		

Resumo: A carne bovina é um alimento de elevado valor nutricional. No entanto, nos últimos tempos, esse alimento tem sido associado ao aumento do índice de colesterol, que pode trazer risco a saúde humana, como doenças cardiovasculares. Esse fato está relacionado com a composição de ácidos graxos na carne bovina, que apresenta elevada taxa de ácido graxo saturado. Portanto, será utilizado caroço de algodão como alternativa de ingrediente na dieta, pois, além de aumentar a composição de ácidos graxos insaturados na carne, o caroço de algodão é um coproduto de baixo custo muito utilizado como suplemento na alimentação de ruminantes. Serão confinados 54 bovinos machos, inteiros, Nelore, com aproximadamente 350 kg de peso inicial, idade média de 24 meses. Os animais serão abatidos de acordo com o peso (bloco) e tempo de confinamento (aproximadamente 75, 96 e 100 dias). As dietas empregadas serão compostas de diferentes concentrados, nos quais serão incluídos caroço de algodão, milho grão seco, polpa cítrica, bagaço de cana cru e farelo de soja. Assim, devido ao aumento de ácidos graxos insaturados na carne, pela utilização do caroço de algodão na dieta, serão utilizados os seguintes tratamentos: dieta contendo caroço de algodão e Espécie: Bovino Gênero: Machos Peso: 350kg idade: 24 meses Linhagem: Nelore Instalação: Baía Tipo de cama: concreto N por área: 3 animais/baía N: 54 Procedência: Confinamento da Prefeitura do Campus de Pirassununga. Nº protocolo 2012/10. Manutenção: Confinamento da Prefeitura do Campus de Pirassununga. Nº protocolo 2012/10. Condições de alojamento: A alimentação será [ad libitum], fornecida 1 vez ao dia, bebedouros serão dispostos um por baía. Cada baía terá três animais. As baias são semi cobertas, respeitando-se o espaço para os animais. vitamina E, outro somente com caroço de algodão, além da dieta controle, sem o caroço. Os animais serão abatidos e serão retiradas amostras do músculo Longissimus, a fim de avaliar o desempenho animal, a vida de prateleira (simulada sob condições de varejo), perfil de ácidos graxos, perdas por cocção, maciez objetiva e maciez sensorial da carne desses animais.

São Paulo, 22 de fevereiro de 2016

Profa. Dra. Denise Tabacchi Fantoni

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade  
de São Paulo

Roseli da Costa Gomes

Secretaria Executiva da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade  
de São Paulo

## FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: FERRINHO, Adrielle Matias

Título: **Caroço de algodão integral e vitamina E em dietas para bovinos Nelore, confinados por 83, 104 e 111 dias**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Mestre em Ciências

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### Banca Examinadora

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr.: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_ Julgamento: \_\_\_\_\_

*Aos meus pais, Walnessi e Manoel, aos meus irmãos, Leandro e Thiago pelo  
amor e incentivo.  
Aos meus anjos (in memoriam) por sempre estarem comigo.  
Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me dar força e saúde para cumprir com todas as minhas tarefas da melhor forma possível e por me confortar nos momentos que necessito.

Aos meus pais, Walnessi e Manoel, e meus irmãos, Thiago e Leandro, pelo apoio, incentivo e pelo amor incondicional oferecidos em todos os momentos de minha vida. Pelo esforço realizado e por acreditarem em mim para que hoje eu possa concluir mais uma etapa. Tudo que tenho e sou hoje é fruto de ensinamentos e conselhos por eles prestados.

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angélica Simone Cravo Pereira, pela oportunidade, confiança e ensinamentos. Pela disposição em ajudar e aconselhar tanto profissionalmente quanto pessoalmente.

À Ana Luisa Longo pela amizade, companheirismo, paciência, pelas longas conversas, incentivos e conselhos durante estes 3 anos de irmandade. À Ju Hirai pela doçura e conversas que acalmam. A todas as meninas da República Catraca, por todos os momentos de descontração. Aos meninos da República Tente pelo acolhimento logo quando cheguei em Pirassuunga, pelo companheirismo e cuidado que têm comigo. Aos amigos que fiz durante estes anos no VNP.

Aos integrantes e ex-integrantes da equipe LCC pela ajuda, conversas e aprendizados. Principalmente as atuais “Angeliquetes”, Joyce, Máisa e Mariana, pela parceria e vivência. Meus sinceros agradecimentos em especial ao casal Lenise e Juliano.

Ao Prof. Dr. Fernando Baldi, pela paciência e ajuda nas análises estatísticas.

A toda equipe do Lactiker, coordenada pela Dr.<sup>a</sup> Noelia Aldai, e seus orientados, Leire, Madalena e Xabi, pela hospitalidade, generosidade, e preocupação em me receber bem na Espanha, além de toda paciência que tiveram comigo, e por todos os ensinamentos.

A equipe do Laboratório de Análises de Carne (LAC), coordenada pela Dr.<sup>a</sup> Renata Nassu, por me ajudar durante as análises sensoriais.

À BASF pela doação da vitamina E.

À Fundação CAPES pela concessão da Bolsa de Mestrado

A todos que colaboraram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas GRAÇAS A DEUS, não sou o que era antes.”*

*Marthin Luther King*



## RESUMO

FERRINHO, A. M. **Caroço de algodão integral e vitamina E em dietas para bovinos Nelore, confinados por 83, 104 e 111 dias.** [Whole cottonseed and vitamin E in diets for finishing Nelore beef cattle during 83, 104 and 111 days]. 2016. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da inclusão de caroço de algodão e vitamina E em dietas para bovinos confinados por 83, 104 e 111 dias sobre as características da carcaça, qualidade da carne e características sensoriais da carne *in natura* e de hambúrgueres. Foram utilizados 54 bovinos da raça Nelore, machos, não castrados, com média de 350 kg  $\pm$  30 kg de peso vivo inicial e 24 meses de idade, divididos em três grupos de acordo com o peso vivo inicial e distribuídos em três dietas: dieta sem inclusão de caroço de algodão (C), dieta contendo 30% MS de caroço de algodão (CA) e dieta contendo 30% MS de caroço de algodão e 500 UI de vitamina E/kg de matéria seca da ração (CAE). As dietas empregadas foram compostas de diferentes concentrados, incluindo milho grão seco, polpa cítrica, bagaço de cana cru e farelo de soja, com relação volumoso:concentrado de 14:86 e média de 16% PB nas três dietas. Os animais abatidos aos 83 dias de confinamento eram correspondentes ao grupo de maior peso vivo, já os animais mais leves foram abatidos aos 111 dias de confinamento. O experimento foi em arranjo fatorial 3 x 3, considerando três dietas e três períodos de confinamento, totalizando 9 tratamentos. Os animais que permaneceram em confinamento por mais tempo apresentaram maior rendimento de carcaça (56,33%) e carnes mais macias (3,02 kg). As dietas CA e CAE resultaram em menor força de cisalhamento (3,15 e 3,31 kg, respectivamente). A inclusão de vitamina E se mostrou indiferente para a cor e TBARS, em relação à dieta CA. A inclusão do caroço de algodão em dietas para bovinos não influenciou no teor de ácidos graxos saturados, porém aumentou os teores de alguns ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) nas carnes. Por outro lado, houve um aumento linear nos níveis de ácidos graxos saturados (AGS) à medida que aumentaram os dias de confinamento. Em relação às características sensoriais, no teste descritivo, as carnes *in natura* dos animais alimentados com CA e CAE foram mais macias e succulentas ( $P < 0,05$ ), porém apresentaram um sabor mais intenso e os provadores treinados detectaram um sabor estranho nestas carnes ( $P < 0,05$ ). No entanto, para o teste afetivo, apenas foi detectado sabor estranho para os

hambúrgueres provenientes da dieta CA, os atributos aroma e aroma estranho não foram influenciados pelas dietas ( $P > 0,05$ ). Por meio do teste discriminativo, foi observado que os hambúrgueres provenientes de animais alimentados com CA e CAE por 104 e 111 dias de confinamento apresentaram diferença em relação ao sabor quando comparados aos hambúrgueres de animais do grupo C destes mesmos períodos, e que os hambúrgueres da dieta CA não apresentaram diferença de sabor quanto aos dias de confinamento. A inclusão de 30% MS de caroço de algodão mostrou ser uma boa alternativa para melhorar as características físico-químicas da carne e seu perfil de ácidos graxos, entretanto atribui um sabor estranho ao produto final, independente do período de confinamento, sendo perceptível ao consumidor e reduzindo aceitabilidade. Ao longo dos dias de confinamento, a carne dos animais se torna menos saudável, do ponto de vista de composição lipídica, ao consumo humano. A adição de 500 UI de vitamina E em dietas contendo caroço de algodão mostrou-se desnecessária.

Palavras-chave: Lipídio. Ácidos graxos. Sabor. Oxidação.

## ABSTRACT

FERRINHO, A. M. **Whole cottonseed and vitamin E in diets for finishing Nellore beef cattle during 83, 104 and 111 days.** [Caroço de algodão integral e vitamina E em dietas para bovinos Nelore, confinados por 83, 104 e 111 dias]. 2016. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2016.

The objective of this study was to evaluate the effects of whole cottonseed and vitamin E in diets for feedlot cattle for 83, 104 and 111 days on carcass characteristics, meat quality and sensory characteristics of meat and burgers. Were used 54 Nellore bulls with an initial weight of about 350 kg  $\pm$  30 kg and 24 months of age, divided in three groups according to the initial weight and distributed in three diets: diet without whole cottonseed (C), diet containing 30% DM cottonseed (WCS), and diet containing 30% DM cottonseed and 500 IU of vitamin E / kg dry matter of feed (WCSE). The diets were composed of different concentrates, including dry corn grain, citrus pulp, raw sugarcane bagasse and soybean meal, with forage:concentrate ratio of 14:86 and an average of 16% CP in the three diets. The animals slaughtered at 83 days of feedlot were corresponding to the group of highest body weights, and the lowest body weight animals were slaughtered at 111 days of feedlot. The experiment was a 3 x 3 factorial arrangement, considering three diets and three periods of feedlot, a total of nine treatments. The animals that remained more time in feedlot had higher carcass yield (56.33%) and tenderer meats (3.02 kg). WCS and WCSE diets had lower shear force (3.15 and 3.31 kg, respectively). The inclusion of vitamin E was indifferent to color parameters and TBARS in relation to diet WCS. The inclusion of cottonseed in diets for cattle did not influence the saturated fatty acid (SFA) content, however increased some polyunsaturated fatty acids (PUFA) in meats. On the other hand, when increased the days of feedlot, there was a linear increase in the levels of SFA. Concerning about the organoleptic characteristics, the descriptive test, the *in natura* meats from animals fed with WCS and WCSE were tenderer and succulent ( $P < 0.05$ ), but had a more intense flavor and the trained panel detected a strange flavor in these meats ( $P < 0.05$ ). However, for the affective test it was only detected strange flavor for the burgers from the WCS diet, the aroma attributes and strange aroma were not affected by diets ( $P > 0.05$ ). Using the discriminatory test was observed that the burgers resulting from animals fed with WCS and WCSE for 104 and 111 days showed difference in the flavor of group C burgers at these same periods, and those from WCS diet have no

difference on flavor related to the days of feeding. The inclusion of 30% DM of cottonseed is a great alternative to improve the physical and chemical characteristics of the meat and its fatty acid profile, but this inclusion attributes a strange flavor to the final product, regardless of the period of feedlot, being apparent to the consumer and reducing acceptability. Over the feedlot days the meat becomes less healthy, from the viewpoint of lipid composition, for human consumption. The addition of 500 IU of vitamin E in diets containing cottonseed showed unnecessary.

**Key words:** Lipid. Fatty acid profile. Flavor. Oxidation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Análise de correspondência para maciez de hambúrgueres bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais, por 83, 104 e 111 dias de confinamento.....	95
Figura 2 - Análise de correspondência para suculência de hambúrgueres bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais, por 83, 104 e 111 dias de confinamento.....	95
Figura 3 - Análise de correspondência para sabor estranho de hambúrgueres bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais, por 83, 104 e 111 dias de confinamento.....	96
Figura 4 - Análise de correspondência para aroma de hambúrgueres bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais, por 83, 104 e 111 dias de confinamento.....	97
Figura 5 - Análise de correspondência para aroma estranho de hambúrgueres bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais, por 83, 104 e 111 dias de confinamento.....	98

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ingredientes e composição química das dietas.....	50
Tabela 2 - Características de carcaça de bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais, e abatidos aos 83, 104 e 111 dias de confinamento.....	56
Tabela 3 - Espessura de gordura subcutânea do músculo <i>Longissimus lumborum</i> de bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais, e abatidos aos 83, 104 e 111 dias de confinamento.....	57
Tabela 4 - Cor (L*, a* e b*), pH e TBARS do músculo <i>Longissimus lumborum</i> de bovinos Nelore alimentados com as dietas eperimentais, expostas sob condições de varejo por 0, 2, 4 e 6 dias .....	59
Tabela 5 - Cor, pH e TBARS do músculo <i>Longissimus lumborum</i> de bovinos Nelore exposto sob condições de varejo por 0, 2, 4 e 6 dias .....	61
Tabela 6 - Força de cisalhamento (FC), perda por cocação (PPC) e extrato etéreo (EE) do músculo <i>Longissimus lumborum</i> de animais Nelore alimentados com as dietas experimentais, e abatidos aos 83, 104 e 111 dias de confinamento .....	62
Tabela 7 - Composição de ácidos graxos (%) no músculo <i>Longissimus lumborum</i> de bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais.....	66
Tabela 8 - Composição de ácidos graxos (%) no músculo <i>Longissimus lumborum</i> de bovinos Nelore abatidos aos 83, 104 e 111 dias de confinamento .....	67
Tabela 9 - Ingredientes e composição química das dietas.....	85
Tabela 10 - Composição do Hambúrguer.....	86
Tabela 11 - Características sensoriais do músculo <i>Longissimus lumborum</i> , de bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais por 83, 104 e 111 dias de confinamento.....	91
Tabela 12 - Características sensoriais do músculo <i>Longissimus lumborum</i> , de bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais .....	93
Tabela 13 - Teste de aceitação sensorial de hambúrgueres de bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais por 83, 104 e 111 dias de confinamento.....	93
Tabela 14 - Teste de aceitação sensorial de hambúrgueres de bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais .....	94

Tabela 15 - Teste de diferença do controle, para a característica sabor, de hambúrgueres de bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais, por 83, 104 e 111 dias de confinamento .....	99
Tabela 16 - Teste de diferença do controle, para a característica sabor, de hambúrgueres de bovinos Nelore alimentados com 30 % MS de caroço de algodão por 83, 104 e 111 dias de confinamento.....	99

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AG	ácidos graxos
AGCR	ácido graxo de cadeia ramificada
AGI	ácidos graxos insaturados
AGMI	ácido graxo mono-insaturado
AGPI	ácidos graxos poli-insaturados
AGS	ácidos graxos saturados
AOL	área de olho de lombo
C	dieta sem adição de caroço de algodão
CA	dieta contendo 30% MS de caroço de algodão
CAE	dieta contendo 30% MS de caroço de algodão e 500 UI de vitamina E
CAR	caroço de algodão
CLA	ácido linoleico conjugado
EGS	espessura de gordura subcutânea
FDA	fibra em detergente ácido
FDN	fibra em detergente neutro
MS	matéria seca
NDT	nutrientes digestíveis totais
PB	proteína bruta
PV	peso vivo
VITE	vitamina E



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	18
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	20
2.1	CAROÇO DE ALGODÃO .....	20
2.2	UTILIZAÇÃO DO CAROÇO DE ALGODÃO EM DIETAS PARA BOVINOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO .....	21
2.3	GOSSIPOL .....	22
2.4	ARMAZENAMENTO E QUALIDADE DO CAROÇO DE ALGODÃO .....	23
2.5	CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E QUALIDADE DE CARNE .....	24
2.6	COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS .....	25
2.7	VITAMINA E .....	29
2.8	ANÁLISE SENSORIAL .....	31
2.9	CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS .....	32
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	34
<b>3</b>	<b>QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS NELORE ALIMENTADOS COM CAROÇO DE ALGODÃO INTEGRAL E VITAMINA E, POR DIFERENTES PERÍODOS DE CONFINAMENTO</b> .....	44
	<b>RESUMO</b> .....	45
	<b>ABSTRACT</b> .....	46
3.1	INTRODUÇÃO .....	47
3.2	MATERIAL E MÉTODOS .....	49
3.2.1	<b>Local</b> .....	49
3.2.2	<b>Animais e Alimentação</b> .....	49
3.2.3	<b>Índice de peróxidos e de acidez, gossipol livre, gossipol total e aflatoxinas totais</b> .....	50
3.2.4	<b>Abate desossa e coleta das amostras</b> .....	51
3.2.5	<b>Rendimento de carcaça quente</b> .....	52
3.2.6	<b>Área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea</b> .....	52
3.2.7	<b>Índice de Marmorização</b> .....	52
3.2.8	<b>Vida de prateleira e TBARS</b> .....	53
3.2.9	<b>Força de cisalhamento e perdas por cocção</b> .....	53
3.2.10	<b>Extrato etéreo</b> .....	54
3.2.11	<b>Perfil de ácidos graxos</b> .....	54
3.2.12	<b>Análise estatística dos resultados</b> .....	55
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	55
3.3.1	<b>Características de carcaça</b> .....	55
3.3.2	<b>Vida de prateleira e TBARS</b> .....	58

3.3.3	<b>Força de cisalhamento e perdas por cocção.....</b>	61
3.3.4	<b>Extrato Etéreo .....</b>	63
3.3.5	<b>Perfil de ácidos graxos .....</b>	64
3.4	<b>CONCLUSÃO .....</b>	69
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	70
4	<b>CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DA CARNE <i>IN NATURA</i> E HAMBÚRGUERES DE BOVINOS NELORE ALIMENTADOS COM CAROÇO DE ALGODÃO INTEGRAL E VITAMINA E, POR DIFERENTES PERÍODOS DE CONFINAMENTO .....</b>	78
	<b>RESUMO .....</b>	79
	<b>ABSTRACT .....</b>	81
4.1	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	82
4.2	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	83
4.2.1	<b>Local .....</b>	83
4.2.2	<b>Animais e Alimentação .....</b>	84
4.2.3	<b>Abate, coleta de amostras e elaboração de hambúrgueres.....</b>	85
4.2.4	<b>Análises sensoriais.....</b>	86
4.2.4.1	Teste descritivo quantitativo ( <i>Carne in natura</i> ).....	86
4.2.4.2	Teste afetivo (Hambúrguer).....	87
4.2.4.3	Teste discriminativo (Hambúrguer).....	88
4.2.5	<b>Análise estatística .....</b>	89
4.3	<b>RESULTADOS.....</b>	89
4.3.1	<b>Teste descritivo (carne “<i>in natura</i>”) .....</b>	89
4.3.2	<b>Teste afetivo (Hambúrguer).....</b>	93
4.3.3	<b>Teste discriminativo (Hambúrguer).....</b>	98
4.4	<b>DISCUSSÃO .....</b>	99
4.5	<b>CONCLUSÃO .....</b>	104
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	105
5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	109
	<b>ANEXOS.....</b>	110

## 1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura é um dos grandes destaques no agronegócio brasileiro. O país detém o maior rebanho comercial do mundo, com cerca de 210 milhões de cabeças, o que equivale a 20,1% do rebanho mundial (USDA, 2015), sendo o líder em exportações de carne e o segundo maior país produtor de carne (USDA, 2015).

O consumo de produtos cárneos, principalmente o de carne bovina e alimentos processados, aumentou nos últimos anos devido à melhor distribuição de renda, expansão da classe média e redução da pobreza, impulsionando o consumo doméstico de alimentos com maior valor agregado. No entanto, a composição da gordura da carne bovina tem sido vista como vilã da saúde humana devido ao seu elevado teor de ácidos graxos saturados (AGS; BESSA, 1999).

O Brasil apresenta excelentes condições para a criação de bovinos de corte em pastagens. No entanto, enfrenta dificuldades na produção em períodos de estiagem, inviabilizando a atividade pecuária em algumas regiões. Para reverter a carência de oferta de forragem nos períodos de seca, o sistema de criação de bovinos de corte em confinamento pode ser uma estratégia na terminação dos animais (PEREIRA et al., 2006). Este modelo de criação aumenta a eficiência produtiva do rebanho, melhora o rendimento e a qualidade de carcaça (LOPES; SAMPAIO, 1999).

No entanto, a alimentação é o setor mais oneroso em um sistema de confinamento, e uma opção de minimizar os custos é a utilização de subprodutos da agroindústria, como as citrícolas, têxteis e cervejarias. As indústrias têxteis geram uma quantidade expressiva de subprodutos, sendo que alguns deles são utilizados na alimentação animal, entre eles estão o caroço, a torta, e o farelo de algodão.

O caroço de algodão (CAR) destaca-se como uma alternativa nas formulações de dietas para ruminantes, principalmente por ter reflexos positivos nos índices de produtividade. Este ingrediente tem sido utilizado entre os nutricionistas por associar altas concentrações de energia, proteína e fibra, permitindo substituir alimentos volumosos sem prejudicar a fermentação ruminal, além de reduzir o custo das dietas (DELGADO, 1994; ROGÉRIO et al., 2003; CRANSTON et al., 2006).

Sementes oleaginosas, como o CAR, são ricas em ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) e a sua inclusão na dieta pode aumentar a concentração de ácidos graxos insaturados (AGI) na carne (HUERTA-LEIDENZ et al., 1991; MEDEIROS et al., 2005). A carne bovina

é um alimento rico em vitaminas do complexo B, minerais e proteína de alto valor biológico. Entretanto, esse alimento tem sido associado ao aumento de colesterol, que pode levar ao surgimento de doenças cardiovasculares em humanos (SCOLLAN et al., 2006).

Por outro lado, os AGI relacionam-se diretamente com o desenvolvimento de odores e sabores desagradáveis, *off flavor*, decorrentes de sua oxidação, reduzindo a aceitação do alimento e interferindo na qualidade do produto (WOOD; ENSER, 1997). Além disso, há evidências que o gossipol presente no CAR pode alterar o sabor da carne (COSTA, 2009).

O mercado está cada vez mais exigente em relação ao tipo de produto demandado. Portanto, conhecer melhor os atributos mais valorizados da carne é imprescindível na conquista e manutenção de mercados. Os três atributos sensoriais pelos quais os consumidores estão mais exigentes são sabor, quantidade de gordura e maciez da carne (LUCHIARI FILHO, 2000), além de aspectos como coloração e odor.

A oxidação lipídica é o principal fator que leva ao processo de descoloração, desenvolvimento de odores, sabores estranhos e componentes tóxicos na carne (GRAY et al., 1996). A adição de antioxidantes em dietas para ruminantes é uma estratégia a fim de inibir a oxidação lipídica. Um dos principais antioxidantes utilizados na produção animal é a vitamina E (VITE), uma vitamina lipossolúvel caracterizada por retardar a deterioração oxidativa da carne agindo nos tecidos de animais *post mortem* (WOOD; ENSER, 1997).

O CAR quando fornecido em altas quantidades na dieta para bovinos de corte, pode elevar os teores de AGI na carne, tornando-a mais suscetível à oxidação lipídica, diminuindo a vida de prateleira, e comprometendo a qualidade da carne. Entretanto, o aumento de AGI na carne é mais saudável, minimizando riscos de doenças cardiovasculares em humanos.

Outro aspecto importante além da nutrição é a influencia do tempo em sistemas de confinamento. Estudos demonstram que o tempo de confinamento alteram a espessura de gordura subcutânea e o perfil de ácidos graxos (AG) da carne (MAY et al., 1992; DUCKETT et al., 1993). No entanto, não há estudos que relatam os efeitos da alimentação do CAR juntamente com a VITE em diferentes períodos de confinamento sobre as características de qualidade da carne bovina.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adição de 30% MS de CAR (com base na MS) e 500 UI/dia de VITE na dieta para bovinos Nelore abatidos após diferentes períodos de confinamento (83, 104 e 111 dias) na qualidade de carcaça e carne, e características sensoriais da carne *in natura* e hambúrgueres.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CAROÇO DE ALGODÃO

A agroindústria têxtil gera alguns subprodutos como caroço, torta e farelo de algodão, que apresentam alto valor nutritivo e podem ser utilizados como suplemento na dieta de ruminantes (ROGÉRIO et al., 2003; PAIM et al., 2010). A disponibilidade destes subprodutos é maior na região Centro-Oeste, onde se encontram as principais áreas de cultivo do algodoeiro do Brasil.

Segundo Millen et al. (2009), o CAR é o principal subproduto utilizado em dietas para bovinos confinados no Brasil, sendo que 45,2% dos confinamentos utilizam este ingrediente. A literatura relata a inclusão de até 34,09% de CAR em dietas de bovinos confinados (COSTA et al., 2013).

O CAR corresponde à semente do algodão separada das plumas, restando o línter (rico em celulose), a casca e a amêndoa (SILVA, 1995; ROGÉRIO et al., 2003). É um ingrediente com elevado teor de proteína e gordura, porém, ao mesmo tempo possui alta quantidade de fibra efetiva (ARIELI, 1998).

O teor de lipídeos presente no CAR aumenta a densidade energética da dieta sem diminuir os teores de fibra e proteína, uma vez que possui características de forragem, representadas pela casca e línter na proporção de 36% e de concentrado representadas pela amêndoa em 64% da composição (COPPOCK et al., 1987).

O CAR é utilizado em dietas de sistemas intensivos de produção em substituição parcial a outras fontes de energia e proteína (milho e farelo de soja), a fim de reduzir custos com a alimentação, sem prejudicar o desempenho animal. Além disso, a inclusão de CAR em substituição ao milho e farelo de soja reduz o teor de amido e ao mesmo tempo aumenta o teor de fibra da dieta, melhorando o ambiente ruminal (EZEQUIEL, 2001).

O CAR possui a seguinte composição química: 90,1% MS; 23,5% PB; 50,30% FDN; 40,1% FDA; 77,2% NDT; 12,9% lignina; 4,2% cinzas e 19,3% EE (NRC, 2001) Em relação à composição de AG, o CAR possui: 0,77% mirístico (C14:0); 24,23% palmítico (C16:0); 0,57% palmitoléico (C16:1); 2,28% esteárico (C18:0); 15,45% oléico (C18:1); 55,72% linoléico (C18:2); 0,18% linolênico (C18:3); 0,25% araquídico (C20:0); 0,19% behênico

(C22:0) e 0,11% lignocérico (C24:0). Já 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 (BERTRAND et al., 2005).

## 2.2 UTILIZAÇÃO DO CAROÇO DE ALGODÃO EM DIETAS PARA BOVINOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO

O lipídeo é um nutriente importante na dieta de bovinos de corte em terminação, pois melhora a eficiência de produção, precocidade, acabamento de carcaça, rendimento de cortes, maciez e suculência da carne (BOWLING et al., 1978; BARTLE et al., 1994; BERNDT et al., 2002). Entretanto, o excesso de lipídeos na dieta pode causar alterações da microbiota ruminal, redução na digestibilidade da fibra, alteração na taxa de passagem dos alimentos ingeridos, afetando a absorção de nutrientes (MOORE et al., 1986; BROSH et al., 1989; SULLIVAN et al., 2004). A redução da digestibilidade da fibra é resultado do efeito citotóxico dos AGI nas bactérias responsáveis pela degradação de fibra (HENDERSON, 1973).

Uma alternativa para minimizar os impactos negativos dos AGI da dieta no ambiente ruminal é suplementação destes de maneira protegida, dificultando o contato desses AG com as bactérias no rúmen. Grãos de oleaginosas, como o CAR, oferecem proteção natural contra o acesso de microorganismos ruminais ao seu conteúdo de AG (LOCK; BAUMAN, 2004), pois o mesmo está envolto por uma matriz proteica, casca e línter.

O CAR apresenta vantagem na utilização em sistemas de terminação de bovinos de corte em substituição a outros ingredientes, pois possui alto teor de proteína e energia, além de sua fibra ser fisicamente efetiva no rúmen (EZEQUIEL, 2001; PESCE, 2008). No entanto, há outro fator limitante para a utilização de CAR em sistemas de produção animal que é a presença de gossipol, um composto tóxico encontrado ao longo de toda a planta de algodão, ao ser ingerido em altas quantidades pode causar diversos efeitos tóxicos para o organismo animal (McCAUGHEY et al., 2005; ZHANG et al., 2007).

### 2.3 GOSSIPOL

O gossipol é uma toxina presente no CAR, é um pigmento polifenólico amarelo, antioxidante e antipolimerizante, produzido por glândulas localizadas nas raízes, hastes e sementes da planta de algodão, capaz de proteger a planta contra insetos e pragas (BENBOUZA et al., 2002; ROGÉRIO et al., 2003). Existem duas formas de gossipol: livre e ligado. A forma livre é a mais presente no CAR, no entanto, esta forma de gossipol não se liga a proteína e está apta para ser absorvida após a ingestão (LUGINBUHL et al., 2000).

O teor de gossipol é diferente entre as espécies e variedades de CAR (SANTOS, 1997), não sendo encontrados em espécies selvagens da Austrália, e valores acima de 9% na espécie *Gossypium davidsonii*. A maioria do CAR utilizado possui teores de gossipol entre 0,6% e 2% (BENBOUZA et al., 2002).

Esta toxina é considerada um empecilho na utilização do CAR em dietas, devido sua toxicidade aos animais, embora em menor nível para os ruminantes (RUY et al., 1996) que podem detoxificar o gossipol por meio da conversão da forma livre para a forma ligada, impedindo a sua absorção (CALHOUN et al., 1995). Entretanto, dietas com alto teor energético e baixa proporção de volumoso podem contribuir para uma taxa de detoxificação reduzida no rúmen, direcionando a absorção do gossipol para os tecidos musculares (RISCO et al., 1993; KANDYLIS et al., 1998).

Coppock et al. (1987) relataram a intoxicação por gossipol quando os animais ingeriram quantidades superiores a 25 g/dia, o que representaria um consumo de 3 a 4 kg de CAR. A intoxicação pelo gossipol pode ser influenciada por vários fatores, tais como: idade do animal, duração da ingestão (efeito acumulativo), quantidade de CAR ingerida, função ruminal, quantidade de gossipol sob forma livre, teor e composição proteicos da ração (ROBINSON et al., 2001; ROGÉRIO et al., 2003).

As recomendações de doses máximas de gossipol livre encontrados na literatura são bastante distintas. Arieli et al. (1998) determinaram que para os machos bovinos em crescimento, até 200 mg de gossipol livre/kg de peso vivo (PV) foi seguro, 400 mg gossipol livre/kg de PV era tóxico e 800 mg gossipol livre/kg de PV causava algumas mortes. Por outro lado, Rogers et al. (2002) recomendaram níveis máximos de gossipol livre na dieta de 200 mg/kg PV para pré-ruminantes, 900 mg gossipol livre/kg PV para bovinos em crescimento, 600 mg gossipol livre/kg PV para novilhos, 900 mg gossipol livre/kg PV para os touros adultos e 1.200 mg gossipol livre/kg PV para vacas adultas.

Há uma provável associação entre as alterações de sabor e aroma na carne dos animais alimentados com CAR e o teor de gossipol nos músculos, devido ao fator hepatotóxico do gossipol que pode aumentar a quantidade de bilirrubina. Esses metabólitos fisiológicos formados poderiam estar ocasionando o aparecimento de sabor “estranho” à carne (ANEJA et al., 2004; LORDELO et al., 2005; TRISCHITTA; FAGGIO, 2008). No entanto, Andreazzi et al. (1998) utilizando a inclusão de 30% de CAR (13,45 mg gossipol/kg/dia) na dieta de caprinos, não verificaram a presença do gossipol livre na corrente sanguínea. Além disso, Viana et al. (2015) alimentaram cordeiros com diferentes formas de CAR e não detectaram resíduos de gossipol na carne dos animais. Dessa forma, o sabor não estaria relacionado diretamente à presença do gossipol nos tecidos, mas sim à composição dos AG presentes no produto final.

#### 2.4 ARMAZENAMENTO E QUALIDADE DO CAROÇO DE ALGODÃO

O CAR, por ser um ingrediente rico em óleo, exige um cuidado especial durante seu armazenamento para que se mantenha a qualidade do alimento. Segundo Kertz (1998), para o CAR armazenado sem proteção e exposto ao tempo, as perdas podem atingir 20%, porém este valor pode ser reduzido a 5% quando o produto é armazenado em local seco, fresco, arejado e coberto. O CAR pode ser armazenado de duas formas: granel ou ensacado, em ambas as formas é comum que tenham perdas ocasionadas pela estocagem e manuseio no momento do arraçamento.

Segundo Bernard et al. (2003), os fatores que afetam a qualidade do CAR são: umidade, que não deve ultrapassar os 12%; matéria estranha, que deve ser inferior a 1% e conteúdo de ácidos graxos livres (AGL) presentes no óleo, que não deve ultrapassar 1,8%. Além destes fatores, as características nutricionais também devem ser levadas em contas, como os teores de PB, NDT, FDN, FDA e a digestibilidade para se determinar a qualidade nutricional do produto.

De acordo com McKevith (2005), as sementes de oleaginosas devem ser estocadas com umidade próxima a 7,5% para evitar a deterioração e manter a qualidade do alimento. Quando estocadas em altas temperaturas e umidades há a possibilidade de contaminação por fungos, principalmente por *Aspergillus flavus*, capaz de produzir aflatoxinas, e germinação das sementes (COPPOCK et al., 1987; BERNARD et al., 2003; ROGERIO et al., 2003).



## 2.5 CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E QUALIDADE DE CARNE

Segundo De La Torre et al. (2006) e Schmid et al. (2006), a composição da dieta utilizada, a raça ou grupo genético, e a idade em que o animal é abatido são os principais fatores que interferem na qualidade e na composição da carne. O tipo de alimentação fornecida aos animais é de grande influencia no acabamento, assim como na porcentagem de gordura da carcaça e do músculo (BERG; BUTTERFIELD, 1976; FELÍCIO, 1997).

A espessura de gordura subcutânea (EGS) e a área de olho de lombo (AOL) são utilizadas para se avaliar a qualidade da carcaça. A EGS está diretamente associada ao total de gordura na carcaça e indiretamente relacionada à quantidade de músculo. Dessa forma, quanto maior o acúmulo de gordura, menor a proporção de músculos ou de cortes magros da carcaça (FORREST et al., 1975). Uma maior AOL e menor EGS significa maior rendimento em musculatura, e maior proporção de cortes comestíveis. Além disso, a EGS atua como isolante térmico, protegendo a carcaça do encurtamento das fibras pelo frio e enrijecimento da carne provocado durante o resfriamento nos frigoríficos (MCINTYRE, 1994; TATUM et al., 2000). A EGS deve ser de no mínimo 2 a 3 mm (LUCHIARI FILHO, 2000). Para a AOL o valor de 78 cm<sup>2</sup> ou acima é excelente (OLIVEIRA, 1993).

Em relação às características avaliadas para a qualidade da carne, a cor é o primeiro fator a ser avaliado na hora da compra pelo consumidor. Os três principais fatores que afetam a cor da carne são o teor de mioglobina, as proporções relativas dos seus derivados, e o pH final (MACDOUGALL, 1982; SEIDEMAN et al., 1984).

A carne bovina tem alta concentração de mioglobina e, portanto, é mais escura do que a carne de outras espécies. Na falta de oxigênio, a mioglobina fica sob a forma de desoxi ou mioglobina reduzida que tem uma cor vermelho-púrpura. Na exposição ao ar atmosférico, a mioglobina é oxigenada para formar oxi-mioglobina, propiciando uma cor vermelho brilhante a carne. Entretanto, a cor muda do vermelho brilhante para o marrom quando a mioglobina é oxidada a metamioglobina, a taxa de autooxidação também está relacionada a propriedades intrínsecas da carne. Músculos que contêm maior teor de lipídeos insaturados são mais susceptíveis à oxidação e aumentam a taxa de descoloração (MACDOUGALL, 1982; KROPP et al., 1986; LYNCH et al., 1986; TROUT, 2003). Carne de pH elevado, geralmente dá

origem a uma carne conhecida como DFD (*Dark, Firm, Dry*) ou carne escura (EGBERTE; CORNFORTH, 1986).

A maciez é o atributo sensorial mais valorizado pelos consumidores e com isso, estudar estratégias para a produção de carne mais macia, atendendo os padrões desejáveis pelos consumidores tem sido prioridade para a indústria e o foco de muitas pesquisas (RENAND et al., 2001)

Smith (2001) relatou que carcaça de animais com deposição de gordura adequada na carcaça e bom grau de marmorização, tendem a apresentar carne mais macia. O efeito da gordura de marmorização seria em função da diminuição da densidade da carne, com a menor tensão entre as camadas de tecido conjuntivo, proporcionando maior “lubrificação” da proteína pelos lipídios e pela capacidade da gordura em provocar maior salivação.

De acordo com Aferri et al. (2005), ao avaliar três tipos de dieta, controle (sem suplementação de lipídeos), com 5% de sais de cálcio de AG e com 21% de CAR em novilhos mestiços confinados, não observaram efeito dos tratamentos para o rendimento de carcaça, AOL, EGS, perda por cocção e para a maciez da carne.

Huerta-Leidenz et al. (1991) ao trabalharem com 0, 15 e 30% de CAR na dieta de novilhos cruzados, Angus-Hereford, confinados por um período de 56 dias, não encontraram diferença na EGS, entretanto observaram uma redução no peso da carcaça e na AOL ao nível de inclusão de 30% de CAR na dieta.

Segundo Page et al. (1997), bovinos da raça Brangus confinados com dietas contendo 30% de CAR apresentaram maior peso vivo do que os animais do grupo controle, sem diferença entre os tratamentos para a EGS.

Ao suplementar bovinos mestiços, Holandês-Nelore, com CAR, farelo de soja, ou soja em grão, Paulino et al. (2002) observaram resultados semelhantes para rendimento da carcaça e peso da carcaça quente. Cranston et al. (2006) incluíram 15,1% de CAR na dieta de novilhos e não encontraram diferença para AOL, EGS, rendimento de carcaça e peso da carcaça quente

## 2.6 COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS

Há uma crescente preocupação por parte da população e dos órgãos de saúde pública quanto ao consumo excessivo de gorduras, bem como o tipo de gordura ou o perfil de AG e seu impacto sobre a saúde do consumidor. Infelizmente, a carne bovina tem sido associada a

problemas cardiovasculares e de obesidade (COSGROVE et al., 2001). Mesmo sabendo-se que é um alimento rico em proteína balanceado em aminoácidos essenciais, vitaminas do complexo B, ferro e zinco, dentre outros nutrientes, que não podem deixar de fazer parte da alimentação diária (MIR et al., 2003).

Conseqüentemente, os consumidores estão cada vez mais interessados em alimentos de origem animal que apresentem menor teor de AGS e calorias, e maior teor de AGI, favorecendo uma vida saudável e prevenindo o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (STIPANUK, 2000; TEIXEIRA, 2003).

O perfil de AG da gordura intramuscular é de suma importância para a saúde humana, uma vez que esta gordura não pode ser removida ou extraída antes do consumo da carne (SMET et al., 2004). Em geral, os AG da gordura intramuscular da carne bovina são compostos por aproximadamente 44% de saturados, 5% de cadeia ímpar, 45% de monoinsaturados e 5% de poli-insaturados (DUCKETT, 2002).

Como a maioria das características de interesse econômico na produção animal, a composição de AG é influenciada por fatores ambientais e genéticos. Vários estudos têm comprovado grandes mudanças na composição de AG por alterações provocadas nas estratégias de alimentação em animais monogástricos (DEMEYER et al., 1999) e em ruminantes (WOOD et al., 2003).

O maior desafio de se alterar a composição de AG na gordura de ruminantes é a biohidrogenação, metabolismo ruminal que modifica o perfil dos AG da dieta, sendo o principal determinante do alto teor de AGS presentes na gordura dos ruminantes (LARICK; TURNER, 1990; JENKINS, 1993; FRENCH et al., 2000; PALMQUIST, 1996). Os AGI presentes na dieta são quimicamente mais instáveis (possuem menor ponto de fusão), e não passam pela membrana da bactéria, então estes ácidos são hidrogenados pelas enzimas hidrogenases, sendo transformados em AGS (BALDWIN; ALLISON, 1983). Porém, diversos fatores afetam a extensão da biohidrogenação, como o pH ruminal, a quantidade e a fonte de gordura na dieta, o tipo e a proporção de forragem na dieta, a presença de ionóforos e a forma de proteção dos lipídios da dieta (CHILLIARD et al., 2000; CHILLIARD et al., 2001; SHINGFIELD et al., 2005).

O processo de biohidrogenação ruminal é bem esclarecido para o ácido linoléico. Para que ocorra a biohidrogenação, os lipídios da dieta sofrem inicialmente a hidrólise das ligações éster, catalisados pelas lipases microbianas. O ácido linoléico sofre então a isomerização da dupla ligação cis-12, formando as duplas ligações conjugadas contendo a ligação trans-11. O ácido linoleico conjugado (CLA) cis-9, trans 11 é formado então como um intermediário

transitório na biohidrogenação do ácido linoléico. Em seguida ocorre a redução da ligação cis, com formação do ácido vacênico (C18:1 trans 11). A última etapa no processo de biohidrogenação é a redução final do ácido vacênico até o ácido esteárico (C18:0) (HARFOOT; HAZLEWOOD, 1988).

O termo ácido linoléico conjugado refere-se a uma mistura de isômeros do ácido linoléico, sendo que destes isômeros, a forma C18:2 cis 9 trans 11 é a mais encontrada na carne de bovinos. O CLA encontrado na carne de bovinos pode ser originado tanto pela biohidrogenação ruminal incompleta, quanto endogenamente, por meio da dessaturação do AG C18:1 trans 11 (ácido vacênico) pela coenzima  $\Delta$ -9 dessaturase ou esteroil-CoA dessaturase, presente na glândula mamária e no tecido adiposo dos ruminantes. Esta enzima atua adicionando uma insaturação no carbono 9 do ácido vacênico, formando o CLA 18:2 cis-9, trans 11 (CORL et al., 2001). A enzima  $\Delta$ -9 dessaturase também catalisa a conversão dos AGS para AG  $\Delta$ -9 monoinsaturados.

O CLA pode ser benéfico à saúde humana, sendo anticarcinogênico, antidiabético (tipo II), podendo reduzir a gordura corporal, e o desenvolvimento da aterosclerose, aumentar a mineralização óssea e imunomodulador (McGUIRE; McGUIRE, 1999; PARIZA et al., 2001). Desta forma, torna-se importante a adição de AGI em dietas, que escapem da biohidrogenação ruminal, para posterior absorção e deposição corporal (FRENCH et al., 2000).

Baldwin e Allison (1983) sugeriram que óleos contidos nas sementes oleaginosas são mais protegidos da degradação ruminal, como é o caso da semente de girassol, grão de soja e do CAR. Outra maneira de evitar a biohidrogenação é por meio da utilização de lipídeo insolúvel no líquido ruminal, como os sais de AG ligados ao cálcio.

Mir et al. (2003) e Gibb et al. (2004) adicionaram sementes de oleaginosas à dietas de bovinos de corte com intuito de aumentar a concentração de AG benéficos a saúde humana, como o CLA, e oferecer uma carne mais saudável ao consumidor. Mir et al. (2003) concluíram que dietas ricas em lipídeos insaturados, principalmente protegidas por sementes, elevam o teor de CLA na carne de ruminantes.

Segundo Mir et al. (2008), a inclusão de sementes de girassol na dieta de novilhos ocasionou aumento do teor de CLA e de isômeros trans presentes na carne. Entretanto, Hristov et al. (2005) não observaram diferença nas concentrações de CLA na carne de animais suplementados com óleo de girassol em dietas de terminação.

Huerta-Leidenz et al. (1991) ao estudarem a adição de 0%, 15% e 30% de CAR na dieta de novilhos relataram um teor mais elevado de ácido linoléico (C18:2) em animais alimentados com 30% de CAR. No entanto, Madruga et al. (2008) não encontraram diferença na concentração dos AGS, ácidos graxos mono-insaturados (AGMI), AGPI totais em carne de ovinos alimentados com 0%, 20%, 30% e 40% de CAR na dieta.

Preston et al. (1989) observaram aumento na concentração de ácido esteárico na gordura da carne de bovinos alimentados com CAR. Ressalta-se que diferente dos outros AGS, o ácido esteárico atua na redução do colesterol sérico em humanos (BONANOME; GRUNDY, 1988). Esta redução promovida pelo ácido esteárico pode ser explicada pela diminuição da absorção de colesterol e aumento da excreção do colesterol endógeno (SCHNEIDER et al., 2000).

No entanto, estudos relatam que o CAR contém quantidades significativas de AG ciclopropenóides, que inibem a atividade da enzima  $\Delta$ -9 dessaturase, proporcionando um aumento na concentração de AGS (PAGE et al., 1997; YANG et al., 1999). Por outro lado, Keele, Roffler e Beyers (1989) afirmaram que o óleo de CAR é 70% insaturado, podendo ser hidrolisado no rúmen, permitindo uma produção de um perfil mais insaturado da gordura contida na carne (HUERTA-LEIDENZ et al., 1991; MEDEIROS et al., 2005).

Na obtenção de um perfil mais insaturado em produtos cárneos, há uma maior suscetibilidade aos processos de oxidação lipídica, processo de degradação que induz a rancificação da carne especialmente daqueles AG com mais de duas duplas ligações, sendo importantes na determinação da vida de prateleira do produto (WOOD et al., 2003). Além disso, ocorre o surgimento de radicais livres e várias moléculas como alcanos, cetonas, ácidos, álcoois ou aldeídos, que são produzidos pela oxidação ou durante a cocção, que indiretamente determinam o sabor, o aroma e o escurecimento da carne cozida, por participarem da reação de Maillard (WOOD et al., 2003).

Os AG insaturados na carne foram relatados por ser o substrato primário na geração de produtos da reação de oxidação e alteração das características de sabor da carne (GRAU et al., 2001). Para reduzir a oxidação lipídica e prolongar a vida de prateleira, assim como manter as características organolépticas da carne, estudos têm avaliado os efeitos de antioxidantes na alimentação animal a fim de propiciar melhorias na qualidade do produto (YANG et al., 2002; JUÁREZ et al., 2012; RIPOLL et al., 2013).

## 2.7 VITAMINA E

Dentre as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), a VITE tem sido reconhecida como um nutriente essencial para o crescimento e a saúde de todas as espécies animais. A VITE atua como antioxidante biológico dentro dos fosfolipídios de membrana, protegendo as células contra a ação oxidante dos radicais livres, sendo uma vitamina solúvel em gorduras e solventes orgânicos e são conservadas no tecido adiposo ou no fígado em uma quantidade relativamente importante.

A VITE é responsável pelo controle de diversos processos metabólicos e é requerida em quantidade mínima para manutenção da saúde e crescimento dos tecidos (COMBS Jr., 2012). Liu et al. (1995) relataram que os principais efeitos da VITE no organismo animal incluem a biossíntese de prostaglandina, resistência a doenças e principalmente ação antioxidante em sistemas biológicos. Yamamoto et al. (2001) observaram que a VITE constitui a primeira linha de defesa dos sistemas biológicos, devido a proteção às membranas dos compostos oxidáveis do citoplasma celular.

Wood e Enser (1997) relataram que a VITE é o principal antioxidante solúvel que atua nos tecidos animais *post mortem*, atrasando a deterioração oxidativa da carne. A VITE pode ser armazenada em todos os tecidos do corpo e tem maior volume de armazenamento no fígado (MAYNARD et al., 1979). Machlin (1984) incluiu os tecidos muscular e adiposo como principais depósitos desta vitamina, baseado na massa e na capacidade destes tecidos em armazenar vitaminas.

A VITE tem como melhores representantes os derivados do tocoferol, sendo o alfa-tocoferol a forma mais comum e ativa biologicamente da VITE, mostrando-se ser um eficiente antioxidante lipossolúvel natural que favorece a estabilidade oxidativa e conservação de produtos de origem animal. O alfa-tocoferol localizado na membrana celular inibe a oxidação natural dos AGPI impedindo a cadeia antioxidante do sistema biológico e levando a redução da formação de radicais livres (BURTON et al., 1983; COMBS JR., 2012).

A forma não natural da VITE, encontrada nas rações de animais, é o acetato alfa-tocoferol, esta, evita que o tocoferol seja destruído na dieta ou quando ingerido. Isto ocorre porque os tocoferóis puros são facilmente oxidáveis. Entretanto, a sua esterificação com acetato forma um produto relativamente mais estável ao oxigênio atmosférico (ZEOULA; GERON, 2006).

Em relação à recomendação da VITE em dietas para ruminantes, sua exigência é de acordo com a sua inter-relação com outros componentes da dieta, como selênio, aminoácidos sulfurados, antioxidantes, além de sofrer influência do consumo de altas concentrações dietéticas de AGPI (NRC, 1996).

Segundo o NRC (1996), o requerimento de VITE para bovinos jovens varia entre 15 e 60 UI/kg de matéria seca da dieta. Hutcheson e Cole (1985) relataram que o requerimento para bovinos em crescimento e terminação varia entre 50 a 100 UI/dia.

Alguns autores utilizaram doses diárias de VITE entre 500 e 3600 UI/animal e observaram que foram efetivas para inibir a oxidação lipídica da carne durante a exposição sob condições simuladas de varejo (ARNOLD et al., 1993; YANG et al., 2002). Segundo Arnold et al. (1992), a suplementação de novilhos holandês com 300 UI por 266 dias, 1140 UI por 67 dias e 1200 UI por 38 dias com VITE, mostrou-se efetiva para estender a coloração do músculo *Longissimus dorsi* por 2,5; 2,5 e 4,8 dias respectivamente. Sanders et al. (1997) suplementaram novilhos com 1000 e 2000 UI de VITE e observaram aumento na vida de prateleira e coloração de bifes magros sendo os mesmos mais brilhantes. Em contrapartida Yang et al. (2002) ao alimentar novilhos cruzados Hereford com dietas ricas em grãos e suplementados com doses diárias de 2500 UI/animal de VITE, por um período de 132 dias verificaram que a VITE não melhorou a estabilidade da cor de carnes frescas expostas por 7 dias, sob condições de varejo.

Quanto a análise sensorial, um dos principais fatores limitantes de qualidade e aceitabilidade da carne pelos consumidores é a oxidação lipídica, este processo leva à descoloração, desenvolvimento de odores e sabores finais e produção de componentes tóxicos (GRAY et al., 1996). A deterioração na coloração da carne é causada pela oxidação do pigmento presente na mesma, influenciando na aceitação do produto pelos consumidores (FOX, 1987). O aumento nas concentrações de VITE no músculo leva à maior estabilidade da oximioglobina (CHAN et al., 1996), devido a proteção das membranas biológicas e pigmentos, promovendo a estabilidade da coloração e consequente aumento na vida de prateleira (ARNOLD et al., 1993).

Sanders et al. (1997) avaliaram a preferência dos consumidores pela carne de animais suplementados com VITE. Os resultados mostraram que 91% dos consumidores preferiram a carne de bovinos suplementados em relação à carne de bovinos não suplementados com VITE. Esta maior aceitabilidade dos consumidores se deve à capacidade da VITE promover melhor estabilidade da coloração da carne.

## 2.8 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial é definida como a disciplina científica usada para medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição (NBR 12806, ABNT, 1993).

Há um relacionamento óbvio e direto entre medir a aceitação e o quanto se gosta de um produto. Para ser mais eficiente, a avaliação sensorial deve medir a aceitação de um produto em testes multiprodutos e a partir destes dados determinar a preferência por um deles (STONE; SIDEL, 1992). A satisfação é descrita quão bem um produto ou serviço atende ou excede a expectativa do consumidor. A avaliação da aceitação sensorial não garante o sucesso no mercado, uma vez que outros fatores, além de atributos visuais e de palatabilidade, influenciem a aceitação do consumidor, como preço, tamanho da embalagem, cor, informações, conveniência e preparação, conceitos dietéticos e de saúde, tamanho da porção e segurança alimentar (MILLER, 2003). Contudo trata-se de um indicador direto da qualidade do produto em si.

A carne tem propriedades que são relacionadas com os cinco sentidos: paladar, olfato, visão, tato e audição. As características de qualidade da carne são influenciadas pela estrutura do músculo, composição química, ambiente químico, interação dos constituintes químicos, alterações *post-mortem* nos tecidos, estresse e efeitos pré abate, manuseio do produto, processamento e estocagem, população microbiológica e método de cozimento. Entretanto é a identificação das características sensoriais e as medidas delas que estabelece a relação entre características de qualidade e propriedades sensoriais do alimento (MILLER, 1994).

Os métodos sensoriais podem ser divididos em analíticos (discriminativos e descritivos) e afetivos. Métodos discriminativos são aqueles que estabelecem diferenciação qualitativa e/ou quantitativa entre amostras. Nos testes discriminativos, os provadores de uma equipe atuam como instrumentos para detectar pequenas diferenças entre as amostras. Os provadores podem ser do tipo que avalia a diferença global entre amostras ou do tipo direcional, em que o julgador indica se existe diferença em determinado atributo (GALVÃO, 2006).

Os métodos descritivos descrevem qualitativa e quantitativamente as amostras e utilizam escalas de intervalo ou de proporção. Os métodos descritivos envolvem a detecção e a descrição dos aspectos sensoriais qualitativos e quantitativos de um produto por painel treinado (grupo de pessoas que avaliam produtos; MORAES, 1988).



Métodos afetivos acessam diretamente a opinião (preferência e/ou aceitabilidade) do consumidor já estabelecido ou do consumidor potencial de um produto, a respeito de características específicas desse produto, ou ideias que o consumidor tenha do produto a ser avaliado; por isso, são também chamados de testes de consumidor (MORAES, 1988).

## 2.9 CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

O conteúdo de gordura presente na carne está altamente relacionado com os atributos sensoriais, uma vez que afeta maciez, sabor e suculência da carne. A gordura intramuscular, no momento do cozimento e mastigação, é liberada, estimulando a salivação e a percepção de suculência e maciez.

No entanto, a importância da gordura se dá principalmente pela sua composição de AG, assim como vários compostos como aminoácidos e nucleotídeos que contribuem para a formação do gosto e do odor da carne cozida (NORTHCUTT, 1997), alterando a palatabilidade da carne (CALKINS; HODGE, 2007).

A composição de AG, principalmente a elevada concentração de AGI na gordura bovina, tem forte influência sobre o sabor da carne, pois estes AG predispõe a rancificação da carne devido sua instabilidade de ligações duplas, nas quais favorecem a oxidação lipídica, gerando um sabor desagradável e uma deterioração da cor (LIU et al., 1995; MOTTRAM, 1998). A oxidação lipídica na carne é um fator limitante importante tanto para a qualidade da carne quanto para a aceitabilidade do consumidor (AALHUS; DUGAN, 2004). Para evitar este processo Wood e Enser (1997) recomendaram a utilização de VITE para prevenir a deterioração do sabor e aroma, e melhorar a estabilidade da cor.

A influência dos AG no sabor da carne tem sido estudada por alguns pesquisadores, Wood et al. (2003) verificaram que as carnes com altos níveis de C18:2 oxidaram rapidamente quando aquecidas, produzindo vários compostos voláteis, incluindo aldeídos pentanal e hexanal, afetando qualidade sensorial da carne. Por outro lado Jenschke et al. (2008) verificaram que ao aumentar a porcentagem de 18:2 n-6 o sabor desagradável diminuía, enquanto ao elevar a concentração de 18:2 cis 9 - trans 11 e 20:1 n-9 o sabor desagradável ficava mais evidente. Além da associação do perfil lipídico com a alteração de sabor e aroma, há relatos que a utilização de CAR pode provocar alterações no sabor da carne de bovinos (COSTA et al., 2013; PESCE, 2008).

Neste sentido, Medeiros et al. (2005) conduziram um experimento com bovinos confinados alimentados com dietas com até 9,5% da MS de CAR e não encontraram nenhum efeito sobre o sabor da carne. Da mesma forma, Shibuya (2004) não observou diferenças nas características sensoriais da carne de animais alimentados com inclusão de 20% de CAR na dieta.

Madruza et al. (2008), ao utilizarem 0, 20%, 30% e 40% de CAR na dieta de ovinos não encontraram alterações nas concentrações de AGS, AGMI, AGPI e AGI totais na carne ovinos alimentados com CAR e não foram observadas diferenças para aroma e sabor da carne. O mesmo foi observado por Cranston et al. (2006), que ao alimentarem bovinos com 15% de CAR não observaram diferença nas características sensoriais.

Entretanto, Pesce (2008) verificou que a inclusão de até 20% de CAR em dietas para bovinos confinados alterou o aroma e a textura da carne. Costa et al. (2013) também observaram que a adição de CAR até 34,09% na dieta do animais alterou negativamente o aroma e sabor da carne. No entanto, Souza (2008) observou maior sabor estranho na carne dos animais alimentados com 19% de CAR na dieta do que em dietas contendo soja *in natura* e semente de girassol.

Os fatores que influenciam as características sensoriais da carne ainda não estão bem esclarecidos, e há necessidade de se estudar a influência da alimentação de bovinos com caroço de algodão com e sem vitamina E, assim como a composição de AG presente na carne destes animais.

## REFERÊNCIAS

- AALHUS, J. L.; DUGAN, M. E. R. Spoilage, factors affecting (b) oxidative and enzymatic. In JENSEN, W. K. DEVINE, C.; DIKEMAN, M. (Ed.). **Encyclopedia of meat sciences**. Oxford: Elsevier, 2004. p. 1330-1336, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 12806**: Análise sensorial dos alimentos e bebidas - Terminologia. São Paulo 1993. p. 8.
- AFERRI, G.; LEME, P. R.; SILVA, S. L.; PUTRINO, S. M.; PEREIRA, A. S. C. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídeos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, p. 1651-1658, 2005.
- ANDREAZZI, M. A.; CONSOLARO, M. E. L.; MORAES, G. V. **Avaliação de metabólitos sangüíneos de caprinos machos, alimentados com caroço de algodão**. Anuário CCA - 1997-1998. Maringá, PR: Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias, 1998.
- ANEJA, R.; DASS, S. K.; PRAKASH, S.; CHANDRA, R. Effect of gossypol in association with chromium protoporphyrin on heme metabolic enzymes. **Artificial cells, blood substitutes, and immobilization biotechnology**. Philadelphia, v. 32, n. 1, p. 159-172, 2004.
- ARIELI, A. Whole cottonseed in dairy cattle feeding: a review. **Animal feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 72, p. 97-110, 1998.
- ARNOLD, R. N.; SCHELLER, K. K.; ARP, S. C.; WILLIAMS, S. N.; BUEGE, D. R.; SCHAEFER, D. M. Effect of long- or short-term feeding of  $\alpha$ -tocopheryl acetate to Holstein and crossbred beef steers on performance, carcass characteristics, and beef color stability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 3055-3065, 1992.
- ARNOLD, R. N.; ARP, S. C.; SCHELLER, K. K.; WILLIAMS, S. N.; SCHAEFER D. M. Tissue equilibration and subcellular distribution of vitamin E relative to myoglobin and lipid oxidation in displayed beef. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 105-118, 1993.
- BALDWIN, R. L.; ALLISON, M. J. Rumen metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 57, p. 461-477, 1983.
- BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L.; MILLER, M. F. Dietary energy source and density: effects of roughage source, roughage equivalent, tallow level, and steer type on feedlot performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 1943-1953, 1994.
- BENBOUZA, H.; LOGNAY, G.; PALM, R.; BAUDOIN, J. P.; MERGEAI, G. Crop ecology, management & quality. Development of a Visual Method to Quantify the Gossypol Content in Cotton Seeds, **Crop Science**, Madison, v. 42, p. 1937-1942, 2002.
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240 p.

BERNARD, J. K.; WEST, J. W.; TRAMMELL, D. S.; PARKS, A. H.; WEDEGAERTNER, T. C. Ruminal fermentation and bacterial protein synthesis of whole cottonseed coated with combinations of gelatinized corn starch and urea. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 11, p. 3661-3666, 2003.

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

BERTRAND, J. A.; SUDDUTH, T. Q.; CONDON, A.; JENKINS, T. C., CALHOUN, M. C. Nutrient content of whole cottonseed. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 88, p. 1470-1477, 2005.

BESSA, R. J. B. Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. In: SYMPOSIUM EUROPEO ALIMENTACIÓN EN EL SIGLO, 21., 1999, Bajadoz: Colégio Oficial de Veterinários de Bajadoz, 1999. p. 283-313.

BONANOME, A.; GRUNDY, S. M. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. **New England Journal of Medicine**, Massachusetts, v. 318, p. 1244-1248, 1988.

BOWLING, R. A.; RIGGS, J. K.; SMITH, G. C.; CARPENTER, Z. L.; REDDISH, R. L.; BUTLER, O. D. Production, carcass and palatability characteristics of steers produced by different management systems. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 46, p. 333-340, 1978.

BROSH, A.; HOLZER, Z.; LEVY, D. Cottonseed for protein and energy supplementation of high-roughage diets for beef cattle. **Animal Production**, Bletchley, v. 48, n. 3, p. 513-518, 1989.

BURTON, G.W.; JOYCE, A.; INGOLD, K. U. Is vitamin E the only lipid-soluble, chain-breaking antioxidant in human blood plasma and erythrocyte membranes. **Archives Biochemistry Biophysics**, Maryland Heights, v. 221, n. 1, p. 281-290, 1983.

CALHOUN, M. C.; KUHLMANN, S. K.; BALWIN, B. C. Assessing the gossypol status of cattle fed cotton seed products. In: PACIFIC NORTHWEST ANIMAL NUTRITION CONFERENCE, 1995, Seattle. **Proceedings...** 1995. p. 147-158.

CALKINS, C. R.; HODGEN, J. M. A fresh look at meat flavor. **Meat Science**, Barking, v. 77, p. 63-80, 2007.

CHAN, W. K.; HAKKARAINEN, K.; FAUSTMAN, C.; SCHAEFER, D. M.; SCHELLER, K. K.; LIU, Q. Effect of dietary vitamin E supplementation on microbial load and sensory assessment in different beef cuts. **Meat Science**, Barking, v. 42, p. 387-399, 1996.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; MANSBRIDGE, R.; DOREAU, M. Ruminant milk fat plasticity: Nutritional control of saturated, polyunsaturated, *trans* and conjugated fatty acids. **Annales de Zootechnie**, Courtaboeuf, v. 49, p. 181-205, 2000.

CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; DOREAU, M. Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow's diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 70, p. 31-48, 2001.

COMBS JR, G. F. **The vitamins, fundamental aspects in nutrition and health**. 4. ed. Academic Press, 2012. 600 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.

CORL, B. A.; BAUMGARD, L. H.; DWYER, D. A.; GRIINARI, J. M.; PHILLIPS, B. S.; BAUMAN, D. E. The role of 9-desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, New York, v. 12, p. 622-630, 2001.

COSGROVE, M.; KIELY, M.; FLYNN, A. The contributions of meat to nutrient intakes in Irish men and women of different ages. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES EDITED BY, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: SBCTA, 2001. p. 152.

COSTA, D. P. B. **Características da carne de Novilhos Nelore alimentados com caroço de algodão**. 2009. 59 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

COSTA, D. P. B.; ROÇA, R. O.; LANNA, D. P. D.; LIMA, E. S.; BARROS, W. M. Meat characteristics of Nelore steers fed whole cottonseed. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 42, n. 3, p. 183-192, 2013.

CRANSTON, J. J.; RIVERA, J. D.; GALYEAN, M. L.; BRASHEARS, M. M.; BROOKS, J. C.; MARKHAM, C. E.; MCBETH, L. J.; KREHBIEL, C. R. Effects of feeding whole cottonseed and cottonseed products on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 8, p. 2186-2199, 2006.

DE LA TORRE, A.; GRUFFAT, D.; DURAND, D.; MICOL, D.; PEYRON, A.; SCISLOWSKI, V.; BAUCHART, D. Factors influencing proportion and composition of CLA in beef. **Meat Science**, Barking, v. 73, n. 2, p. 258-268, 2006.

DELGADO, E. F. Caroço de algodão e milho grão, em diferentes formas físicas, na alimentação de vacas leiteiras. 1994. 89 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.

DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, Wallingford, v. 58, p. 593-607, 1999.

DUCKETT, S. K.; WAGNER, D. G.; YATES, L. D.; DOLEZAL, H. G.; MAY, S. G. Effects of time on feed on beef nutrient composition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 2079-2088, 1993.

DUCKETT, S. K. **Effect of nutrition and management practices on marbling deposition and composition**. Georgia: University of Georgia, 2002.

EGBERT, W.R.; CORNFORTH, D.P. Factors influencing color of dark cutting beef muscle. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 51, n.1, p. 57-65, 1986.

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.

- FELÍCIO, P. E. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: SIMPÓSIO SOBRE A PECUÁRIA DE CORTE: PRODUÇÃO DO NOVILHO DE CORTE, 4., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 79-97,
- FORREST, J. C. A.; ABERLE, E. D. A.; HEDRICK, H. B.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. **Principles of meat science**. [S. l.]: W. H. Freeman and Company, 1975. 417 p.
- FOX JR, J. B. **The pigments of meat**. In: PRICE, J., F.; SCHWEIGERT, B., S. (Ed.). **The science of meat and meat products**. 3. ed. Westport Ct.: Food & Nutrition Press, 1987.
- FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; O'RIORDAN, E. G.; MONAHAN, F. J.; CAFFREY, P. J.; MOLONEY, A. P. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate based diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 11, p. 2849-2855, 2000.
- GALVÃO, M. T. E. L. Análise sensorial de carnes. In: CASTILLO, C. J. C. (Ed.). **Qualidade da carne**. São Paulo: Varela, 2006. p. 185-199.
- GIBB, D. J.; OWENS, F. N.; MIR, P. S.; MIR, Z.; IVAN, M.; MCALLISTER, T. A. Value of sunflower seed in finishing diets of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 2679-2692, 2004.
- GRAU, A.; GUARDIOLA, F.; GRIMPA, S.; BARROETA, A. C.; CODONY, R. Oxidative stability of dark chicken meat through frozen storage: influence of dietary fat and alpha tocopherol and ascorbic acid supplementation. **Poultry Science**, Cary, v. 80, p. 1630-1642, 2001.
- 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, P. N. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. London: Elsevier Applied Science, 1988. p. 285-322.
- HENDERSON, C. The effects of fatty acids on pure cultures of rumen bacteria. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 81, p. 107-112, 1973.
- HRISTOV, A. N.; KENNINGTON, L. R.; MCGUIRE, M. A.; HUNT, C. W. Effect of diets containing linoleic acid- or oleic acid-rich oils on ruminal fermentation and nutrient digestibility, and performance and fatty acid composition of adipose and muscle tissues of finishing cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 1312-1321, 2005.
- HUERTA-LEIDENZ, N. O.; CROSS, H. R.; LUNT, D. K.; PELTON, L. S.; SAVELL, J. W.; SMITH, S. B. Growth, carcass traits, and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 3665-3672, 1991.
- HUTCHESON, D. P.; COLE, N. A. Vitamin E and selenium for yearling feedlot cattle. **Federation Proceedings**, v. 44, p. 549, 1985.
- JENKINS, T. C. Symposium: advances in ruminant lipid metabolism. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, p. 3851-3863, 1993.

- JENSCHKE, B. E.; SWEDBERG B. J.; CALKINS, C. R. Tenderness, sensory, and color attributes of two muscles from the M. quadriceps femoris when fabricated using a modified hot-boning technique. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 2690-2696, 2008.
- JUÁREZ, M.; DUGAN, M. E. R.; ALDAI, N.; BASARAB, J. A.; BARON, V. S.; MCALLISTER, T. A.; AALHUS, J. L. Beef quality attributes as affected by increasing the intramuscular levels of vitamin E and omega-3 fatty acids. **Meat Science**, Barking, v. 90, p. 764-769, 2012.
- KANDYLIS, K. P. N.; NIKOKYRIS, P. N.; DELIGIANNIS, K. Performance of growing – fattening lambs fed whole cottonseed. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, West Sussex, v. 78, p. 281-239, 1998
- KEELE, J. W.; ROFFLER, R. E.; BEYERS, K. Z. Ruminant metabolism in non-lactating cows fed whole cottonseed or extruded soybeans. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, p. 1612-1622, 1989.
- KERTZ, A. F. Variability in delivery of nutrients to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 3075-3084, 1998.
- KROPF, D. H.; HUNT, M. C.; PISKE, D. Color formation and retention in fresh meat. In: PROCEEDINGS OF MEAT INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE, 1986, Chicago. 1986. p. 62.
- LARICK, D. K.; TURNER, B. E. Flavor characteristics of forage- and grain-fed beef as influenced by phospholipid and fatty acid compositional differences. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 55, n. 2, p. 312-317, 1990.
- LIU, Q.; LANARI, M. C.; SCHAEFER, D. M. A. Review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 3131-3140, 1995.
- LOCK, A.; BAUMAN, D. Modifying milk fat composition of dairy cows to enhance fatty acids beneficial to human health. **Lipids**, Heidelberg, v. 39, n. 12, p. 1197-1206, 2004.
- LOPES, M.; SAMPAIO, A. A. M. Manual do confinador de bovinos de corte. Minas Gerais: UFLA, 1999. 106 p.
- LORDELO, M. M.; DAVIS, A. J.; CALHOUN, M. C.; DOWD, M. K.; DALE, N. M. Relative toxicity of gossypol enantiomers in broilers. **Poultry Science**, Cary, v. 84, n. 9, p. 1376-1382, 2005.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: LinBife, 2000. 134p.
- LUGINBUHL, J. M.; POORE, M. H.; CONRAD, A. P. Effect of level of whole cottonseed in intake, digestibility, and performance of growing male goats fed hay-based diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 6, p. 1677-1683, 2000.
- LYNCH, N. M.; KASTNER, C. L.; KROPF, D. H. Consumer acceptance of vacuum packaged ground beef as influenced by product color and educational materials. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 51, p. 253-255, 1986.
- MACDOUGALL, D. B. Changes in the colour and opacity of meat. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 9, p. 75-88, 1982.

MACHLIN, L. J. **Vitamin E**. In: MACHLIN, L. (Ed.) **Handbook of vitamins**. New York: Marcel Dekker, 1984. 99 p.

MADRUGA, M. S.; TORRES, T. S. C.; CARVALHO, F. F. R.; QUEIROGA, R. C. R. E.; NARAIN, N.; GARRUTI, D. S.; ALVES, M. F.; MATTOS, C. W.; COSTA, R. G. Meat quality of Mocoto and Caninde goats as affected by two levels of feeding. **Meat Science**, Barking, v. 80, p. 1019-1023, 2008.

MAY, S. G.; DOLEZAL, H. G.; GILL, D. R.; RAY, F. K.; BUCHANAN, D. S. Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 444-453, 1992.

MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F.; WARNER, R. G. **The carbohydrates and their metabolism**. **Animal Nutrition**. 7th. New York, NY: McGraw-Hill, Inc., 1979. p. 74-103,

McCAUGHEY, K. M.; DEPETERS, E. J.; ROBINSON, P. H.; SANTOS, J. E. P.; PAREAS, J. W.; TAYLOR, S. J. Impact of feeding whole Upland cottonseed, with or without cracked Pima cottonseed with increasing addition of iron sulfate, on productivity and plasma gossypol of lactating dairy cattle. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 122, n. 3-4, p. 241–256, 2005.

McGUIRE, M. A.; McGUIRE, M. K. Conjugated linoleic acid (CLA): a ruminant fatty acid with beneficial effects on human health. In: PROCEEDINGS OF THE AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999, Indianapolis. 1999.

McINTYRE, B. L. Carcass measurements and treatments. **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**, Perth, v. 20, p. 37- 39, 1994.

McKEVITY, B. Nutritional aspects of oilseeds: review. **Nutrition Bulletin**, London, v. 30, p. 13-26, 2005.

MEDEIROS, S. R.; TORRES, R. A. A.; BITENCOURT, L. P.; SILVA, M. C.; ROMERO, J. V.; ALBERTINI, T. Z.; CARPEJANI, G. C.; CÁCERES, C. A. Efeito do caroço de algodão na qualidade do “Longissimus dorsi” de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.

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

MILLER, R. K. Sensory methods to evaluate muscle foods. In: KINSMAN, D. M.; KOTULA, A. W.; BREIDENSTEIN, B. C. (Ed.). **Muscle foods: meat, poultry and seafood technology**. New York: Chapman & Hall, 1994. cap. 12, p. 333-360.

MILLER, R. K. Assessing consumer preferences and attitudes toward meat and meat products. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 6, , p. 67-80, 2003. Trabalho apresentado no 47<sup>th</sup> International Congress of Meat Science And Technology e 2<sup>nd</sup> Brazilian Congress of Meat Science and Techonology, 2003, Campinas.



MIR, P. S.; MIR, Z.; MCALLISTER, T. A.; MORGAN JONES, S. D.; HE, M. L.; AALHUS, J. L.; JEREMIAH, L. E.; GOONEWARDENE, L. A.; WESELAKE, R. J. Effect of sunflower oil and vitamin E on beef cattle performance and quality, composition and oxidative stability of beef. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 83, n. 1, p. 53-66, 2003.

MIR, P. S.; DUGAN, M. E. R.; HE, M. L.; ENTZ, T.; YIP, B. Effects of dietary sunflower seeds and tylosin phosphate on production variables, carcass characteristics, fatty acid composition, and liver abscess incidence in crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 11, p. 3125-3136, 2008.

MOORE, J. A.; SWINGLE, R. S.; HALE, W. H. Effects of whole cottonseed, cottonseed oil or animal fat on digestibility of wheat straw diets by steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 4, p. 1267-1273, 1986.

MORAES, M. A. C. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. 6. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 1988. 93 p.

MOTTRAM, D. S. Flavor formation in meat and meat products: a review. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 62, p. 415-424, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of beef cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: NRC, 1996. 242 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. revisada. Washington, D.C.: NRC, 2001. 381 p.

NORTHCUTT, K. **Factors affecting poultry meat quality**. Athens: The University of Georgia, 1997. p. 7.

OLIVEIRA, A. L. **Efeito do peso de abate nos rendimentos de carcaça e qualidade de carne de novilhos Nelore e mestiços Canchim-Nelore**. 1993. 130 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas, 1993.

PAGE, J. K.; STURDIVANT, C. A.; LUNT, D. K.; SMITH, S. B. Dietary whole cottonseed depresses lipogenesis but has no effect on stearoyl coenzyme desaturase activity in bovine subcutaneous adipose tissue. **Comparative Biochemistry and Physiology. Part B: biochemistry & molecular biology**, Philadelphia, v. 118, n. 1, p. 79-84, 1997.

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

PALMQUIST, D. L. Utilización de lípidos em dietas de rumiantes. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FEDNA, 12., 1996, Madrid. 1996.

PARIZA, M.; PARK, Y.; COOK, M. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. **Progress in Lipid Research**, Amsterdam, v. 40, n. 4, p. 283-298, 2001.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P. Soja grão e caroço de algodão em suplementos múltiplos para terminação de bovinos mestiços em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 484-491, 2002.

PEREIRA, D. H.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; GARCIA, R.; OLIVEIRA, A. P.; MARTINS, F. H.; VIANA, V. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho

de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 282-291, 2006.

PESCE, D. M. C. **Efeito da dieta contendo caroço de algodão no desempenho, Nelore confinados**. 2008. 138 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

PRESTON, R. L.; BARTLE, S. J.; RULE, D. C. Effect of whole cottonseeds in cattle finishing diets on growth, efficiency and body composition. Asian-Australasian. **Journal of Animal Sciences**, Champaign, v. 2, n. 2, p. 505-506, 1989.

RENAND, G.; PICARD, B.; TOURAILLE, C.; BERGE, P.; LEPETIT, J. Relationship between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. **Meat Science**, Barking, v. 59, p. 49-60, 2001.

RIPOLL, G.; GONZÁLEZ-CALVO, L.; MOLINO, F.; CALVO, J. H.; JOY, M. Effects of finishing period length with vitamin E supplementation and alfafa grazing on carcass color and the evolution of meat color and the lipid oxidation of light lambs. **Meat Science**, Barking, v. 93, p. 906-913, 2013.

RISCO, C. A.; CHENOWETH, P. J.; LARSEN, R. E.; VELEZ, J.; SHAW, N.; TRAN, T.; CHASE, C. C. JR. The effect of gossypol in cottonseed meal on performance and on hematological and semen traits in post pubertal Brahman bulls. **Theriogenology**, Philadelphia, v. 40, p. 629-642, 1993.

ROBINSON, P. H.; GETACHEW, G.; PETERS, E. J.; CALHOUN, M. C. Influence of variety and storage for up to 22 days on nutriente composition and gossypol level of Pima cottonseed (*Gossypium* spp.). **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 91, p. 149-156, 2001.

ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; SANTIAGO, G. S.; TEXEIRA, D. A. B. Uso do caroço de algodão na alimentação de ruminantes. **Arquivo de Ciência Veterinária e Zoologia**, Umuarama, v. 6, p. 75-80, 2003.

ROGERS, G. M.; POORE, M. H.; PASCHAL, J. C. Feeding cotton products to cattle. **Veterinary Clinics of North America: food animal practice**, Maryland Heights, v. 18, p. 267-294, 2002.

RUY, D. C.; LUCCI, C. S.; MELLOTTI, L.; LIMA, M. L. M. Degradação da proteína e fibra do caroço de algodão integral (*Gossypium hirsutum* L.) no rúmen. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 33, p. 276-280, 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.

SANTOS, R. L. Efeitos do gossypol sobre a reprodução. **Cadernos Técnicos da Escola Veterinária da UFMG**, n. 21, p. 73-82, 1997.

SCHMID, A.; COLLOMB, M.; SIEBER, R.; BEE, G. Conjugated linoleic acid in meat and meat products: A review. **Meat Science**, Barking, v. 73, p. 29-41, 2006.

- SCHNEIDER, C. L.; COWLES, R. L.; STUEFER-POWELL, C. L.; CARR, T. P. Dietary Stearic Acid Reduces Cholesterol Absorption and Increases Endogenous Cholesterol Excretion in Hamsters Fed Cereal-Based Diets. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 130, p. 1232–1238, 2000.
- 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.
- SEIDEMAN, S. C.; CROSS, H. R.; SMITH, G. C.; DURLAND, P. R. Factors associated with fresh meat color: a review. **Journal of Food Quality**, Hoboken, v. 6, p. 211-237, 1984.
- SHIBUYA, C. M. **Análise sensorial da carne (m. L. *dorsi*) de novilhos terminados com dietas de milho seco vs. úmido, com ou sem gordura protegida (Lactoplus), e de lactoplus vs. caroço de algodão**. 2004. 69 p. Dissertação (Mestrado) - Cinara Milanez Shibuya. – Campinas, SP: Campinas, 2004.
- SHINGFIELD, K. J.; REYNOLDS, C. K.; LUPOLI, B.; TOIVONEN, V.; YURAWECZ, M. P.; DELMONTE, P.; GRIINARI, J. M.; GRANDISON, A. S.; BEEVER, D. E. Effect of forage type and proportion of concentrate in the diet on milk fatty acid composition in cows given sunflower oil and fish oil. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 225–238, 2005.
- SILVA, F. F. O caroço de algodão na alimentação de vacas de leite. In: SEMINÁRIO DE ZOOTECNIA, ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, 1995, Belo Horizonte. 1995, 6 p.
- SMET, S.; RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research**, França, v. 53, p. 81–98, 2004.
- SMITH, G. C. Factors affecting the palatability of beef. In: FUTURE BEEF OPERATIONS SEMINAR. 2001. Disponível em: <<http://ansci.colostate.edu/ran/beef/index.html>>. Acesso em: Jun. 2015.
- SOUZA, A. A. A. **Características físico- químicas e sensoriais da carne de bovinos Nelore (*Bos taurus indicus*) alimentados com diferentes fontes de lipídeos e de selênio**. 2008. 72 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- STIPANUK, M. H. **Biochemical and physiological aspects of human nutrition**. 1. ed. New York: W. B. Saunders, 2000. 1007 p.
- STONE, H.; SIDEL, J. L. Affective testing. In: STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. 2. ed. California: Tragon Corporation, 1992. p. 243-270.
- SULLIVAN, H. M.; BERNARD, J. K.; AMOS, H.; JENKINS, T. C. Performance of lactating dairy cows fed whole cootonsead with elevated concentrations of free fatty acids in the oil. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 87, n. 3, p. 665-671, 2004.
- TATUM, J. D.; SMITH, G. C.; BELK, K. E. New approaches for improving tenderness, quality, and consistency of beef. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 2000, California. **Proceedings...** California: American Society of Animal Science, 2000. p. 1-10.

TEIXEIRA, N. F. **Nutrição clínica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. 519 p.

TRISCHITTA, F.; FAGGIO, C. Gossypol affects ion transport in the isolated intestine of the seawater adapted eel, *Anguilla anguilla*. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: molecular & integrative physiology**, Philadelphia, v. 151, n. 1, p. 139-143, 2008.

TROUT, G. R. Biochemistry of lipid and myoglobin oxidation in post mortem muscle and processed meat products –effects on rancidity. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, p. 13-19, 2003.

United States Department of Agriculture – USDA. Foreign agricultural service. 2015.

Disponível em:

<<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Cattle+Selected+Countries+Summary&hidReportRetrievalID=1643&hidReportRetrievalTemplateID=7>.

Acesso em: jun. 2015.

VIANA, P. G.; LIMA, P. M. T.; PAIM, T. P.; SOUZA, J. R.; DANTAS, A. M. M.; PEREIRA, E. F.; GONÇALVES, V.; MCMANUS, C.; ABDALLA, A. L.; LOUVANDINI, H. Gossypol was not detected in the longissimus muscle of lambs fed several forms of cottonseed. **Animal Production Science**, Clayton, v. 55, n. 6, p. 812-817, 2015.

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.

YAMAMOTO, Y.; FUJISAWA, A.; HARA, A.; DUNLAP, W. C. An unusual vitamin E constituent provides enhanced antioxidant protection in marine organisms adapted to cold water environments. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, v. 98, p. 13144-13148, 2001.

YANG, A.; LARSEN, T. W.; SMITH, S. B.; TUME, R. K. Delta 9 desaturase activity in bovine subcutaneous adipose tissue of different fatty acid composition. **Lipids**, Heidelberg, v. 34, p. 971-978, 1999.

YANG, A.; LANARI, M. C.; BREWSTER, M.; TUME, R. K. Lipid stability and meat colour of beef from pasture- and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. **Meat Science**, Barking, v. 60, p. 41–50, 2002.

ZEOULA, L. M.; GERON, L. J. V. Vitamins. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal, SP: Funep, 2006. 583 p.

ZHANG, W.; XU, Z.; PAN, X.; YAN, X.; WANG, Y. Advances in gossypol toxicity and processing effects of whole cottonseed in dairy cows feeding. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 111, p. 1–9, 2007.

### **3 QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS NELORE ALIMENTADOS COM CAROÇO DE ALGODÃO INTEGRAL E VITAMINA E, POR DIFERENTES PERÍODOS DE CONFINAMENTO**

## RESUMO

### **Qualidade da carne de bovinos Nelore alimentados com caroço de algodão integral e vitamina E, por diferentes períodos de confinamento**

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de dietas contendo 30% de caroço de algodão na MS com e sem adição de vitamina E na dieta de bovinos abatidos aos 83, 104 e 111 dias de confinamento sobre as características da carcaça e qualidade da carne (rendimento de carcaça, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea, índice de marmorização, vida de prateleira por 0, 2, 4, 6 dias, força de cisalhamento, perdas por cocção, extrato etéreo e perfil de ácidos graxos da carne). Foram utilizados 54 bovinos da raça Nelore, machos, não castrados, com média de 350 kg  $\pm$  30 kg de peso vivo inicial e 24 meses de idade, divididos em três grupos de acordo com o peso vivo inicial e distribuídos em três dietas: dieta sem inclusão de caroço de algodão (C), dieta contendo 30% MS de caroço de algodão (CA) e dieta contendo 30% MS de caroço de algodão e 500 UI de vitamina E/kg de matéria seca da ração (CAE). As dietas empregadas foram compostas de diferentes concentrados, incluindo milho grão seco, polpa cítrica, bagaço de cana cru e farelo de soja, com relação volumoso:concentrado de 14:86 e média de 16% PB nas três dietas. O experimento foi em arranjo fatorial 3 x 3, considerando três dietas e três períodos de confinamento, totalizando 9 tratamentos. Os animais que permaneceram em confinamento por mais tempo apresentaram maior rendimento de carcaça (56,33%) e carnes mais macias (3,02 kg). As dietas CA e CAE resultaram em menor força de cisalhamento (3,15 e 3,31 kg, respectivamente). Não foi observado diferenças para o teor de extrato etéreo e marmorização da carne entre os tratamentos. A inclusão de vitamina E se mostrou indiferente para os parâmetros de cor e TBARS em relação à dieta CA. A inclusão do caroço de algodão em dietas para bovinos não influenciou no teor de ácidos graxos saturados, porém aumentou os teores de alguns ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) nas carnes. Por outro lado, houve um aumento linear nos níveis de ácidos graxos saturados (AGS) a medida que aumentaram os dias de confinamento. O caroço de algodão mostrou ser uma ótima alternativa para melhorar as características físico-químicas da carne e seu perfil de ácidos graxos, já a inclusão de 500 UI de vitamina E não se mostrou eficiente para as características estudadas.

Palavras-chave: Oxidação lipídica. TBARS. Alfa tocoferol. Perfil de ácidos graxos.

## ABSTRACT

### **Meat quality of Nellore cattle fed whole cottonseed and vitamin E, for different periods of feedlot**

The objective of this study was to evaluate the effect of inclusion of diets containing 30% cottonseed in DM with and without the addition of vitamin E on diet of cattle slaughtered at 83, 104 and 111 days in feedlot on carcass characteristics and meat quality (carcass yield, rib eye area, fat thickness, marbling content, shelf life at 0, 2, 4, 6 days, shear force, cooking losses, ether extract and fatty acid profile of meat). Were used 54 Nellore bulls with an initial weight of about 350 kg  $\pm$  30 kg and 24 months of age, divided in three groups according to the initial weight and distributed in three diets: diet without whole cottonseed (C), diet containing 30% DM cottonseed (WCS), and diet containing 30% DM cottonseed and 500 IU of vitamin E / kg dry matter of feed (WCSE). The diets were composed of different concentrates, including dry corn grain, citrus pulp, raw sugarcane bagasse and soybean meal, with forage:concentrate ratio of 14:86 and an average of 16% CP in the three diets. The experiment was a 3 x 3 factorial arrangement, considering three diets and three periods of feedlot, a total of nine treatments. The animals that remained more time in feedlot had higher carcass yield (56.33%) and tenderer meats (3.02 kg). CA diets and CAE had lower shear force (3.15 and 3.31 kg, respectively). There was no difference for the ether extract content and marbling of meat among treatments. The inclusion of vitamin E was indifferent to the color parameters and TBARS in relation to diet CA. The inclusion of cottonseed in diets to cattle did not influence the saturated fatty acid (SFA) content, but increased some polyunsaturated fatty acids (PUFA) in meats. On the other hand, when increased the days of feedlot, there was a linear increase in the levels of SFA. The cottonseed showed to be a great alternative to improve the physical and chemical characteristics of the meat and its fatty acid profile, but the addition of 500 IU of vitamin E was not efficient for traits studied.

Key words: Lipid oxidation. TBARS. Alpha tocoferol. Fatty acid profile.

### 3.1 INTRODUÇÃO

No Brasil a bovinocultura de corte é de suma importância no cenário do agronegócio, exporta cerca de 80 mil toneladas de carne *in natura* ao mês, ocupando o lugar de maior exportador de carne bovina e o segundo maior produtor de carne (USDA, 2015). Porém, o segmento da cadeia da pecuária bovina tem sido desafiado a produzir carne de forma cada vez mais eficiente, com qualidade superior e características diferenciadas, a fim de atender as exigências do mercado consumidor, consolidar e ampliar o mercado externo.

Nos últimos anos houve um aumento na conscientização da população em relação aos alimentos consumidos, bem estar e saúde, como por exemplo, os riscos para doença cardiovascular, dietas ricas em gorduras saturadas, colesterol e sal (HOFFMAN et al., 2005; HOCQUETTE et al., 2012).

De acordo com Mir et al. (2003), a carne bovina pode ser considerada como um alimento funcional, proporcionando nutrientes, como proteína de boa qualidade, vitaminas B6 e B12, niacina e alta disponibilidade de ferro e zinco. Entretanto, a composição da gordura da carne de ruminantes tem sido vista por alguns pesquisadores como prejudicial à saúde humana, principalmente devido o elevado teor de ácidos graxos saturados (BESSA, 1999), que são considerados um fator de risco na formação da aterosclerose, obesidade e certos tipos de câncer (MENSINK et al., 2003).

A gordura intramuscular presente na carne bovina consiste proporcionalmente em média de 0,45-0,48 de ácidos graxos saturados (AGS), 0,35-0,45 ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e até 0,05 de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI). A razão de ácidos graxos poli-insaturados:saturados (AGPI: AGS) da carne é geralmente baixa, em torno de 0,1, exceto para animais muito magros (<1% de gordura intramuscular), onde a razão AGPI: AGS é mais elevada ~ 0,5-0,7 (SCOLLAN et al., 2006).

Neste sentido, estratégias têm sido desenvolvidas até hoje para modificar a composição da carne bovina e reduzir a incidência de doenças cardiovasculares em humanos, como a redução de lipídeos totais e ácidos graxos saturados (BREIDENSTEIN, 1985).

Estudos demonstram que o tipo da dieta fornecida aos ruminantes pode alterar a composição de ácidos graxos da carne (KEMP et al., 1981; WOODS; FEARON, 2009). A suplementação de ingredientes ricos em ácidos graxos poli-insaturados, como o caroço de algodão, na terminação de bovinos pode melhorar a composição de ácidos graxos da carne, aumentando a concentração de ácido linoléico conjugado (CLA) e ácidos graxos insaturados



(OLIVEIRA et al., 2011; SHINGFIELD et al., 2013) possibilitando o consumo de produtos de origem animal mais saudáveis ao ser humano.

Por outro lado, altos níveis de ácidos graxos insaturados na carne aceleram o processo de oxidação lipídica, ocasionando descoloração, desenvolvimento de odores, sabores e compostos tóxicos na carne, além de comprometer a validade do produto, provocando uma redução na aceitação pelos consumidores (GRAY et al., 1996).

A vitamina E é um dos antioxidantes mais utilizados na produção animal (SRETENOVIC et al., 2007). Caracteriza-se por ser uma vitamina lipossolúvel que atua nos tecidos animais *post mortem*, reduzindo a deterioração oxidativa da carne (WOOD; ENSER, 1997). A vitamina E não é degradada no rúmen (LEEDLE et al., 1993) e é depositada nas membranas celulares do músculo e no tecido adiposo (LIU et al., 1995), seu composto mais ativo é o  $\alpha$ -tocoferol, que protege o caroteno e outros materiais oxidáveis nos alimentos e no corpo (COMBS JR, 2012).

De acordo com Faustman et al. (1998), a suplementação de vitamina E na dieta de bovinos resultou em maior estabilidade da cor e dos lipídeos em carnes frescas, propiciando um aumento na vida de prateleira, por meio dos níveis elevados de  $\alpha$ -tocoferol no músculo (ARNOLD et al., 1993).

No entanto, não há estudos sobre os efeitos da alimentação de caroço de algodão, juntamente com a vitamina E, em diferentes períodos de confinamento sobre as características de qualidade da carne bovina. O período de confinamento pode alterar a deposição e a composição de ácidos graxos na carne dos animais. Duckett et al. (1993), ao confinar bovinos Angus x Hereford abatidos em intervalos de 28 dias, durante um período de 196 dias, notaram uma diminuição linear de 72% na concentração de ácidos graxos poli-insaturados ao longo do período de terminação, enquanto que os ácidos graxos monoinsaturados da carne aumentaram em 22%.

Greene et al. (1989); Williams et al. (1989) e May et al. (1992) notaram que houve um aumento linear no rendimento de carcaça e espessura de gordura subcutânea das carcaças de bovinos, ao aumentar o período de alimentação dos animais, com dieta rica em concentrado.

Sabendo-se dos efeitos isolados do caroço de algodão e do período de confinamento sobre a qualidade e composição da carne, torna-se necessário o estudo da interação entre estes efeitos. Portanto, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de caroço de algodão e de vitamina E na dieta de bovinos Nelore, abatidos aos 83, 104 e 111 dias de confinamento sobre as características de carcaça e a qualidade da carne.

## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 Local

O experimento foi realizado nas instalações de confinamento da Prefeitura do Campus Fernando Costa da Universidade de São Paulo, em Pirassununga.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, protocolo 500393.

### 3.2.2 Animais e Alimentação

Foram utilizados 54 bovinos, Nelore, machos, não castrados, com idade média de 24 meses e peso vivo inicial de aproximadamente 350 kg. Os animais foram identificados, pesados, vacinados e submetidos a controle sanitário contra parasitas antes do período experimental.

Os bovinos foram divididos em três grupos, de acordo com o peso vivo inicial e posteriormente distribuídos em baias semicobertas, três a três, submetidos à adaptação de 21 dias. Durante este período, o concentrado foi aumentado gradualmente, até atingir os níveis previstos nos tratamentos.

Foram utilizadas três dietas: 1) Dieta sem inclusão de caroço de algodão (C), 2) dieta contendo 30% da MS de caroço de algodão (CA) e 3) dieta contendo 30% da MS de caroço de algodão e 500 UI de vitamina E/kg de matéria seca da ração (CAE) (Tabela 1).

A relação volumoso:concentrado foi de 14:86, sendo o bagaço de cana de açúcar a fonte de volumoso da dieta, e o concentrado composto de milho grão seco, polpa cítrica, caroço de algodão e farelo de soja. A dieta foi fornecida uma vez ao dia pela manhã *ad libitum*. A vitamina E utilizada foi a "Lutavit E 50" da BASF, composta por 50% de alfa tocoferol acetato.

Os animais permaneceram confinados e foram abatidos aos 83, 104 e 111 dias de confinamento, de acordo com os grupos pré-estabelecidos no início do experimento, os

animais mais pesados foram abatidos aos 83 dias e os mais leves aos 111 dias de confinamento.

Tabela 1- Ingredientes e composição química das dietas

Item	Dieta <sup>1</sup>		
	C	CA	CAE
Ingrediente (%MS)			
Caroço de algodão	-	30,47	30,47
Milho moído	57,22	28,14	28,14
Polpa cítrica peletizada	18,3	18,3	18,3
Bagaço de cana desidratado	13,42	13,42	13,42
Farelo de soja 45%	8,17	8,17	8,17
Mistura mineral <sup>2</sup>	0,6	0,6	0,6
Calcário	0,4	0,4	0,4
Ureia	1,37	0,27	0,27
Vitamina E (UI/kg MS)	-	-	500
Composição química(% MS)			
Matéria seca (% matéria natural)	89,19	91,04	91,04
Proteína bruta	15,19	16,7	16,7
Extrato etéreo	3,74	8,32	8,32
Fibra detergente neutro	23,46	35,74	35,74
Fibra detergente ácido	17,1	26,5	26,5
Lignina	5,53	13,69	13,69
Ca	1,57	1,82	1,82
P	1,27	1,47	1,47
Energia bruta (cal/ kg MS)	4007,03	4398,01	4398,01

<sup>1</sup>C: sem adição de caroço de algodão, CA: Dieta contendo caroço de algodão e CAE: Dieta contendo caroço de algodão e vitamina E (50% acetato de alfa tocoferol).

<sup>2</sup>estimativa da quantidade dos ingredientes na mistura mineral assumindo-se que o fosfato bicálcico, o cloreto de sódio e os sulfatos de cobalto e de cobre tenham 18, 40, 21 e 25% de P, Na, Co, e Cu, respectivamente.

### 3.2.3 Índice de peróxidos e de acidez, gossipol livre, gossipol total e aflatoxinas totais

Foi avaliada a composição do caroço de algodão por meio das análises de índice de peróxidos e de acidez, gossipol livre, gossipol total e aflatoxinas totais, realizadas no Laboratório de Análises Químicas (LABTEC), em Hortolândia, SP.

O índice de peróxido foi determinado de acordo com a metodologia descrita pela Associação Nacional dos Fabricantes de Alimentos para Animais (ANFAL), utilizando amido

1% como indicador, com resultados expressos em mEq/kg. O índice de acidez foi determinado utilizando solução alcoólica indicadora de fenolftaleína 1%, conforme ANFAL e os resultados foram expressos em mgNaOH/g de amostra. Para a determinação de gossipol livre e gossipol total, as análises foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por Meyer, Voster e Dubery (2004), por meio de cromatografia líquida de alta eficiência, Shimadzu 10 AVP HPLC, modelo 10 AT. Na extração do gossipol foi utilizado acetonitrila, sendo que a identificação e taxa de recuperação do gossipol foram feitas por comparação com um padrão conhecido de gossipol, com 99% de pureza (Sigma-Aldrich, Roole, UK). Os teores de aflatoxina total foram determinados a partir de “kits” comerciais RIDA QUICK (R-Biopharm), sendo este um teste imuno cromatográfico qualitativo, capaz de detectar contaminações iguais ou superiores a 4ppb, utilizando o metanol 70% como solvente.

Não foram detectados índice de peróxido e aflatoxina total no caroço de algodão utilizado nas dietas do presente experimento, indicando qualidade do ingrediente fornecido. O caroço de algodão não deve ultrapassar o valor de 8 mEqNaOH/g e 4 ppb para índice de peróxido e aflatoxina total, respectivamente.

O índice de acidez encontrado no caroço de algodão foi de 1,76 mg NaOH/g. Portanto, observou-se boa condição de armazenamento e conservação do caroço de algodão.

Os teores para gossipol livre e gossipol total observados foram de 1756 mg/kg e 18034 mg/kg, respectivamente. O valor de gossipol varia de acordo com a espécie do caroço de algodão, sendo encontrados valores entre 0,6% e 2% na maioria das sementes de algodão utilizados (BENBOUZA et al., 2002).

### **3.2.4 Abate desossa e coleta das amostras**

Os animais permaneceram em jejum hídrico por 18 horas antes de cada abate, o mesmo foi realizado de acordo com os padrões do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA, no Abatedouro Escola da Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga. As carcaças foram resfriadas em câmara frigorífica por 24 horas a 2°C, para estabelecimento de *rigor mortis*.

Foram calculados o rendimento de carcaça quente (RC%) e pH final (pH) 24 horas após o abate. Durante a desossa foi avaliado, no músculo *Longissimus lumborum*, entre a 12ª

e 13ª costelas das meias carcaças esquerdas, a área de olho de lombo (AOL cm<sup>2</sup>), espessura de gordura subcutânea (EGS mm) e a marmorização.

Durante a desossa foram colhidas amostras do músculo *Longissimus lumborum* de cada meia carcaça esquerda de cada animal, para análises de vida de prateleira (0, 2, 4 e 6 dias) e estabilidade oxidativa (TBARS). Cada amostra foi embalada individualmente em bandejas de poliestireno, cobertas com filme (polivinil cloreto) PVC, submetidas a condições de varejo. Os demais bifês foram identificados, embalados a vácuo individualmente e congelados a -20 °C, para análises de extrato etéreo e perfil de ácidos graxos. Foram retirados bifês para maciez objetiva e perdas por cocção, que foram maturados previamente por 14 dias a 2 °C.

### **3.2.5 Rendimento de carcaça quente**

O rendimento de carcaça (RC%) foi calculado por meio dos dados obtidos através da relação entre o peso de carcaça quente e o peso vivo dos animais ao abate, em porcentagem.

### **3.2.6 Área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea**

Para a área de olho de lombo (AOL cm<sup>2</sup>) e espessura de gordura subcutânea (EGS mm) do músculo *Longissimus lumborum*, a meia carcaça esquerda foi cortada entre a 12ª e a 13ª costela e as medições foram realizadas com o auxílio de uma régua quadriculada específica, com escala em cm<sup>2</sup>, pelo método de quadrante de pontos. A referência para avaliar a EGS, em mm, foi em  $\frac{3}{4}$  da distância entre a parte medial da espinha dorsal e a parte lateral da AOL.

### **3.2.7 Índice de Marmorização**

A avaliação da marmorização foi realizada no músculo *Longissimus lumborum*, por meio de uma análise de escore visual subjetivo (USDA QUALITY GRADE, 1999), com a existência de depósitos de gordura entre as fibras musculares no músculo *Longissimus*

*lumborum*, cuja classificação foi determinada por um escore. Os graus em ordem decrescente de qualidade consistem em “prime”, correspondente ao escore numérico de 8 a 9,9 (dividido em “Slightly Abundant” e “Moderately Abundant”), “choice”, dentro do escore de 5 a 7,9 (dividido em “Small”, “Modest” e “Moderate”), “select”, correspondente de 4 a 4,9 (dividido em “Slight”) e “standard”, de 2 a 3,9 (dividido em “Practically Devoid” e “Traces”; WILSON et al., 1998).

### **3.2.8 Vida de prateleira e TBARS**

Na desossa foram coletadas amostras do músculo *Longissimus lumborum* de cada animal, quatro amostras com aproximadamente 1,5 cm de altura do bife, para análise de vida de prateleira. Cada amostra foi embalada individualmente em bandejas de poliestireno e cobertas com filme PVC (polivinil cloreto), mantidas entre 0 a 5°C, por zero, 2, 4 e 6 dias, simulando condições de varejo, com temperatura e luminosidade controladas. Ao final de cada período foi avaliado o pH, com um pHmetro digital com sondas de penetração (marca HANNA – modelo HI 99163), e cor, utilizando o colorímetro Minolta Chroma Meter, iluminante D65 e ângulo de observação 10 graus. Os parâmetros avaliados foram L\*, a\* e b\* do sistema CIE Lab, onde L\* representa a luminosidade (0 preto, 100 branco), a\* é o croma que varia de verde (-) e vermelho (+) e b\* intensidade do azul (-) e amarelo (+) (HOUBEN et al., 2000). A leitura foi realizada na superfície de cada amostra em três diferentes pontos do bife, considerando a média como valor determinado.

Em seguida estas amostras foram reembaladas e congeladas a -20°C, para posterior análise de TBARS. As análises de TBARS foram determinadas por substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, onde o valor de TBARS (mg de malonaldeído/kg de amostra), por meio do método descrito por Vyncke (1970), Vyncke (1975), Sorensen e Jorgensen (1996).

### **3.2.9 Força de cisalhamento e perdas por cocção**

Para a determinação da força de cisalhamento (FC), os bifos foram assados de acordo com os procedimentos realizados segundo a AMSA (1995). As amostras foram assadas em

forno elétrico a 170°C, até atingirem a temperatura interna no bife de 72°C. As temperaturas internas foram analisadas por meio de um sistema de termopares com termômetros individuais, que foram inseridos nos bifes até sua parte central. Após assados e frios, os bifes foram embalados individualmente e estocados em refrigerador doméstico por 24 horas. Em seguida, foram retirados seis cilindros de 12 mm de diâmetro de cada amostra, com um vazador elétrico (WHEELER et al., 2001). A FC (kg) foi determinada com aparelho Warner-Bratzler Shear force, considerando para cada amostra a média dos seis cilindros.

Durante o cozimento das amostras foram coletados os dados necessários para o cálculo de perdas por cocção (PPC), determinadas conforme Koohmaraie, Wheeler e Shakelford (1994). As amostras foram colocadas em bandejas de alumínio individuais previamente taradas, e pela diferença de peso antes e depois do cozimento [ $PPC = (P_i - P_f) / P_i$ ], foi determinado a perda por cocção, expressa em %.

### **3.2.10 Extrato etéreo**

As amostras foram descongeladas e previamente moídas em um processador de alimentos, acondicionadas em placa de Petri, liofilizadas por 24 horas e trituradas em gral com pistilo. Em seguida foram pesadas 2g de cada amostra e embaladas em papel filtro quantitativo (Nalgon tipo 3551), submetidos a extração de gordura em aparelho tipo Soxhlet com éter de petróleo, conforme metodologia descrita por AOAC (960.39, 2000). As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da FMVZ/USP.

### **3.2.11 Perfil de ácidos graxos**

O total de lipídeos da amostra foi extraído usando uma mistura de clorofórmio-metanol 2:1 (FOLCH et al., 1957). Após a extração, 10 mg de lipídeos foram metilados utilizando reagentes ácidos (HCl metanoico) e básicos (metóxido de sódio) de acordo com Kramer et al. (1998). O ácido tricosanóico (23:0) foi utilizado como padrão interno, adicionado antes da metilação para fins quantitativos. Os ésteres de metil de ácidos graxos (FAMES) foram analisados por GC/FID (Agilent Technologies 7890A) usando a coluna

SP2560 de 100m em dois programas de temperatura distintos, 175°C e 150°C (KRAMER et al., 2008). Para determinar os isômeros dos ácidos conjugados linoleico (CLA's), foi utilizada a coluna iônica SLB-IL111 (DELMONTE et al., 2011). A identificação dos ácidos graxos foi baseada no tempo de retenção. Foram utilizados os padrões externos como referência (NuCheck, Supelco, Matreya, Larodan) descritos por Aldai et al. (2013). A concentração de cada ácido graxo foi expressa em % do total de AG. O perfil de ácidos graxos foi realizado no Lactiker, laboratório da Universidade do País Basco.

### **3.2.12 Análise estatística dos resultados**

Os dados foram analisados considerando um delineamento em blocos ao acaso. No modelo foi incluído o efeito fixo do tratamento (C, CA, CAE) e dias de confinamento e as respectivas interações. Os dados foram analisados por meio do programa SAS, procedimento PROC MIXED, que utiliza o método de máxima verossimilhança restrita para obter as soluções dos efeitos fixos e aleatórios (resíduo). As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Os dados da análise de perfil de ácidos graxos foram previamente analisados a fim de verificar sua homogeneidade. Foi considerado também um modelo linear incluindo dietas, dias de confinamento e interação como modelo fixo. Análise de contrastes ortogonais foi realizada para avaliar a tendência (linear/quadrática) da concentração de cada teor de ácido graxo em função dos dias de confinamento, analisados pelo IBM SPSS Statistics 20.

## **3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.3.1 Características de carcaça**

Não foi observada interação entre dietas x dias de confinamento para rendimento de carcaça quente (RC), área de olho de lombo (AOL) e marmorização (Marm) ( $P > 0,05$ ). O rendimento de carcaça quente foi influenciado somente pelos dias de confinamento ( $P < 0,05$ ). Os bovinos abatidos aos 111 dias de confinamento tiveram maior rendimento de carcaça (56,3%), que os abatidos aos 83 dias (54,6%), já os animais abatidos aos 104 dias permaneceram na média, não diferenciando dos demais dias de confinamento (55,0%; Tabela



2). O peso de carcaça quente, qualidade e rendimento de carcaça, e escore de marmorização melhoram à medida que se estende o período de alimentação dos animais (SANTOS, 2011).

A AOL diferiu apenas entre as dietas fornecidas ( $P < 0,0001$ ) (Tabela 2). Os animais alimentados com caroço de algodão (CA e CAE) apresentaram maior AOL, 64,1 cm<sup>2</sup> e 67,0 cm<sup>2</sup>, respectivamente, não diferindo entre si, enquanto os animais do grupo C obtiveram apenas 54,5 cm<sup>2</sup> de AOL. As diferenças entre as AOL estão relacionadas ao maior peso de carcaça quente dos animais alimentados com caroço de algodão, que obtiveram uma média de 274,0 kg, enquanto que os animais do grupo C apresentaram 211,6 kg de carcaça quente (dados não apresentados), proporcionando maior rendimento de cortes comestíveis.

Aferri et al. (2005) observaram 66,9 cm<sup>2</sup> de AOL em bovinos alimentados com 21% de caroço de algodão na dieta, valor de AOL acima do encontrado nos animais alimentados com CA e próximo daqueles alimentados com CAE do presente estudo, demonstrando que o uso do caroço de algodão contribui significativamente para maior AOL. Além das dietas com caroço de algodão possuírem maior densidade energética, elas não diminuíram o consumo de alimento dos animais, portanto, maior disponibilidade de nutrientes para deposição de carcaça.

Tabela 2 - Características de carcaça de bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais, e abatidos aos 83, 104 e 111 dias de confinamento

Característica <sup>1</sup>	Dieta <sup>2</sup>			EPM	P	Dias de confinamento			EPM	P
	C	CA	CAE			83	104	111		
RC (%)	54,94	55,55	55,44	0,433	0,573	54,61 <sup>b</sup>	55,00 <sup>ab</sup>	56,33 <sup>a</sup>	0,433	0,019
AOL (cm <sup>2</sup> )	54,55 <sup>b</sup>	64,11 <sup>a</sup>	67,00 <sup>a</sup>	1,821	<0,001	64,11	60,94	60,61	1,821	0,333
Marm <sup>3</sup>	4,05	4,08	4,08	0,043	0,871	4,08	4,13	4,00	0,043	0,082

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, indicam que houve diferença pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). EPM: Erro padrão da média.

<sup>1</sup>RC: rendimento de carcaça quente; AOL: área de olho de lombo; Marm: marmorização.

<sup>2</sup>C: sem adição de caroço de algodão, CA: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e CAE: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e 500 UI vitamina E (50% acetato de alfa tocoferol).

<sup>3</sup>Prime (8-9,9); Choice (5-7,9); Select (4-4,9) e Standard (2-3,9).

A marmorização não foi influenciada pela dieta nem pelos dias de confinamento ( $P > 0,05$ ). As médias para os dias de confinamento foram de 4,08, 4,13 e 4,00 para 83, 104 e 111 dias, respectivamente (Tabela 2). O tecido adiposo é o último tecido a ser depositado de acordo com a curva de crescimento animal, e sua formação ocorre primeiramente na gordura interna (abdominal, renal-igüinal e pélvica), seguida da intermuscular, subcutânea e por último a intramuscular (PETHICK et al., 2001). O curto intervalo entre os dias de confinamento e a idade semelhante dos animais não influenciaram os resultados.

As maiores alterações nos escores da gordura intramuscular ocorrem devido ao tipo de terminação adotado, sendo que animais terminados com dietas ricas em grãos tendem apresentar maiores escores de gordura de marmorização que animais terminados com dietas a base de forragens (GEORGE, 2002; PETHICK et al., 2002). Visto que as três dietas avaliadas eram ricas em grãos, não foi possível observar diferenças na marmorização. Entretanto, esta característica não é influenciada apenas pela fase de terminação, Miller et al. (1997) relatou que a restrição energética durante a fase de crescimento afetou negativamente a deposição de gordura intramuscular.

Domingues et al. (2015), ao avaliar dois tipos de milho, o milho convencional e o milho selecionado geneticamente com alto teor de óleo, adicionados em níveis crescentes a dietas de bovinos Nelore (25, 40, 55% da MS) não observaram diferenças na marmorização das carnes.

Houve interação entre dietas x dias de confinamento, somente para a espessura de gordura subcutânea (EGS) ( $P < 0,05$ ), os animais alimentados com CA e abatidos aos 111 e 104 dias de confinamento, além dos animais do grupo CAE abatidos aos 111 dias, tiveram maior EGS, 4,67 mm, 4,50 mm e 4,50 mm, respectivamente. Por outro lado, as carnes dos animais do grupo C abatidos aos 111 dias apresentaram a pior EGS, com apenas 1,33 mm (Tabela 3).

Tabela 3 - Espessura de gordura subcutânea do músculo *Longissimus lumborum* de bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais, e abatidos aos 83, 104 e 111 dias de confinamento

Dias de confinamento	Dieta <sup>1</sup>			EPM	P
	C	CA	CAE		
83	2,50 <sup>aA</sup>	3,17 <sup>aB</sup>	2,17 <sup>aB</sup>	0,465	0,007
104	2,17 <sup>bA</sup>	4,50 <sup>aA</sup>	3,17 <sup>abB</sup>	0,465	
111	1,33 <sup>bA</sup>	4,67 <sup>aA</sup>	4,50 <sup>aA</sup>	0,465	

Médias seguidas de letras minúsculas diferem na mesma linha, letras maiúsculas diferem na mesma coluna, indicam que houve diferença pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

EPM: Erro padrão da média.

<sup>1</sup>C: sem adição de caroço de algodão, CA: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e CAE: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e 500 UI vitamina E (50% acetato de alfa tocoferol).

May et al. (1992) ao alimentar bovinos Angus x Hereford com dieta rica em concentrado abatidos em intervalos de 28 dias, durante 196 dias, observaram um aumento linear da EGS ao longo dos dias de alimentação. A espessura da gordura subcutânea (EGS) pode ser considerada adequada apenas para as dietas contendo caroço de algodão, segundo

Luchiari Filho (2000), para ser considerada de boa qualidade, uma carcaça deve possuir espessura mínima de gordura de 3 mm. Animais alimentados com rações contendo maiores níveis energéticos tendem a depositar maior quantidade de gordura subcutânea, quando comparados a animais recebendo dietas com menores níveis de energia (COSTA et al., 2005).

### 3.3.2 Vida de prateleira e TBARS

Não houve interação entre dietas x dias sob condições de varejo ( $P > 0,05$ ) para a cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), assim como para o pH e TBARS. Entretanto, estes fatores foram estudados separadamente.

O  $L^*$  não foi influenciado pelas dietas ( $P > 0,05$ ). Esperava-se que a adição de vitamina E nos animais resultassem em valores menores de  $L^*$  nas carnes, sugerindo maior proteção das membranas fosfolipídicas, impedindo a exsudação, e conseqüentemente, valores mais baixos de  $L^*$ , fato não observado neste estudo. No entanto, foi observado efeito de dietas para  $a^*$  e  $b^*$ , para o pH e TBARS ( $P < 0,05$ ) da carne (Tabela 4).

Os animais que receberam CA e CAE tiveram a carne com valores semelhantes de  $a^*$ , sem diferença entre si. Portanto, a vitamina E não foi efetiva para esta característica. O mesmo foi observado para o croma  $b^*$ .

Porém, os animais alimentados com a dieta C apresentaram carnes com valores de  $a^*$  e  $b^*$  mais elevados, quando comparados à CA e CAE. Entretanto, os valores de  $a^*$  observados no presente estudo se encontram adequados, Muchenje et al. (2009) relatou que o valor de  $a^*$  deve variar entre 11,1-23,6. No entanto, os valores para  $b^*$  estão acima do previsto (6,1-11,3). Os elevados valores de  $b^*$  observados estão associados aos altos valores de EE deste trabalho, ao aumentar o teor de gordura na carne eleva-se o valor de  $b^*$ .

Costa et al. (2013) não verificaram alterações na luminosidade, intensidade do vermelho e do amarelo das amostras, ao utilizar 0, 14,35, 27,51, 34,09% de caroço de algodão em dietas para bovinos Nelore. O mesmo foi observado por Oliveira et al. (2012), ao alimentar bovinos Nelore com lipídeos protegidos não relataram nenhuma alteração para as características de cor. Além disso, ao suplementar bovinos confinados com 0, 350, 700 e 1400 UI de  $\alpha$ -tocoferol por 120 dias, Nassu et al. (2011) não observaram diferença entre os níveis de vitamina E para a coloração da carne.

O pH foi influenciado pelas dietas, em que animais alimentados com a dieta C tiveram carne com pH mais elevado, em relação àqueles bovinos que receberam CA e CAE. No entanto, não foi observada diferença entre CA e CAE (Tabela 4). Vale ressaltar que os valores de pH, independente dos tratamentos, foram considerados adequados, estabelecidos na literatura, como indicador de qualidade (BENDALL, 1973; ABERLE, 2001).

Segundo Pereira et al. (2008), a suplementação de vitamina E na dieta não alterou o pH da carne de bovinos Nelore alimentados com 1000 mg de acetato alfa tocoferol. Do mesmo modo, Dufrasne et al. (2000) também não encontraram diferenças de pH até 48 horas após o abate entre os animais que tiveram acesso a dieta com vitamina E, quando comparados à dieta controle.

Em relação ao TBARS, as carnes dos animais alimentados com a dieta C apresentaram maior oxidação lipídica, diferindo daqueles grupos que receberam CA e CAE (Tabela 4). Por outro lado, as dietas contendo caroço de algodão foram semelhantes, sugerindo que a vitamina E não foi eficaz em prevenir a deterioração lipídica. Estes resultados não são esperados, já que a carne dos animais não apresentaram diferenças para o total dos ácidos graxos poli-insaturados (Tabela 7).

Em estudo semelhante, Costa et al. (2013) não observaram diferenças na oxidação da carne de bovinos alimentados com níveis crescentes de caroço de algodão (0, 14,35, 27,51 e 34,09%). Portanto, os resultados sugerem que não há relação entre o uso de caroço de algodão na dieta bovina com o processo de oxidação lipídica da carne. Portanto, a utilização de 500 UI de vitamina E no presente experimento, não foi efetiva, sendo desnecessária para a estabilidade lipídica da carne.

Tabela 4 - Cor (L\*, a\* e b\*), pH e TBARS do músculo *Longissimus lumborum* de bovinos Nelore alimentados com as dietas eperimentais, expostas sob condições de varejo por 0, 2, 4 e 6 dias

Característica	Dieta <sup>1</sup>			EPM	P
	C	CA	CAE		
L*	34,49	34,46	34,23	0,57	0,924
a*	16,22 <sup>a</sup>	14,21 <sup>b</sup>	14,08 <sup>b</sup>	0,44	0,001
b*	16,31 <sup>a</sup>	15,08 <sup>b</sup>	15,03 <sup>b</sup>	0,83	0,003
pH	5,52 <sup>a</sup>	5,44 <sup>b</sup>	5,46 <sup>b</sup>	0,11	0,018
TBARS <sup>2</sup>	0,85 <sup>a</sup>	0,78 <sup>b</sup>	0,77 <sup>b</sup>	0,35	<0,001

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, indicam que houve diferença pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). EPM: Erro padrão da média.

<sup>1</sup>C: sem adição de caroço de algodão, CA: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e CAE: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e 500 UI vitamina E (50% acetato de alfa tocoferol).

<sup>2</sup>TBARS= substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico, expresso em mg de malonaldeído/kg de amostra.

Observou-se adicionalmente o efeito de dias sob condição de varejo ( $P < 0,01$ ), apresentado na tabela 5, para as características de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), pH e TBARS.

De maneira geral, a avaliação do pH auxilia na detecção de possíveis alterações na carne, tais como *dark firm and dry* (DFD). A média do pH em relação aos dias sob condição de varejo foram maiores nos dias 0 e 2, quando comparadas aos 4 e 6 dias, indicando que quanto maior o tempo da carne sob condições de varejo, mais ácido é o pH. Contudo, é importante observar que os valores de pH permaneceram ao redor de 5,5, adequados, para manter o padrão de qualidade da carne fresca.

Em relação a cor e os dias sob condição de varejo, os parâmetros de cor aumentaram ligeiramente ao longo do tempo de exposição. Para a característica  $L^*$ , o aumento dos valores refere-se à presença de líquido na superfície da carne, na qual resulta neste aumento de valor. Sanders et al. (1997) observaram que ao decorrer dos dias sob condição de varejo também houve um aumento na coloração da carne, mostrando-se mais brilhante. Porém, de acordo com os resultados obtidos para o croma  $L^*$ , sugere-se que a carne não sofreu desidratação de modo geral, já que não apresentou valores acima de 41, valor máximo esperado para esta característica (MUCHENJE et al., 2009).

Os valores de  $a^*$  foram mais elevados ao segundo e quarto dia de exposição, enquanto que  $b^*$  apresentou aumento somente no quarto dia, no entanto, Jeremiah e Gibson (2001) avaliaram a cor dos cortes cárneos embalados a vácuo ou com dióxido de carbono por até 24 semanas de estocagem e concluíram que as carnes perdiam sua intensidade vermelha ao decorrer do tempo de armazenamento, independente da temperatura de estocagem ( $-1,5^{\circ}\text{C}$ ,  $2^{\circ}\text{C}$  ou  $5^{\circ}\text{C}$ ), mas esta perda foi progressivamente mais lenta em amostras estocadas em temperaturas mais baixas ( $-1,5^{\circ}\text{C}$ ).

No entanto, a embalagem utilizada neste estudo foi a bandeja de poliestireno coberta com filme PVC (polivinil cloreto), este tipo de embalagem permite o contato do ar atmosférico com a carne, mudando a cor de púrpura para vermelho-cereja brilhante, porém a exposição contínua ao oxigênio provoca a oxidação da mioglobina e resulta em uma cor marrom (BROOKS, 2007). O prazo de validade esperado para este tipo de embalagem, permeável ao ar, é de três a sete dias, dependendo se o produto cárneo é moído ou inteiro. A carne moída vai ter uma vida útil mais curta do que a peça da carne inteira (DELMORE, 2009). De acordo com Siegel (2004), a cor vermelha da carne nesta embalagem dura em média de 2 a 4 dias sob condição de varejo, após este tempo a carne vai ficando marrom, e

ocorre a oxidação lipídica, processo observado pela análise de TBARS, na qual apresentou efeito de tempo ( $P < 0,001$ ; Tabela 5).

Para a carne resfriada, sob condições de varejo, observou-se maiores valores de TBARS aos 6 dias de exposição, independentemente das dietas. Contudo, aos 2 e 4 dias, não foi observada diferença. Sabe-se que a dieta é um dos principais fatores que influenciam a oxidação lipídica (WULF et al., 1995) e que dietas ricas em forragem propiciam maiores níveis de  $\alpha$ -tocoferol na carne dos animais, colaborando na vida de prateleira do produto (JOSE et al., 2008), porém o presente estudo continha apenas dietas ricas em concentrado, o que não favoreceu a estabilidade lipídica e a vitamina E adicionada a dieta não foi efetiva.

Vale ressaltar que o aspecto de sabor de ranço associa-se aos maiores valores de TBARS, superior a 1,0 mg / kg (DIERKS et al., 2014). Todos os tratamentos, independente do uso do caroço ou vitamina E com os cortes mantidos sob condições de varejo apresentaram valores de TBARS inferiores a 1,0 mg / kg até o final do estudo.

Tabela 5 - Cor, pH e TBARS do músculo *Longissimus lumborum* de bovinos Nelore exposto sob condições de varejo por 0, 2, 4 e 6 dias

Característica	Dias sob condições de varejo				P
	0	2	4	6	
L*	32,39 <sup>b</sup> ±0,60	34,49 <sup>a</sup> ±0,45	34,98 <sup>a</sup> ±0,48	35,70 <sup>a</sup> ±0,47	<0,001
a*	13,26 <sup>c</sup> ±0,24	15,79 <sup>a</sup> ±0,31	15,76 <sup>a</sup> ±0,40	14,54 <sup>b</sup> ±0,36	<0,001
b*	12,98 <sup>c</sup> ±0,85	16,32 <sup>ab</sup> ±0,82	16,67 <sup>a</sup> ±0,83	15,91 <sup>b</sup> ±0,82	<0,001
pH	5,55 <sup>a</sup> ±0,11	5,55 <sup>a</sup> ±0,11	5,40 <sup>b</sup> ±0,11	5,40 <sup>b</sup> ±0,11	<0,001
TBARS <sup>1</sup>	0,73 <sup>c</sup> ±0,36	0,81 <sup>b</sup> ±0,36	0,79 <sup>b</sup> ±0,36	0,88 <sup>a</sup> ±0,36	<0,001

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, indicam que houve diferença pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

L\*: luminosidade; a\*: intensidade de vermelho; b\*: intensidade de amarelo

<sup>1</sup>TBARS= substâncias que reagem ao ácido tiobarbitúrico, expresso em mg de malonaldeído/kg de amostra

### 3.3.3 Força de cisalhamento e perdas por cocção

Não houve interação entre dietas x dias de confinamento para a força de cisalhamento (FC), e para a perda por cocção (PPC) ( $P > 0,05$ ). Portanto, os fatores foram observados isoladamente. As dietas fornecidas e os dias de confinamento influenciaram a FC ( $P < 0,05$ ).

As carnes dos bovinos alimentados com CA e CAE foram mais macias, independente do uso da vitamina E, quando comparadas ao grupo controle. Os animais alimentados por mais tempo, 111 dias, tiveram carnes mais macias (3,02 kg), quando comparados àqueles confinados por 83 e 104 dias (4,00 kg e 3,61 kg, respectivamente; Tabela 6).

Tabela 6 - Força de cisalhamento (FC), perda por cocção (PPC) e extrato etéreo (EE) do músculo *Longissimus lumborum* de animais Nelore alimentados com as dietas experimentais, e abatidos aos 83, 104 e 111 dias de confinamento

Característica	Dieta <sup>1</sup>			Dias de confinamento			P	
	C	CA	CAE	83	104	111	Dietas	Dias
FC (kg)	4,18 <sup>a</sup> ±0,15	3,15 <sup>b</sup> ±0,15	3,31 <sup>b</sup> ±0,15	4,00 <sup>a</sup> ±0,15	3,61 <sup>a</sup> ±0,15	3,02 <sup>b</sup> ±0,15	<0,001	<0,001
PPC (%)	28,00 ±0,74	26,29 ±0,74	25,28 ±0,82	26,81 ±0,71	27,28 ±0,79	27,25 ±0,79	0,052	0,065
EE (%)	4,70 ±0,47	6,08 ±0,51	5,55 ±0,47	5,19 ±0,47	6,05 ±0,47	5,08 ±0,51	0,150	0,303

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, indicam que houve diferença pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

<sup>1</sup>C: sem adição de caroço de algodão, CA: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e CAE: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e 500 UI vitamina E (50% acetato de alfa tocoferol).

Andrade et al. (2014) ao suplementar bovinos cruzados, Angus x Nelore, com lipídeo protegido durante a recria e terminação, notaram uma melhoria na força de cisalhamento, independente do tempo de maturação. De acordo com May et al. (1992), a alimentação de bovinos com dietas ricas em energia aumenta a maciez, refletindo em valores menores de força de cisalhamento.

Em experimento com novilhos Angus x Hereford alimentados com dietas ricas em concentrado e abatidos em intervalos de 28 dias, durante 196 dias de confinamento, May et al. (1992) e Duckett et al. (1993) encontraram um aumento linear da maciez até o 84º dia de confinamento, e não observaram melhorias na qualidade da carne de animais alimentados por mais de 112 dias de confinamento. Enquanto que no presente trabalho, os animais abatidos aos 111 dias de confinamento apresentaram carnes mais macias.

Independentemente dos tratamentos, valores abaixo de 4,5 kg são considerados macios (SHACKELFORD et al., 1991). De acordo com os resultados obtidos neste estudo, podemos sugerir que as carnes foram macias por consequência das dietas serem ricas em concentrado e pela utilização de animais jovens.

A PPC não foi influenciada por nenhum dos fatores, dias de confinamento ou dietas ( $P > 0,05$ ), sendo 28%, 26,29% e 25,28%, para C, CA e CAE, respectivamente. Lima et al.

(2015) ao alimentar 39 bovinos Nelore, não castrados, com 2,50%, 11,50% de caroço de algodão e 3,13% de caroço de algodão mais gordura protegida, não observaram diferença na PPC do músculo *Longissimus thoracis* e apresentaram em média 20% de PPC, resultados similares foram encontrados por Costa et al. (2013) e Andrade et al. (2014) que ao utilizarem caroço de algodão e lipídeo protegido. Para Bianchini et al. (2007) a medida que aumenta a concentração de lipídeos na carne, reduz a proporção de água, resultando em valores menores de PPC.

Esperava-se que o  $\alpha$ -tocoferol preservasse a integridade das membranas celulares do músculo, inibindo a passagem de fluido sarcoplasmático, impedindo assim a perda de exudado (ASGHAR et al., 1991; GRAY et al., 1996; FAUSTMAN et al., 1998). Assim como neste estudo, outros como o de Nassu et al. (2001) e Pereira et al. (2008) que suplementaram bovinos com 0, 350, 700 e 1400 UI de DL- $\alpha$ -tocoferil e 1000 mg de acetato alfa tocoferol, respectivamente, demonstraram que a suplementação de vitamina E na alimentação dos animais, não foi eficiente para reduzir a PPC.

### 3.3.4 Extrato Etéreo

Os valores de extrato etéreo da carne também não foram significativos ( $P > 0,05$ ). As médias observadas em relação aos dias de confinamento foram 5,19, 6,06 e 5,09% para os 83, 104 e 111 dias de alimentação, respectivamente (Tabela 6). Portanto, embora exista uma diferença de 28 dias entre o primeiro abate (83 dias de confinamento) e o último abate (111 dias de confinamento), este período não foi suficiente para aumentar o teor de gordura na carne dos animais.

Assim como os diferentes teores de extrato etéreo das dietas utilizadas neste estudo (3,74% e 8,32%) e a adição de 30% de caroço de algodão também não diferiram a fração lipídica da carne. Machado Neto et al. (2015) avaliaram touros Red Norte alimentados com farelo de soja (20% MS) e farelo de caroço de algodão (24% MS) com e sem adição de 2500 UI de vitamina E e não encontraram diferença para porcentagem de EE na carne destes animais, com valores médios de 2,13%.

Madrugá et al. (2008), ao utilizar doses crescentes de caroço de algodão (0, 20, 30 e 40%) em dietas para ovinos, também não observaram diferença entre os tratamentos para esta característica. Paim et al. (2014) adicionaram subprodutos da agroindústria têxtil (caroço de



algodão, farelo de algodão e farelo de algodão rico em óleo) a 19,5% de MS na dieta de cordeiros e também não relataram diferenças em relação ao grupo controle.

Os valores de extrato etéreo na carne, encontrados no presente trabalho foram maiores do que o observado por Albertí et al. (2014), ao alimentar bovinos com dietas controle, 5% da MS de linhaça e 5% de linhaça mais vitamina E, com valor médio de 1,1% de EE. Pereira (2002) estudou novilhos Nelore alimentados com até 85% de concentrado na dieta e encontrou valores de EE mais elevados, variando de 9% a 13% no músculo *Longissimus*.

Segundo Felício (2000) há variação de 1,5% a 3,5% de lipídeos intramusculares no músculo *Longissimus* de zebuínos. Cabe destacar, que a gordura é o tecido que mais varia na carne (BERG; BUTTERFIELD, 1976), portanto esperava-se esta variação na carne dos bovinos confinados.

### 3.3.5 Perfil de ácidos graxos

Não houve interação entre dietas x dias de confinamento ( $P > 0,05$ ). O tipo de dieta não alterou o total de ácidos graxos saturados (AGS). Porém, foram observadas diferenças para os ácidos graxos de cadeia ramificada (AGCR), monoinsaturados cis e trans (AGMI cis/trans), dienos não-conjugados (dienes-nc) e em alguns ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) individuais (Tabela 7).

Os teores de ácidos graxos de cadeia ramificada (AGCR) e ácidos graxos monoinsaturados cis (AGMI cis) foram superiores na carne de bovinos alimentados com dieta C em comparação com CA e CAE, as quais mantiveram valores similares. Isto foi evidente nos principais AG individuais de cada grupo, ou seja, 17:0 iso e anteiso, no grupo dos AGCR e 16:1 cis 9 e 18:1 cis 9 no grupo dos AGMI cis. Demirel et al. (2004) e Costa et al. (2013) também observaram valores similares, ao adicionarem caroço de algodão em dietas de bovinos e fontes ricas em AGPI n-3 em dietas de ovinos, respectivamente.

O teor de ácidos graxos monoinsaturados trans (AGMI trans) e seu principal isômero 18:1-trans 10 foi mais alto na carne dos animais alimentados com CAE (4,5%), comparado com a dieta CA (2,6%), enquanto que para o ácido vacênico (18:1 trans 11), a situação foi oposta para estas duas dietas. Por outro lado, Kay et al. (2005); Pottier et al. (2006) e Juaréz et al. (2010) observaram uma diminuição no teor de AGMI trans total e uma redução no *turn* de 18:1 trans 11 para 18:1 trans 10 em plasma, leite e gordura subcutânea de bovinos,

respectivamente, utilizando dietas com altos níveis de AGPI e suplementando-as com vitamina E.

Os mecanismos destas descobertas ainda não foram bem esclarecidos. Estes resultados são diferentes daqueles geralmente relatados, em que a vitamina E reduziria o estresse oxidativo em bactérias, em condições ruminais, resultando em uma menor produção de AG trans.

Os ácidos graxos essenciais (18:2 n-6, 18:3 n-3) foram significativamente maiores nas carnes provenientes das dietas CA e CAE, comparando-as com a dieta C, refletindo o teor mais elevado destes AG em dietas contendo caroço de algodão (HUERTA-LEIDENZ et al., 1991), e, possivelmente, mostrando-se ser resultado de sua proteção pela semente íntegra (BALDWIN; ALLISON, 1983). De acordo com Shingfield et al. (2013), apesar do processo de biohidrogenação ruminal, uma proporção dos AGPI da dieta sofrem *by-pass*, ou seja passam pelo rúmen intactos e são absorvidos e depositados na gordura corporal do animal.

Não foram encontradas diferenças no teor de ácido linoléico conjugado (CLA), conforme relatado por Costa et al. (2013), porém o acúmulo de dienos-nc (c9, t13 / t8, c12, t11, c15) e a proporção de n6/n3 foi maior na carne de animais do grupo CA e CAE, devido a este ingrediente conter 55,5% de 18:2 n-6 e apenas 15% de 18:3 n-3 em sua composição lipídica (PESCE, 2008). A proporção de n6/n3 observada neste trabalho é acima da recomendada (4.0) para o total da dieta (WOOD et al., 2003). Elevadas proporções de n6/n3 na alimentação humana tem sido descrita como um fator de risco a doenças coronárias (WOOD et al., 2003).

Tabela 7 - Composição de ácidos graxos (%) no músculo *Longissimus lumborum* de bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais

(Continua)

Ácido Graxo	Dieta <sup>1</sup>			EPM	P
	C	CA	CAE		
<b>AGS</b>	39,80	40,60	41,10	0,508	0,5689
10:0	0,056	0,056	0,053	0,002	0,7019
12:0	0,082	0,080	0,083	0,003	0,9290
14:0	2,760	2,860	3,090	0,091	0,3122
16:0	22,50	22,60	22,90	0,278	0,8455
18:0	12,50	13,50	13,50	0,239	0,1581
<b>AGCR</b>	1,520 <sup>a</sup>	1,180 <sup>b</sup>	1,220 <sup>b</sup>	0,036	0,0006
17:0 anteiso	0,453 <sup>a</sup>	0,335 <sup>b</sup>	0,342 <sup>b</sup>	0,010	<0,0001
17:0 iso	0,342 <sup>a</sup>	0,261 <sup>b</sup>	0,287 <sup>b</sup>	0,008	0,0002
<b>AGMI cis</b>	33,30 <sup>a</sup>	30,00 <sup>b</sup>	27,7 <sup>0b</sup>	0,437	<0,0001
16:1 cis 9	2,340 <sup>a</sup>	1,910 <sup>b</sup>	1,770 <sup>b</sup>	0,058	0,0008
18:1 cis 9	26,90 <sup>a</sup>	23,70 <sup>b</sup>	21,80 <sup>b</sup>	0,377	<0,0001
<b>AGMI trans</b>	5,150 <sup>b</sup>	6,200 <sup>b</sup>	7,780 <sup>a</sup>	0,254	0,0004
18:1 trans 10	2,770 <sup>b</sup>	2,610 <sup>b</sup>	4,480 <sup>a</sup>	0,211	0,0011
18:1 trans 11	0,970 <sup>b</sup>	1,710 <sup>a</sup>	1,390 <sup>ab</sup>	0,106	0,0259
<b>AGPI</b>	11,60	13,80	13,90	0,541	0,1371
18:2 n-6	5,670 <sup>b</sup>	8,490 <sup>a</sup>	8,580 <sup>a</sup>	0,275	<0,0001
20:4 n-6	2,520	2,130	2,110	0,123	0,3106
18:3 n-3	0,335 <sup>b</sup>	0,401 <sup>a,b</sup>	0,426 <sup>a</sup>	0,019	0,0449
20:5 n-3	0,499	0,441	0,474	0,034	0,7485
22:5 n-3	1,140	0,936	0,938	0,056	0,2096
22:6 n-3	0,112	0,126	0,111	0,007	0,5868
<b>CLA</b>	0,543	0,573	0,526	0,016	0,5204
c9,t11	0,362	0,399	0,323	0,017	0,2242
t7,c9	0,069	0,072	0,077	0,003	0,5148

(Conclusão)

Ácido Graxo	Dieta <sup>1</sup>			EPM	P
	C	CA	CAE		
<b>18:2 dienos-nc</b>	0,587 <sup>b</sup>	0,826 <sup>a</sup>	0,847 <sup>a</sup>	0,012	<0,0001
c9,t13 / t8,c12	0,113 <sup>b</sup>	0,192 <sup>a</sup>	0,168 <sup>a</sup>	0,006	<0,0001
t11,c15	0,072 <sup>b</sup>	0,112 <sup>a</sup>	0,117 <sup>a</sup>	0,003	<0,0001
t10,c15 <sup>X</sup>	0,069	0,063	0,076	0,002	0,1179
<b>AGPI n-3</b>	2,246	2,038	2,090	0,106	0,7083
<b>AGPI n-6</b>	9,096 <sup>b</sup>	11,55 <sup>a</sup>	11,60 <sup>a</sup>	0,404	0,0215
<b>n6/n3</b>	4,177 <sup>b</sup>	5,904 <sup>a</sup>	5,901 <sup>a</sup>	0,107	<0,0001

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, indicam que houve diferença pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

EPM: Erro padrão da média.

<sup>1</sup> Dietas: C: sem adição de caroço de algodão, CA: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e CAE: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e 500 UI vitamina E (50% acetato de alfa tocoferol).

<sup>X</sup>coeluição com 18:2 não conjugado. AGS: AG saturado; AGCR: AG cadeia ramificada; AGMI: AG monoinsaturado; nc-18:2: dienos não conjugados; AGPI: AG poli-insaturado; CLA: ácido linoleico conjugado.

O efeito do tempo de confinamento sobre a composição de AG no músculo é apresentado na tabela 8. Os contrastes ortogonais foram usados para testar os efeitos lineares e quadráticos de dias de confinamento (83, 104 e 111 dias). Em geral, foram encontradas poucas diferenças significativas.

Tabela 8 - Composição de ácidos graxos (%) no músculo *Longissimus lumborum* de bovinos Nelore abatidos aos 83, 104 e 111 dias de confinamento

(Continua)

Ácido Graxo	Dias de confinamento			P	Contraste
	83	104	111		
<b>AGS</b>	38,500	41,100	41,9	0,0146	L**
10:0	0,051	0,058	0,057	0,1781	
12:0	0,080	0,085	0,080	0,6822	
14:0	2,610	3,130	2,98	0,0691	
16:0	21,600	23,500	23,0	0,0124	L*, Q*
18:0	12,600	12,700	14,2	0,0100	L**
<b>AGCR</b>	1,380	1,240	1,29	0,2572	
<b>AGMI cis</b>	29,50	30,50	31,00	0,3692	

Ácido Graxo	Dias de confinamento			P	Contraste
	83	104	111		
	16:1 cis9	1,920	2,110		
18:1 cis9	23,40	24,10	24,90	0,2771	
<b>AGMI trans</b>	6,000	6,850	6,280	0,3794	
18:1 trans10	2,930	3,800	3,140	0,2252	
18:1 trans11	1,410	1,250	1,400	0,7769	
<b>AGPI</b>	15,10	12,30	11,90	0,0289	L*
18:2 n6	8,360	7,320	7,080	0,1178	
20:4 n6	2,680	2,080	2,000	0,0503	
18:3 n3	0,517	0,327	0,318	<0,0001	L***, Q**
20:5 n3	0,626	0,404	0,383	0,0040	L**
22:5 n3	1,250	0,893	0,868	0,0077	L**
22:6 n3	0,142	0,112	0,095	0,0211	L**
<b>CLA</b>	0,568	0,546	0,527	0,6138	
c9,t11-	0,392	0,342	0,350	0,4634	
t7,c9-	0,064	0,085	0,069	0,0057	Q**
<b>18:2 dienos-nc</b>	0,742	0,745	0,774	0,5386	
c9,t13-/t8,c12-	0,149	0,156	0,168	0,4140	
t11,c15-	0,108	0,093	0,100	0,1323	
t10,c15 <sup>-X</sup>	0,071	0,069	0,067	0,6994	
<b>AGPI n3</b>	2,716	1,865	1,793	0,0011	L**
<b>AGPI n6</b>	12,11	10,24	9,911	0,0679	
<b>n6/n3</b>	4,576	4,649	5,757	<0,0001	L***

\*, P<0,05; \*\*, P<0,01, \*\*\*, P<0,001. Contrastes: L, linear; Q, quadrático.

<sup>X</sup>coeluição com 18:2 não conjugado. AGS: AG saturado; AGCR: AG cadeia ramificada; AGMI: AG monoinsaturado; nc-18:2: dienos não conjugados; AGPI: AG poli-insaturado; CLA: ácido linoleico conjugado.

O total de AGS aumentou linearmente, o mesmo efeito foi relatado por Aldai et al. (2011) ao comparar animais terminados a 0, 1 e 2 meses de confinamento após um período de

pastejo. Entretanto, os AGPI reduziram linearmente ao longo do período de terminação, nenhuma mudança foi observada em AGPI n-6 mas houve uma redução linear em AGPI n-3, no qual influenciou o aumento da proporção n6/n3 ao longo dos dias de confinamento.

Não foi encontrada diferença nos AGMI, CLA ou dienos-nc, mas o segundo CLA mais abundante (13,8%, 18:2 trans 7, cis 9) apresentou um resultado quadrático ao longo do tempo, primeiro aumentando e, em seguida, decaindo. Esse isômero de CLA está relacionado a altos teores de 18:1 trans 10 (ALDAI et al., 2008) e os mais elevados níveis de ambos os isômeros ocorreu aos 104 dias de confinamento.

Outra observação interessante foi o teor mais elevado de 20:5 n-3 (21,4%) e 22:5 n-3 (47,2%), em comparação com o seu precursor de 18:3 n-3, que só estava presente em 18,8% do teor total de AGPI n-3. O alto teor destes AGPI n3 de cadeia longa foi evidenciado em algumas raças bovinas (RUIZ et al., 2005; KRAFT et al., 2006) mostram um potencial para alongar 18:3 n-3, incluindo a raça Nelore, independente das dietas avaliadas.

### 3.4 CONCLUSÃO

A utilização de 30% caroço de algodão na MS da dieta de bovinos de corte mostrou ser uma ótima alternativa para melhorar as características físico-químicas da carne, principalmente maciez, que é um dos atributos mais desejáveis entre os consumidores, além de contribuir para um perfil de ácidos graxos na carne menos saturado, aumentando os teores de 18:2 n6, 18:3 n3 e 18:2 não conjugados, sem comprometer a estabilidade lipídica da carne. No entanto, em relação a proporção n6/n3 da carne, este ingrediente se mostra inapropriado.

A inclusão de 500 UI de vitamina E na dieta contendo caroço de algodão não foi eficaz para apresentar melhorias das características avaliadas na carne, além de não promover o efeito antioxidante esperado.

Os animais que permaneceram em confinamento por 104 e 111 dias tiveram maior rendimento de carcaça e carnes mais macias. Por outro lado, ao aumentar os dias de confinamento, a carne mostrou-se o menos saudável do ponto de vista de alimento para o consumidor, já que apresentou maiores concentrações de saturados e menores de poli-insaturados, além de ter aumentado a proporção n6/n3.

## REFERÊNCIAS

- ABEL-CAINES, S. F.; GRANT, R. J.; HADDAD, S. G. Whole cottonseed or a combination of soybeans and soybean hulls in the diets of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 80, p. 1353–1357, 1997.
- 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.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE (ABIEC). 2015. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/download/Anual-2015-250515.pdf>>. Acesso em: jun. 2015.
- ABULARACH, M. L.; ROCHA, C. E.; FELICIO, P. E. Características de qualidade do contra filé (m. L. dorsi) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.
- ADAMS, A.L.; HARIS JR, B.; VAN HORN, H. H.; WILCOX, C. J. Effect of varying forage types on milk production response to whole cottonseed, tallow and yeast. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 78, p. 573–581, 1995.
- AFERRI, G.; LEME, P. R.; SILVA, S.; PUTRINO, S. M.; PEREIRA, A. S. C. Performance at carcass characteristics of steers fed with diets containing different sources lipids. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, p. 1651-1658, 2005.
- ALBERTÍ, P.; BERIAIN, M. J.; RIPOLL, G.; SARRIÉS, V.; PANEA, B.; MENDIZABAL, J. A.; PURROY, A.; OLLETA, J. L.; SAÑUDO, C. Effect of including linseed in a concentrate fed to young bulls on intramuscular fatty acids and beef color. **Meat Science**, Barking, v. 96, n. 3, p. 1258–1265, 2014.
- ALDAI, N.; DUGAN, M. E. R.; MARTÍNEZ, A.; ROLLAND, D. C.; KRAMER, J. K. G.; OSORO, K. Effect of concentrate-finishing on muscle fatty acid composition in genetically lean beef cattle. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 54., 2008, Cape Town, South Africa. **Proceedings...** 2008.
- ALDAI, N.; DUGAN, M. E. R.; KRAMER, J. K. G.; MIR, P. S.; MCALLISTER, T. A. Noniophore antibiotics do not affect the trans-18:1 and conjugated linoleic acid composition in beef adipose tissue. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, p. 3522-3532, 2008.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION (AMSA). **Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat**. Chicago, IL: National Livestock and Meat Board, 1995. 48 p.
- ANDRADE, E. N.; POLIZELNETO, A.; ROÇA, R. O.; FARIA, M. H.; RESENDE, F. D.; SIQUEIRA, G. R.; PINHEIRO, R. S. B. Beef quality of young Angus × Nelore cattle supplemented with rumen-protected lipids during rearing and fattening periods. **Meat Science**, Barking, v. 98, p. 591-598, 2014.
- ARAÚJO, W. A. G.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; CARVALHO, T. A.; BIRRO, T. Vitamina E na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 7, p. 1292-1303, 2010. Disponível em:

<[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/118V7N4P1292\\_1303JUL2010\\_.pdf](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/118V7N4P1292_1303JUL2010_.pdf)>. Acesso em: nov. 2014

ARNOLD, R. N.; ARP, S. C.; SCHELLER, K. K.; WILLIAMS, S. N.; SCHAEFER D. M. Tissue equilibration and sub cellular distribution of vitamin E relative to myoglobin and lipid oxidation in displayed beef. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 105-118, 1993.

ASGHAR, A.; GRAY, J. I.; BOOREN, A. M.; GOMAA, E. A.; ABOUZIED, M. M.; MILLER, E. R. Effects of supra nutritional dietary vitamin E levels on subcellular deposition of  $\alpha$ -tocopherol in the muscle and on pork quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 57, p. 31-41, 1991.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). **Official methods of analysis**. 17. ed. Arlington. VA: AOAC, 2000.

BALDWIN, R. L.; ALLISON, M. J. Rumen metabolism. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 57, p. 461-477, 1983.

BENDAAL, J. R. Post-mortem changes in muscle. In: Bourne, G. H. **The Structure and Function of muscle**. 2. ed. New York: Academic Press, 1973. p. 243-309.

BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A. C.; JORGE, A. M.; ARRIGONI, M. B.; MARTINS, C. L.; RODRIGUES, É.; HADLICH, J. C.; ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos super precoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 6, p. 2109-2117, 2007.

BREIDENSTEIN, B. C. **Red meat: nutrient composition and actual consumption**. Chigaco: National Live Stock and Meat Board, 507-530, 1985.

BROOKS, C. **Beef packaging. Beef facts, product enhancement research**. 2007.

Disponível em:

<[http://www.beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/PE\\_Fact\\_Sheets/Beef\\_Packaging.pdf](http://www.beefresearch.org/CMDocs/BeefResearch/PE_Fact_Sheets/Beef_Packaging.pdf)>. Acesso em: out. 2015.

CLARK, P. W.; ARMENTANO, I. E. Effectiveness of neutral detergent fiber in whole cottonseed and dried distillers grains compared with alfafa haylage. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 76, p. 2644-2650, 1993.

COMBS JR, G. F. **The vitamins, fundamental aspects in nutrition and health**. 4. ed. California: Elsevier Academic Press, 2012. 600 p.

COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; PAULINO, P. V. R.; MORAES, E. H. B. K.; MAGALHÃES, K. A. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 34, n. 1, p. 268-279, 2005.

COSTA, D. P. B.; ROÇA, R. O.; LANNA, D. P. D.; LIMA, E. S.; BARROS, W. M. Meat characteristics of Nellore steers fed whole cottonseed. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 42, p. 183-192, 2013.

DELMONTE, P.; KIA, A-R.F.; KRAMER, J. K. G.; MOSSOBA, M. M.; SIDISKY, L.; RADER, J. I. Separation characteristics of fatty acid methyl esters using SLB-IL111, a new



ionic liquid coated capillary gas chromatographic column. **Journal of Chromatography**, Amsterdam, v. 1218, n. 3, p. 545-554, 2011.

DELMORE, R. J. **Beef shelf life. Beef facts, product enhancement research**. 2009. Disponível em: <<http://www.beefresearch.org/cmdocs/beefresearch/beef%20shelf-life.pdf>>. Acesso em: out. 2015.

DEMIREL, G.; WACHIRA, A. M.; SINCLAIR, L. A.; WILKINSON, R. G.; WOOD, J. D.; ENSER, M. Effects of dietary n-3 polyunsaturated fatty acids, breeds and vitamin E on the fatty acids of lamb muscle, liver and adipose tissue. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 91, p. 551–565, 2004.

DIERKS, N.; JONES, T. F.; VARNOLD, K. A.; SCHROEDER, D. J.; REDFIELD, A. L.; SULLIVAN, G. A. Shelf life of cooked ground beef patties from cattle fed wet distillers grains with solubles. Nebraska Beef Cattle Report 103-104, 2014. Disponível em: <<http://beef.unl.edu/e96508a8-6344-40f3-8c1d-d9fd7a365d79.pdf>>. Acesso em: mar. 2015

DOMINGUES, J. L.; NUÑEZ, A. J. C.; GOMES, R. C.; VALINOTE, A. C.; SILVA, S. L.; PEREIRA, A. S. C.; LEME, P. R.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M. Effect of high oil corn in the diets of Nellore steers on growth performance, carcass characteristics, meat quality, and longissimus muscle fatty acid profile. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 174, p. 31-38, 2015.

DUCKETT, S. K. Effects of time on feed on beef nutrient composition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, p. 2079-2088, 1993.

EGBERT, W. R.; CORNFORTH, D. P. Factors influencing color of dark cutting beef muscle. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 51, p. 57-65, 1986.

FAUSTMAN, C.; CHAN, W. K.; SCHAEFER, D. M.; HAVENS, A. Beef color update: The role for vitamin E. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 1019–1026, 1998.

FELÍCIO, P. E. Factors ante and post-mortem that influence beef quality. In: SYMPOSIUM ON BEEF CATTLE, 4. 1997, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrário Luis de Queiroz, 1997. p. 1-14.

FOLCH, J.; LEES, 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.

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.

HARVATINE, D. I.; FIRKINS, J. L.; EASTRIDGE, M. L. Whole linted cottonseed as a forage substitute fed with ground or steam-flaked corn: digestibility and performance. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 85, p. 1988-1999, 2002.

HOCQUETTE, J. F.; BOTREAU, R.; PICARD, B.; JACQUET, A.; PETHICK, D. W.; SCOLLAN, N. D. Opportunities for predicting and manipulating beef quality. **Meat Science**, Barking, v. 92, p. 197–209, 2012.

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

- Houben, J. H.; Vandiijk, A.; Eikelenboom, G.; Hoving-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.
- Huerta-Leidenz, N. O.; Cross, H. R.; Lunt, D. K.; Pelton, L. S.; Savell, J. W.; Smith, S. B. Growth, carcass traits, and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 9, p. 3665-3672, 1991.
- Jeremiah, L. E.; Gibson, L. L. The influence of storage temperature time on color stability, retail properties and case-life of retail-ready beef. **Food Research International**, Oxford, v. 34, n. 9, p. 815-826, 2001.
- Jones, L. A. Gossypol chemistry and plant distribution. In: Lobi, T. J.; Hafez, E. S. E. (Eds.), **Male Fertility and its Regulation**. MTP Press Limited, Boston, MA, 1981. p. 93.
- Jose, C. G.; Pethick, D. W.; Gardner, G. E.; Jacob, R. H. Vitamin E will improve the color stability in lamb: a dose rate investigation. 54<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY ELSEVIER, 54., 2008, Cape Town, South Africa, 2008.
- Juárez, M.; Dugan, M. E. R.; Aalhus, J. L.; Aldai, N.; Basarab, J. A.; Baron, V. S.; McAllister, T. A. Dietary vitamin E inhibits the trans10–18:1 shift in beef backfat. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 90, p. 9-12, 2010.
- Kay, J. K.; Roche, J. R.; Kolver, E. S.; Thomson, N. A.; Baumgard, L. H. A comparison between feeding systems (pasture and TMR) and the effect of vitamin E supplementation on plasma and milk fatty acid profiles in dairy cows. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 72, p. 322-332, 2005.
- Kemp, J. D.; Mahyuddin, L.; Ely, D. J.; Fox, J. D.; Moody, W. G. Effect of feeding systems, slaughter weight and sex on organoleptic properties and fatty acid composition of lamb. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 51, p. 321–330, 1981.
- Koohmaraie, M.; Wheeler, T.L.; Shackelford, S.D. **Beef tenderness: regulation and prediction**. Proc. BEEF VANGUARD; INTERNATIONAL CONGRESS, 1994, Buenos Aires, Argentina. **Proceedings...** 1994. p. 81-96.
- Kraft, J.; Kramer, J. K. G.; Schoene, F.; Chambers, J. R.; Jahreis, G. Extensive analysis of long-chain polyunsaturated fatty acids, CLA, trans 18:1 isomers, and plasmalogenic lipids in different retail beef types. **Journal of Agricultural and Food chemistry**, Washington, v. 56, p. 4775-4782, 2006.
- Kramer, J. K. G.; Sehat, N.; Dugan, M. E. R.; Mossoba, M. M.; Yurawecz, M. P.; Roach, J. A. G.; Eulitz, K.; Aalhus, J. L.; Schaefer, A. L.; Ku, Y. Distributions of conjugated linoleic acid (CLA) isomers in tissue lipid classes of pigs fed a commercial CLA mixture determined by gas chromatography and silver ion high-performance liquid chromatography. **Lipids**, Heidelberg, v. 33, p. 549-558, 1998.
- Kramer, J. K. G.; Hernandez, M.; Cruz-Hernandez, C.; Kraft, J.; Dugan, M. Combining results of two GC separations partly achieves determination of all cis and trans 16:1, 18:1, 18:2, and 18:3, except CLA isomers of milk fat as demonstrated using Ag-ion SPE fractionation. **Lipids**, Heidelberg, v. 43, p. 259-273, 2008.

- KROPF, D. H.; HUNT, M. C.; PISKE, D. Color formation and retention in fresh meat. In: PROCEEDINGS OF MEAT INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE, 1986, Chicago. 1986. p. 62.
- LEEDLE, R. A.; LEEDLE, J. A. Z.; BUTINE, M. D. Vitamin E is not degraded by ruminal microorganism. Assessment with ruminal contents from steer fed a high concentrate diet, **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 12, p. 3442-3450, 1993.
- LIMA, E. S.; MORAIS, J. P. G.; ROÇA, R. O.; ANDRADE, E. N.; VALENTE, T. N. P.; COSTA, Q. P. B.; DEMINICIS, B. R. Effect of different sources of lipids in diet on the qualitative characteristics of Longissimus thoracis muscle of cattle finished on feedlots. **African Journal of Agricultural Research**, Victoria Island, v. 10, n. 29, p. 2835-2840, 2015.
- LIU, Q.; LANARI, M. C.; SCHAEFER, D. M. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 10, p. 3131-3140, 1995.
- LYNCH, N. M.; KASTNER, C. L.; KROPF, D. H. Consumer acceptance of vacuum packaged ground beef as influenced by product color and educational materials. **Journal of Food Science**, Hoboken, v. 51, p. 253, 1986.
- MACDOUGALL, D. B. Changes in the colour and opacity of meat. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 9, p. 75-88, 1982.
- MACHADO NETO, O. R.; CHIZZOTTI, M. L.; RAMOS, E. M.; OLIVEIRA, D. M.; LANNA, D. P. D.; RIBEIRO, J. S.; LOPES, L. S.; DESCALZO, A. M.; AMORIM, T. R.; LADEIRA, M. M. Fatty acid profile and meat quality of young bulls fed ground soybean or ground cottonseed and vitamin E. **Animal**, Cambridge, v. 9, n. 2, p. 362-372, 2015.
- MADRUGA, M.; VIEIRA, T.; CUNHA, M.; FILHO, J.; QUEIROGA, R.; DE SOUSA, W. Effect of diets with increasing levels of whole cotton seed on chemical composition and fatty acid profile of Santa Inez (Santa Ines) lamb meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, n. 37, p. 1496–1502, 2008.
- MAY, S. G.; DOLEZAL, H. G.; GILL, D. R.; RAY, F. K.; BUCHANAN, D. S. Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, p. 444-453, 1992.
- MEAT EVALUATION HANDBOOK. **National livestock and meat board**. Chicago, Illinois: MEH, 1973.
- MEDEIROS, S. R.; TORRES, R. A. A.; BITENCOURT, L. P.; SILVA, M. C.; ROMERO, J. V.; ALBERTINI, T. Z.; CARPEJANI, G. C.; CÁCERES, C. A. Efeito do caroço de algodão na qualidade do “Longissimus dorsi” de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.
- MENSINK, R. P.; ZOCK, P. L.; KESTER, A. D.; KATAN, M. B. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 77, p. 1146-1155, 2003.

- MITSUMOTO, M.; OZAKA, S.; MITSUHASHI, T.; KOIDE, K. Effect of dietary vitamin E supplementation for one week before harvest on drip, color and lipid stability during display in Japanese Black Steer Beef. **Meat Science**, Barking, v. 49, p. 165, 1998.
- 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**, Amsterdam, v. 112, p. 279-289, 2009.
- NASSU, R. T.; DUGAN, M. E.; JUÁREZ, M.; BASARAB, J. A.; BARON, V. S.; AALHUS, J. L. Effect of  $\alpha$ -tocopherol tissue levels on beef quality. **Animal**, Cambridge, v. 5, n. 12, p. 2010-2018, 2011.
- PAIM, T. P.; VIANA, P.; BRANDÃO, E.; AMADOR, S.; BARBOSA, T.; CARDOSO, C.; DANTAS, A. M. M.; DE SOUZA, J. R.; MCMANUS, C.; ABDALLA, A. L.; LOUVANDINI, H. Carcass traits and fatty acid profile of meat from lambs fed different cottonseed by-products. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 116, n. 2-3, p.71-77, 2014.
- PEREIRA, A. S. C.; SOBRAL, P. J. A.; LEME, P. R.; SILVA, S. L. Physical and chemical characteristics of frozen ground beef and aged beef meat from bos indicus steers supplemented with  $\alpha$ -tocopherol acetate. **Italian Journal of Food Science**, Pinerolo, v. 20, p. 419-425, 2008.
- 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. 138 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.
- PETHICK, D.; HARPER, G.; ODDY, V. H. Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Clayton, v. 44, n. 7, p. 705-715, 2004.
- POTTIER, J.; FOCANT, M.; DEBIER, C.; BUYSSER, G.; GOFFE, C.; MIGNOLET, E.; FROIDMONT, E.; LARONDELLE, Y. Effect of dietary vitamin E on rumen biohydrogenation pathways and milk fat depression in dairy cows fed high-fat diets. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 89, p. 685–692, 2006.
- RENAND, G.; PICARD, B.; TOURAILLE, C.; BERGE, P.; LEPETIT, J. Relationship between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. **Meat Science**, Barking, v. 59, p. 49-60, 2001.
- RUIZ, M. R.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. V.; HERNANDEZ, J. A.; RIBEIRO, E. L. A.; SHIMOKOMAKI, M.; REEVES, J. J.; SOUZA, N. E. Proximate chemical composition and fatty acid profiles of longissimus thoracis from pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact Bos indicus bulls. **South African Journal of Animal Science**, Hatfield, v. 35, p. 13-18, 2005.
- SANTOS, C. C. **Impacto em características qualitativas de carne bovina in natura decorrente do manejo nutricional e de tecnologias pós-abate, e sua relação com o grupo genético**. 2011. 168 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2011.

- SCOLLAN, N. D.; 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, p. 17–33, 2006.
- SEIDEMAN, S. C.; CROSS, H. R.; SMITH, G. C.; DURLAND, P. R. Factors associated with fresh meat color: a review. **Journal of Food Quality**, Hoboken, v. 6, p. 211-237, 1984.
- SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M.; MILLER, M. F.; CROUSE, J. D.; REAGAN, J. O. An evaluation of tenderness of the Longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 171–177, 1991.
- 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 facts**. Beef Facts, Product Enhancement Research. 2004. Disponível em: <<http://www.beef.org/udocs/packaging%20fact%20sheet.pdf>>. Acesso em: out. 2015.
- SMITH, G. C. Factors affecting the palatability of beef. In: FUTURE BEEF OPERATIONS SEMINAR, 2001. Disponível em: <<http://ansci.colostate.edu/ran/beef/index.html>>. Acesso em: ago. 2015.
- SORENSEN, G.; JORGERSEN, S. S. A critical examination as some experimental variables in the 2-thiobarbituric acid (TBA) test for lipid oxidation in meat products. **Zeitschrift fur Lebensmittel Untersuchung und forschung**, Heidelberg, v. 202, p. 205-210, 1996.
- SRETENOVIC, L. J.; ALEKSIC, S.; PETROVIC, M. P.; MISCEVIC, B. Nutritional factors influencing improvement of milk and meat quality as well as productive and reproductive parameters of cattle. **Biotechnology in Animal Husbandry**, Zemun, v. 23, p. 217–226, 2007.
- TORRES, E. A. F. S.; OKANI, E. T. Teste de TBA: ranço em alimentos. **Revista Nacional da Carne**, v. 243, p. 68-76, 2000.
- TROUT, G. R. Biochemistry of lipid and myoglobin oxidation in post mortem muscle and processed meat products: effects on rancidity. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, p. 50-55, 2003. Trabalho apresentado no 49<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY; 2<sup>nd</sup> BRAZILIAN CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 2003, Campinas.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Foreign agricultural service. 2015. Disponível em: <<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/psdReport.aspx?hidReportRetrievalName=Cattle+Selected+Countries+Summary&hidReportRetrievalID=1643&hidReportRetrievalTemplateID=7>>. Acesso em: jun. 2015.
- VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fatte Seifen Anstrichmittel**, Jahrgang, v. 72, n. 12, p. 1084-1087, 1970.
- VYNCKE, W. Evaluation as direct thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel. **Fatte Seifen Anstrichmittel**, Jahrgang, v. 77, p. 239-240, 1975.

- WATANABE, A.; KAMADA, G.; IMANARI, M.; SHIBA, N.; YONAI, M.; MURAMOTO, T. Effect of aging on volatile compounds in cooked beef. **Meat Science**, Barking, v. 107, p. 12-19, 2015.
- WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. **Shear force procedures for meat tenderness measurement**. Hastings, NE: Agricultural Research Service, 2001.
- WILSON, D. E.; ROUSE, G. H.; GREINER, S. **Relationship between chemical percentage intramuscular fat and USDA marbling score**. [S.l.]: Beef Research Report. AS Leaflet 1529. Iowa State University, Iowa Beef Center, 1998.
- 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. 78, n. 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.
- WOODS, V. B.; FEARON, A. M. Dietary sources of unsaturated fatty acids for animals and their transfer into meat, milk and eggs: A review. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 126, n. 1-3, p. 1-20, 2009.
- WULF, D. M.; MORGAN, J. B.; SANDERS, S. K.; TATUM, J. D.; SMITH, G. C.; WILLIAMS, S. Effects of dietary supplementation of vitamin E on storage and case life properties of lamb retail cuts. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 2, p. 399-405, 1995.

**4 CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DA CARNE *IN NATURA* E DE HAMBÚRGUERES DE BOVINOS NELORE ALIMENTADOS COM CAROÇO DE ALGODÃO INTEGRAL E VITAMINA E, POR DIFERENTES PERÍODOS DE CONFINAMENTO**

## RESUMO

### **Características sensoriais da carne *in natura* e de hambúrgueres de bovinos Nelore alimentados com caroço de algodão integral e vitamina E, por diferentes períodos de confinamento**

Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de dietas contendo 30% de caroço de algodão na MS com e sem adição de vitamina E na dieta de bovinos Nelore abatidos aos 83, 104 e 111 dias de confinamento sobre as características sensoriais da carne *in natura* e de hambúrguer. Foram utilizados 54 bovinos da raça Nelore, machos, não castrados, com média de 350 kg  $\pm$  30 kg de peso vivo inicial e 24 meses de idade, divididos em três grupos de acordo com o peso vivo inicial e distribuídos em três dietas: dieta sem inclusão de caroço de algodão (C), dieta contendo 30% MS de caroço de algodão (CA) e dieta contendo 30% MS de caroço de algodão e 500 UI de vitamina E/kg de matéria seca da ração (CAE). As dietas empregadas foram compostas de diferentes concentrados, incluindo milho grão seco, polpa cítrica, bagaço de cana cru e farelo de soja, com relação volumoso:concentrado de 14:86 e média de 16% PB nas três dietas. O experimento foi em arranjo fatorial 3 x 3, considerando três dietas e três períodos de confinamento, totalizando 9 tratamentos. Durante a desossa, foram coletadas amostras do músculo *Longissimus lumborum* com 2,5 cm de espessura e foram retiradas amostras de retalho traseiro magro e retalho traseiro gordo para o preparo dos hambúrgueres. Foram realizados o teste descritivo quantitativo, com aproximadamente 12 provadores treinados, o teste afetivo, com 100 consumidores, e o teste discriminativo, teste de diferença do controle, com cerca de 23 pessoas. Para os testes descritivo e afetivo as estatísticas foram realizadas utilizando-se o procedimento MIXED do SAS e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ), quanto ao teste discriminativo foi realizada a análise de variância e as médias estimadas foram comparadas utilizando o teste de comparação múltipla, teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ). No teste descritivo, as carnes *in natura* dos animais alimentados com CA e CAE foram mais macias e suculentas ( $P < 0,05$ ), porém apresentaram um sabor mais intenso e os provadores treinados detectaram um sabor estranho nestas carnes ( $P < 0,05$ ). No entanto, para o teste afetivo, apenas foi detectado sabor estranho para os hambúrgueres provenientes da dieta CA, os atributos aroma e aroma estranho não foram influenciados pelas dietas ( $P > 0,05$ ). Por meio do teste discriminativo foi observado que os hambúrgueres provenientes de animais alimentados com CA e CAE por 104 e 111 dias apresentaram diferença em relação ao sabor dos hambúrgueres do grupo C destes mesmos períodos, e que os hambúrgueres da dieta CA não apresentaram diferença de sabor quanto aos dias de



alimentação. A utilização de 30% MS de caroço de algodão em dietas para bovinos não é recomendada, pois atribui um sabor estranho ao produto final, que é perceptível até mesmo ao consumidor comum.

Palavras-chave: Lipídeo. Antioxidante. Maciez. Sabor estranho.

## ABSTRACT

### **Meat and burgers sensory characteristics of Nellore beef cattle fed whole cottonseed and vitamin E, for different periods of feedlot**

The objective was to evaluate the effect of inclusion of diets containing 30% cottonseed in DM with and without addition of vitamin E in Nellore diet slaughtered after 83, 104 and 111 days of feedlot on sensory characteristics of *in natura* meat and burger. Were used 54 Nellore bulls with an initial weight of about 350 kg  $\pm$  30 kg and 24 months of age, divided in three groups according to the initial weight and distributed in three diets: diet without whole cottonseed (C), diet containing 30% DM cottonseed (WCS), and diet containing 30% DM cottonseed and 500 IU of vitamin E / kg dry matter of feed (WCSE). The diets were composed of different concentrates, including dry corn grain, citrus pulp, raw sugarcane bagasse and soybean meal, with forage:concentrate ratio of 14:86 and an average of 16% CP in the three diets. The experiment was a 3 x 3 factorial arrangement, considering three diets and three periods of feedlot, a total of nine treatments. During boning, were collected Longissimus lumborum muscle samples with 2.5 cm width and samples of skinny and fat retails to prepare the burgers. Were performed the quantitative descriptive test, with approximately 12 trained panel, the affective test, with 100 consumers, and the discriminatory test, difference from the control test, with about 23 people For the descriptive and affective tests were performed statistics using the SAS MIXED procedure and means compared by Tukey test ( $P < 0.05$ ), for the discriminatory test was conducted the analysis of variance and the estimated means were compared using the multiple comparison test, Dunnett's test ( $P < 0.05$ ). On the descriptive test, the *in natura* meats from animals fed with WCS and WCSE were tenderer and more succulent ( $P < 0.05$ ), but had a higher intense flavor and the trained panel detected a strange flavor in these meats ( $P < 0.05$ ). However, for the affective test it was only detected strange flavor on burgers from the WCS diet, the attributes aroma and strange aroma were not affected by diets ( $P > 0.05$ ). By using the discriminatory test was observed that the burgers that came from animals fed with WCS and WCSE for 104 and 111 days showed difference on the flavor of group C burgers of these same periods, and that from WCS diet burgers have no difference on flavor related to the days of feeding. The use of 30% DM cottonseed in diets for cattle is not recommended due strange flavor on the final product, which is apparent to the consumer and reducing acceptability.

Key words: Lipid. Antioxidant. Tenderness. Off flavor.

## 4.1 INTRODUÇÃO

O aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação animal tem-se mostrado uma alternativa economicamente viável para reduzir custos da dieta. Dentre esses resíduos, o caroço de algodão destaca-se como uma alternativa na elaboração de dietas para ruminantes, por propiciar uma dieta de baixo custo, sem alterar os índices de produtividade (CRANSTON et al., 2006). O seu uso tem ganhado espaço entre os nutricionistas por apresentar, ao mesmo tempo, altas concentrações de óleo, proteína e fibra, permitindo a substituição de alimentos volumosos sem prejudicar a fermentação ruminal (NRC, 1989; ROGÉRIO et al., 2003).

Ademais, é um ingrediente capaz de aumentar a concentração de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) na gordura da carne. Atualmente, consumidores estão buscando alimentos mais saudáveis ricos em AGPI (AFMAN; MULLER, 2012). Entretanto, produtos cárneos contendo altos níveis de AGPI são mais suscetíveis à oxidação e podem produzir sabores e odores indesejáveis, nos quais reduziriam a aceitabilidade da carne pelos consumidores (MEDEIROS et al., 2005). Além disso, há relatos que associam o uso de caroço de algodão com problemas no sabor da carne (PESCE, 2008; COSTA et al., 2013), no entanto não há nenhum trabalho associando o uso deste ingrediente em relação aos dias de alimentação sobre algum efeito no sabor ou outra característica de qualidade da carne.

Para minimizar o efeito de sabores e odores indesejáveis causados pelo alto teor de AGPI e sua oxidação, antioxidantes são utilizados nas dietas para os animais, pois são definidos como substâncias que retardam ou previnem a oxidação (HALLIWELL & GUTTERIDGE, 2007). A adição de vitamina E em dietas para ruminantes tem sido estudada por seu potencial em prevenir a oxidação lipídica, aumentar a vida de prateleira do produto (BLOOMBERG et al., 2011) e melhorar a qualidade da carne (FAUSTMAN et al., 1989).

A oxidação lipídica na carne é um fator limitante importante tanto para a qualidade da carne quanto para a aceitabilidade do consumidor (AALHUS; DUGAN, 2004). A oxidação da carne é perceptível aos consumidores, pois desenvolve odores ou sabores de ranço. A oxidação dos pigmentos da carne é notada pelo desenvolvimento de uma coloração amarronzada substituindo a cor vermelha brilhante normalmente aceitável.

Uma forma de avaliar a percepção da aceitação de consumidores consiste na qualidade sensorial da carne, que é influenciada por diversos fatores tais como raça, genótipo, idade, peso ao abate, condições de abate, tempo de maturação, processo de cozimento, além da

alimentação utilizada durante a fase de vida do animal, consumo de energia, tempo de confinamento, taxa de crescimento, deposição de gordura e sua composição (BERNARD et al. 2007; CALKINS; HODGEN, 2007). A aparência, suculência, sabor e textura são os mais importantes atributos sensoriais da carne (WHEELER; SHACKELFORD; KOOHMARAIE, 1999).

A análise sensorial é uma ferramenta de medida científica utilizada para garantir a qualidade de um produto, fundamental para detectar características de alimentos que não poderiam ser medidas em procedimentos analíticos como os físico-químicos (MUÑOZ et al., 1992). Há diversos tipos de análise sensorial, algumas delas serão abordadas neste capítulo.

A análise descritiva quantitativa fornece uma completa descrição dos atributos sensoriais de um produto e é um dos métodos mais completos e sofisticados usado para caracterização de um produto (STONE et al., 2012), utiliza-se provadores treinados que avaliam o grau de intensidade para cada atributo por meio de uma escala (STONE et al., 1974). A análise discriminativa, ou teste de diferença do controle objetiva estabelecer se há diferença ou não entre duas ou mais amostras e, em alguns casos, a magnitude ou importância dessa diferença (ANZALDÚA-MORALES, 1994), já os testes afetivos são usados para avaliar a preferência ou aceitação de certo produto pela sociedade, ambos os testes não exigem provadores treinados.

Além da importância de estudar a aceitabilidade da carne *in natura* pelos consumidores, atualmente o hambúrguer se tornou um alimento popular pela praticidade que representa, pois possui nutrientes que alimentam e saciam a fome rapidamente, o que combina com o modo de vida que vem se instalando nos centros urbanos (ARISSETO, 2003).

O estudo objetivou avaliar o efeito da inclusão de caroço de algodão e de vitamina E na dieta de bovinos Nelore, abatidos aos 83, 104 e 111 dias de confinamento sobre as características sensoriais da carne *in natura* e de hambúrgueres.

## 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1 Local

O experimento foi realizado nas instalações de confinamento da Prefeitura do Campus Fernando Costa da Universidade de São Paulo, em Pirassununga.

A pesquisa foi conduzida de acordo com as normas éticas e aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, protocolo 500393.

#### **4.2.2 Animais e Alimentação**

Foram utilizados 54 bovinos, Nelore, machos, não castrados, com idade média de 24 meses e peso vivo inicial de aproximadamente 350 kg. Os animais foram identificados, pesados, vacinados e submetidos a controle sanitário contra parasitas antes do período experimental.

Os bovinos foram divididos em três grupos, de acordo com o peso vivo inicial, posteriormente distribuídos em baias semicobertas, três a três, submetidos à adaptação de 21 dias. Durante este período, o concentrado foi aumentado gradualmente, até atingir os níveis previstos nos tratamentos.

Foram utilizadas três dietas: 1) Dieta sem inclusão de caroço de algodão (C), 2) dieta contendo 30% da MS de caroço de algodão (CA) e 3) dieta contendo 30% da MS de caroço de algodão e 500 UI de vitamina E/kg de matéria seca da ração (CAE; Tabela 9).

A relação volumoso:concentrado foi de 14:86, sendo o bagaço de cana de açúcar a fonte de volumoso da dieta, e o concentrado composto de milho grão seco, polpa cítrica, caroço de algodão e farelo de soja. A dieta foi fornecida uma vez ao dia pela manhã *ad libitum*. A vitamina E utilizada foi a "Lutavit E 50" da BASF, composta por 50% de alfa tocoferol acetato.

Os animais permaneceram confinados e foram abatidos aos 83, 104 e 111 dias de confinamento, de acordo com os blocos pré-estabelecidos no início do experimento, os animais mais pesados foram abatidos aos 83 dias e os mais leves aos 111 dias de confinamento.

Tabela 9 - Ingredientes e composição química das dietas

Item	Dieta <sup>1</sup>		
	C	CA	CAE
Ingrediente (%MS)			
Caroço de algodão	-	30,47	30,47
Milho moído	57,22	28,14	28,14
Polpa cítrica peletizada	18,3	18,3	18,3
Bagaçõ de cana desidratado	13,42	13,42	13,42
Farelo de soja 45%	8,17	8,17	8,17
Mistura mineral <sup>2</sup>	0,6	0,6	0,6
Calcário	0,4	0,4	0,4
Ureia	1,37	0,27	0,27
Vitamina E (UI/kg MS)	-	-	500
Composição química(% MS)			
Matéria seca (% matéria natural)	89,19	91,04	91,04
Proteína bruta	15,19	16,7	16,7
Extrato etéreo	3,74	8,32	8,32
Fibra detergente neutro	23,46	35,74	35,74
Fibra detergente ácido	17,1	26,5	26,5
Lignina	5,53	13,69	13,69
Ca	1,57	1,82	1,82
P	1,27	1,47	1,47
Energia bruta (cal/ kg MS)	4007,03	4398,01	4398,01

<sup>1</sup>C: sem adição de caroço de algodão, CA: Dieta contendo caroço de algodão e CAE: Dieta contendo caroço de algodão e vitamina E (50% acetato de alfa tocoferol).

<sup>2</sup>estimativa da quantidade dos ingredientes na mistura mineral assumindo-se que o fosfato bicálcico, o cloreto de sódio e os sulfatos de cobalto e de cobre tenham 18, 40, 21 e 25% de P, Na, Co, e Cu, respectivamente.

#### 4.2.3 Abate, coleta de amostras e elaboração de hambúrgueres

Os animais permaneceram em jejum hídrico por 18 horas antes de cada abate, o mesmo foi realizado de acordo com os padrões do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA, no Abatedouro Escola da Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga. As carcaças foram resfriadas em câmara frigorífica por 24 horas a 2°C, para estabelecimento de *rigor mortis*.

Durante a desossa, foram colhidas amostras do músculo *Longissimus lumborum*, de cada animal, com 2,5 cm de espessura, embaladas a vácuo e congeladas para posteriores análises sensoriais. No mesmo momento, foram retiradas amostras de retalho traseiro magro e retalho traseiro gordo de cada tratamento para a elaboração dos hambúrgueres. As amostras

de músculo e gordura foram moídas separadamente em moedor industrial no Abatedouro da Universidade de São Paulo. Os ingredientes e a quantidade de matéria prima utilizadas na formulação dos hambúrgueres encontram-se na tabela 10. Após o preparo, os hambúrgueres foram moldados, pesando aproximadamente 90 g cada, embalados em embalagens de polietileno permeáveis ao oxigênio, armazenados a -18°C, até o momento das análises.

Tabela 10 - Composição do Hambúrguer

INGREDIENTE	%
Carne bovina	85,4
Gordura Bovina	12,0
Sal	2,0
Alho em pasta	0,3
Emulsificante (polifosfatos)	0,3
TOTAL	100

#### 4.2.4 Análises sensoriais

Foram realizados três tipos de testes sensoriais, o teste descritivo quantitativo, no qual foi avaliada a carne *in natura*, por meio de painel treinado. Os hambúrgueres foram avaliados com uso de testes afetivos (aceitação) e discriminativos (teste de diferença), com provadores não treinados.

##### 4.2.4.1 Teste descritivo quantitativo (*Carne in natura*)

O teste foi realizado na Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária – EMBRAPA Pecuária Sudeste – São Carlos, nas dependências do Laboratório de Análises de Carne (LAC), em cabines individuais, sob condições de temperatura e iluminação controladas.

Para avaliação sensorial da carne “*in natura*”, as amostras do músculo *Longissimus lumborum* foram descongeladas sob refrigeração (4°C) durante 24 horas, em seguida submetidas a tratamento térmico em forno elétrico da marca TEDESCO pré-aquecido a 180°C até atingir a temperatura de 71°C no centro geométrico (AMSA, 1995).

Tendo em vista que já existia um painel sensorial treinado para o produto carne *in natura*, as etapas de recrutamento de provadores e desenvolvimento de terminologia descritiva não foram realizadas. Para análise das amostras do músculo *Longissimus lumborum* foi realizada uma sessão de discussão de possíveis atributos esperados e um retreinamento do painel. Participaram aproximadamente 12 provadores treinados. A análise foi dividida em quatro sessões, sendo as três primeiras contendo sete amostras e a última sessão, seis amostras, totalizando 27 amostras por provador. As amostras foram codificadas com número de três dígitos e fornecidas uma de cada vez aos provadores de acordo com o balanceamento das amostras (FERREIRA et al., 2000). A ordem de apresentação foi balanceada entre os provadores com o objetivo de minimizar o efeito da ordem de apresentação nos julgamentos dos provadores. As amostras foram disponibilizadas aos provadores, acompanhadas de pão de forma para remoção de sabor residual e água para lavagem do palato.

Os dados foram coletados eletronicamente por meio do programa FIZZ (program for sensory analysis / Biosystem). A análise sensorial foi realizada a fim de avaliar as características de maciez (1: extremamente dura; 9: extremamente macia), suculência (1: extremamente seca; 9: extremamente suculenta), sabor característico e aroma característico (1: extremamente suave; 9: extremamente intenso). Além destes atributos, foram avaliadas as características de sabor estranho e aroma estranho, por uma escala variando de 1 (extremamente intenso) a 9 (nenhum).

#### 4.2.4.2 Teste afetivo (Hambúrguer)

O teste foi realizado nas dependências de uma Empresa comercial, em Pirassununga-SP. Para o teste afetivo foi realizada uma única sessão, na qual participaram 100 consumidores não treinados, para avaliação dos atributos de maciez, suculência, sabor e aroma utilizando a escala hedônica de nove pontos (MEILGAARD et al., 1999), sendo 9 - gostei muitíssimo e 1 – desgostei muitíssimo e os atributos sabor estranho e aroma estranho em 5 – muito forte e 1 – ausente (Anexo A).

As amostras foram codificadas com número de três dígitos e fornecidas uma de cada vez aos provadores de acordo com o balanceamento das amostras (FERREIRA et al., 2000). A ordem de apresentação foi balanceada entre os provadores com o objetivo de minimizar o efeito da ordem de apresentação nos julgamentos dos provadores. As amostras foram



acompanhadas de biscoito tipo água e sal para remoção de sabor residual e água para lavagem do palato.

Para o preparo das amostras os hambúrgueres foram retirados do congelador grelhados em chapa elétrica a 180°C, por quatro minutos de cada lado, até atingir um tempo total de oito minutos, monitorados por cronômetro digital.

#### 4.2.4.3 Teste discriminativo (Hambúrguer)

O teste foi realizado na Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária – EMBRAPA Pecuária Sudeste – São Carlos, nas dependências do Laboratório de Análises de Carne (LAC), em cabines individuais, sob condições de temperatura e iluminação controladas. Para o teste de diferença do controle, foram realizadas quatro sessões, tendo em média 23 pessoas por sessão. A 1ª sessão correspondeu ao primeiro abate (83 dias de confinamento), a 2ª sessão ao segundo abate (104 dias de confinamento) e a 3ª sessão ao terceiro abate (111 dias de confinamento). A amostra padrão destas sessões correspondeu ao hambúrguer proveniente de animais alimentados com a dieta C e as outras três amostras de hambúrgueres codificadas, foram respectivamente das dietas: C, sem caroço de algodão; CA contendo 30% MS de caroço de algodão e CAE contendo 30% MS de caroço de algodão e 500 UI de vitamina E/kg de matéria seca da ração.

A 4ª sessão teve como objetivo diferenciar os hambúrgueres dos animais alimentados com a dieta CA por diferentes períodos de confinamento, onde a amostra padrão (P) correspondeu ao hambúrguer dos animais alimentados com CA, confinados por 83 dias e as outras 3 amostras codificadas eram hambúrgueres provenientes de bovinos do tratamento CA, confinados por 83, 104 e 111 dias.

Para todas as sessões, as amostras (padrão + 3 amostras codificadas) foram fornecidas simultaneamente em uma bandeja para cada provador, este diferenciava as três amostras codificadas da amostra padrão e atribuía uma nota respectiva ao grau de diferença em relação ao sabor, sendo 0: nenhuma diferença e 9: extremamente diferente (Anexo B).

Para o preparo das amostras os hambúrgueres foram retirados do congelador e preparados em forno elétrico (marca TEDESCO) a 180°C, até atingirem temperatura interna do produto 71°C (AMSA, 1995), monitoradas com termopares. Em seguida, as amostras

foram porcionadas e disponibilizadas aos consumidores, acompanhadas de pão de forma para remoção de sabor residual e água para lavagem do palato.

#### 4.2.5 Análise estatística

Para as características obtidas na análise sensorial descritiva quantitativa (painel treinado) foi utilizado um delineamento em blocos ao acaso (painelista). Para estas características foi utilizado um modelo linear misto incluindo o efeito fixo de dieta e dias de confinamento e o efeito aleatório de bloco (painelista). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o procedimento MIXED do SAS® (version 9.2), que utiliza o método de máxima verossimilhança restrita para a obtenção das soluções dos efeitos fixos e aleatórios. Para o teste afetivo, os dados foram analisados utilizando o programa SAS, procedimento PROC MIXED. As médias foram comparadas utilizando o teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Em seguida análises multivariadas de correspondência foram realizadas para avaliar os efeitos de tipo de dieta e dos dias em confinamento sobre os atributos sensoriais da carne. A análise de correspondência é uma análise exploratória e é indicada para associar ou correlacionar características categóricas, uma vez que permite a identificação das variáveis e níveis das variáveis, neste caso atributos sensoriais, que estão mais associados com os tipos de dietas e o período de confinamento. Para estas análises foi utilizado o software STATISTICA 7.0. Os dados obtidos no teste de diferença do controle foram avaliados por análise de variância e as médias estimadas foram comparadas entre o tratamento controle com os demais tratamentos, utilizando o teste de comparação múltipla, teste de Dunnett. A significância foi declarada quando  $P < 0,05$ .

### 4.3 RESULTADOS

#### 4.3.1 Teste descritivo (carne “*in natura*”)

Os resultados da análise sensorial com painel treinado estão apresentados na tabela 11 e 12. Foi observada interação dieta x dias de confinamento, apenas para a maciez ( $P < 0,05$ ). Os animais alimentados com CAE e abatidos aos 111 dias de confinamento apresentaram

carnes mais macias, diferentemente daqueles que receberam a dieta C, independente dos dias de confinamento.

No entanto, houve diferença entre as dietas fornecidas para os atributos suculência, sabor característico, sabor estranho e aroma característico ( $P < 0,05$ ; Tabela 12). As carnes de bovinos alimentados com CA e CAE desenvolveram maior suculência e sabor característico mais intenso. Porém, propiciaram um sabor estranho mais intenso. As carnes dos animais que receberam CA apresentaram aroma mais intenso, quando comparadas àquelas do tratamento C, e a dieta CAE não diferiu destas dietas. Já o aroma estranho não apresentou diferenças entre as dietas nem dias de confinamento ( $P > 0,05$ ).

Tabela 11 - Características sensoriais do músculo *Longissimus lumborum*, de bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais por 83, 104 e 111 dias de confinamento

Característica	C			CA			CAE			P		
	83	104	111	83	104	111	83	104	111	Dietas	Dias	
Maciez <sup>1</sup>	4,58 <sup>e</sup> ±0,24	6,03 <sup>d</sup> ±0,27	6,13 <sup>d</sup> ±0,26	7,05 <sup>abc</sup> ±0,28	7,19 <sup>ab</sup> ±0,27	6,96 <sup>abc</sup> ±0,26	6,46 <sup>cd</sup> ±0,28	6,78 <sup>bc</sup> ±0,26	7,51 <sup>a</sup> ±0,28	<0,001	<0,001	0,002
Suculência <sup>1</sup>	5,04±0,25	5,74±0,28	5,01±0,27	5,83±0,29	5,85±0,27	5,55±0,27	5,86±0,29	5,68±0,27	5,70±0,29	0,030	0,208	0,394
Sabor característico <sup>1</sup>	4,73±0,29	5,33±0,32	5,08±0,31	6,01±0,33	5,96±0,32	6,23±0,31	5,73±0,33	5,89±0,31	5,98±0,33	<0,001	0,329	0,701
Sabor estranho <sup>2</sup>	7,85±0,38	7,11±0,42	7,37±0,41	7,09±0,43	5,97±0,42	6,40±0,41	6,88±0,44	6,79±0,41	6,84±0,43	0,004	0,057	0,642
Aroma característico <sup>1</sup>	5,59±0,29	5,97±0,32	5,13±0,31	6,25±0,32	6,12±0,31	6,46±0,31	5,77±0,33	6,03±0,31	5,96±0,32	0,005	0,605	0,170
Aroma estranho <sup>2</sup>	7,71±0,34	7,31±0,39	7,87±0,37	8,03±0,39	7,56±0,38	7,07±0,37	7,38±0,40	7,38±0,37	7,09±0,39	0,143	0,540	0,710

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, indicam que houve diferença pelo teste Tukey (P<0,05).

Escores atribuídos por meio da realização do Teste descritivo (painel treinado): <sup>1</sup> (9 = extremamente macia, extremamente suculenta, extremamente intensa; 1 = extremamente dura, extremamente seca, extremamente suave) <sup>2</sup> (9 = nenhum; 1 = extremamente intenso).

Dietas: C: sem adição de caroço de algodão, CA: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e CAE: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e 500 UI vitamina E (50% acetato de alfa tocoferol).

83, 104 e 111 dias de confinamento dos animais.

Tabela 12 - Características sensoriais do músculo *Longissimus lumborum*, de bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais

Característica	C	CA	CAE	EPM	Valor de P
Maciez	5,59 <sup>b</sup>	7,07 <sup>a</sup>	6,92 <sup>a</sup>	0,2	<0,001
Suculência	5,27 <sup>b</sup>	5,75 <sup>a</sup>	5,75 <sup>a</sup>	0,2	0,0300
Sabor característico	5,05 <sup>b</sup>	6,07 <sup>a</sup>	5,87 <sup>a</sup>	0,25	<0,001
Sabor estranho	7,45 <sup>a</sup>	6,49 <sup>b</sup>	6,84 <sup>b</sup>	0,32	0,0045
Aroma característico	5,57 <sup>b</sup>	6,28 <sup>a</sup>	5,93 <sup>ab</sup>	0,24	0,0053
Aroma estranho	7,63	7,77	7,29	0,28	0,1429

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, indicam que houve diferença pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

Escores atribuídos por meio da realização do Teste descritivo (painel treinado): <sup>1</sup> (9 = extremamente macia, extremamente succulenta, extremamente intenso; 1 = extremamente dura, extremamente seca, extremamente suave) <sup>2</sup> (9 = nenhum; 1 = extremamente intenso).

Dietas: C: sem adição de caroço de algodão, CA: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e CAE: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e 500 UI vitamina E (50% acetato de alfa tocoferol).

#### 4.3.2 Teste afetivo (Hambúrguer)

Houve interação entre dietas x dias de confinamento para os atributos maciez, suculência e sabor característico ( $P < 0,05$ ; Tabela 12). Os animais alimentados por 104 dias de confinamento, com CA, tiveram hambúrgueres mais macios, diferindo daqueles alimentados por 111 dias, com dieta C, observando-se menor aceitabilidade. Quanto à suculência, os hambúrgueres dos animais que receberam CAE alimentados por 111 dias agradaram mais os consumidores, que atribuíram maiores notas para este atributo, enquanto o grupo C que permaneceu confinado por 111 dias apresentou hambúrgueres com pior suculência.

Os hambúrgueres de bovinos alimentados com CAE por 111 dias agradaram os consumidores em relação ao sabor característico, diferindo daqueles hambúrgueres vindos de animais que receberam a dieta C por 83 dias.

Para o atributo sabor estranho observou-se diferença entre as dietas ( $P < 0,05$ ; Tabela 13). Os animais que foram alimentados com CA apresentaram hambúrgueres com sabor estranho mais forte do que aqueles que receberam a dieta CAE. No entanto, não foi observada diferença para o aroma estranho e aroma característico ( $P > 0,05$ ).

Tabela 13 – Teste de aceitação sensorial de hambúrgueres de bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais por 83, 104 e 111 dias de confinamento

Característica	C			CA			CAE			EPM		P	
	83	104	111	83	104	111	83	104	111	Dietas	Dias	*	
Maciez <sup>1</sup>	6,46 <sup>ab</sup>	7,03 <sup>ab</sup>	6,22 <sup>b</sup>	7,04 <sup>ab</sup>	7,14 <sup>a</sup>	7,04 <sup>ab</sup>	6,71 <sup>ab</sup>	6,42 <sup>ab</sup>	6,92 <sup>ab</sup>	0,24	0,004	0,626	0,021
Suculência <sup>1</sup>	6,49 <sup>ab</sup>	7,03 <sup>ab</sup>	6,41 <sup>b</sup>	6,92 <sup>ab</sup>	7,03 <sup>ab</sup>	6,9 <sup>ab</sup>	6,92 <sup>ab</sup>	6,5 <sup>ab</sup>	7,23 <sup>a</sup>	0,23	0,091	0,834	0,005
Sabor <sup>1</sup>	6,38 <sup>b</sup>	7,01 <sup>ab</sup>	6,66 <sup>ab</sup>	7,06 <sup>ab</sup>	7,08 <sup>ab</sup>	6,79 <sup>ab</sup>	6,87 <sup>ab</sup>	6,57 <sup>ab</sup>	7,25 <sup>a</sup>	0,24	0,167	0,661	0,018
Sabor estranho <sup>2</sup>	1,71	1,79	1,96	2,01	1,95	2,01	1,79	1,77	1,71	0,14	0,021	0,739	0,564
Aroma <sup>1</sup>	6,50	6,84	6,79	6,87	6,92	6,53	6,79	6,80	7,20	0,22	0,308	0,614	0,145
Aroma estranho <sup>2</sup>	1,84	1,57	1,76	1,80	1,90	1,87	1,65	1,60	1,79	0,14	0,073	0,357	0,385

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, indicam que houve diferença pelo teste Tukey (P<0,05).

Escore sensorial avaliado por meio de teste afetivo: 1 (9 = gostei muitíssimo; 1 = desgostei muitíssimo) <sup>2</sup> (1 = ausente; 5 = muito forte).

Dietas: C: sem adição caroço de algodão, CA: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e CAE: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e 500 UI vitamina E (50% acetato de alfa tocoferol).

83, 104 e 111 dias de confinamento dos animais.

Tabela 14 - Teste de aceitação sensorial de hambúrgueres de bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais

Característica	C	CA	CAE	EPM	Valor de P
Maciez <sup>1</sup>	6,57 <sup>b</sup>	7,08 <sup>a</sup>	6,69 <sup>b</sup>	0,18	0,0037
Suculência <sup>1</sup>	6,64	6,95	6,89	0,17	0,0906
Sabor <sup>1</sup>	6,69	6,98	6,90	0,18	0,1673
Sabor estranho <sup>2</sup>	1,82 <sup>ab</sup>	1,99 <sup>a</sup>	1,76 <sup>b</sup>	0,12	0,0212
Aroma <sup>1</sup>	6,71	6,78	6,94	0,16	0,3076
Aroma estranho <sup>2</sup>	1,72	1,86	1,68	0,11	0,0730

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, indicam que houve diferença pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ).

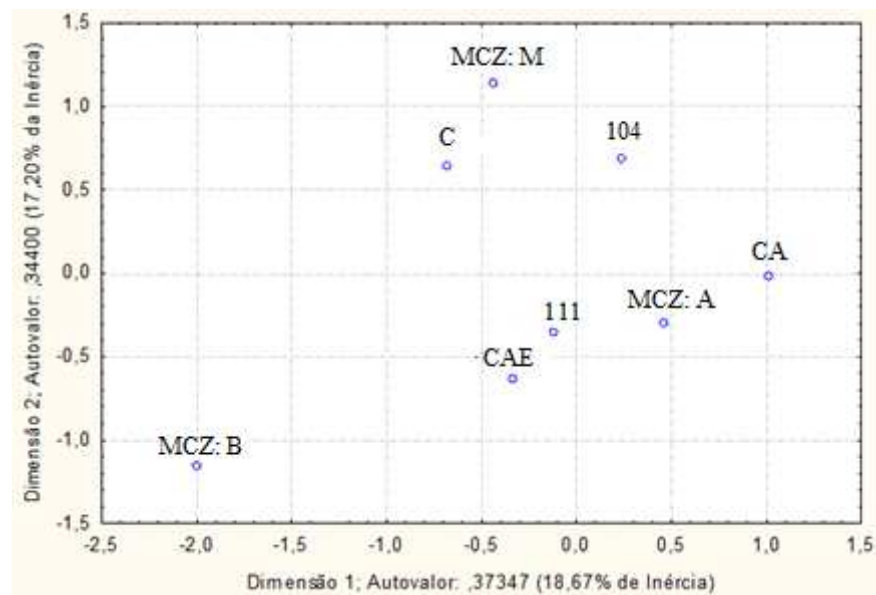
Escore sensorial avaliado por meio de teste afetivo: <sup>1</sup> (9 = gostei muitíssimo; 1 = desgostei muitíssimo) <sup>2</sup> (1 = ausente; 5 = muito forte).

Dietas: C: sem adição caroço de algodão, CA: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e CAE: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e 500 UI vitamina E (50% acetato de alfa tocoferol).

Foi realizada também análise de correspondência para as características do teste afetivo, os resultados estão demonstrados por meio das figuras 1, 2, 3, 4, 5, e 6, nos quais é possível associar os fatores estudados (dietas e dias de confinamento) com a aceitabilidade do consumidor, de acordo com a proximidade dos pontos, sendo A, M e B, correspondentes a aceitável, nem gostei nem desgostei e não aceitável, respectivamente.

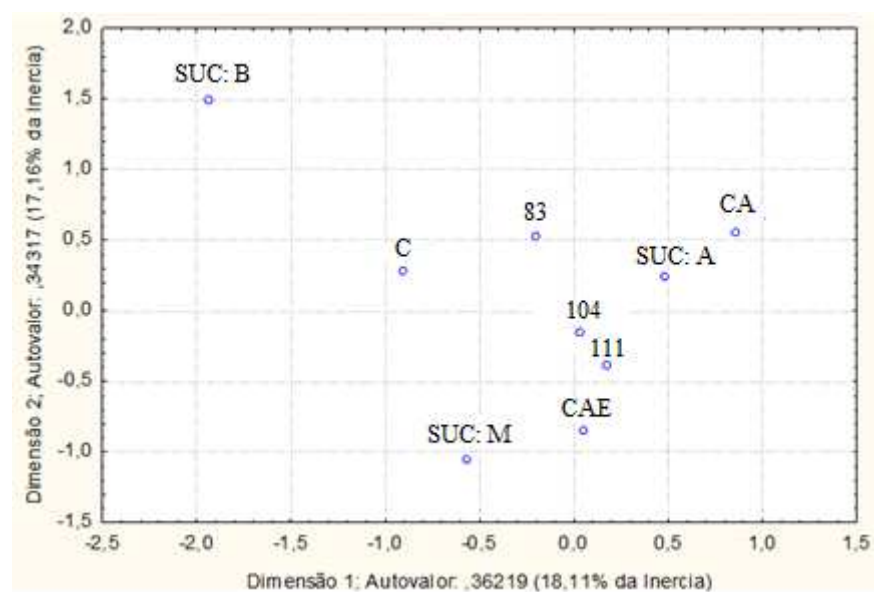
Para os atributos maciez, suculência e sabor, os quais foram influenciados pela interação dietas x dias de confinamento, as figuras facilitam a visualização de qual fator está mais relacionado com a aceitabilidade do consumidor. Notou-se que para a maciez, os animais alimentados com CA e CAE e abatidos aos 111 dias de confinamento apresentaram hambúrgueres mais macios (Figura 1), agradando os consumidores.

Figura 1 - Análise de correspondência para maciez de hambúrgueres bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais, por 83, 104 e 111 dias de confinamento



No entanto, para o atributo suculência, pode-se observar que os animais alimentados com CA apresentaram uma predisposição a terem hambúrgueres mais suculentos (Figura 2).

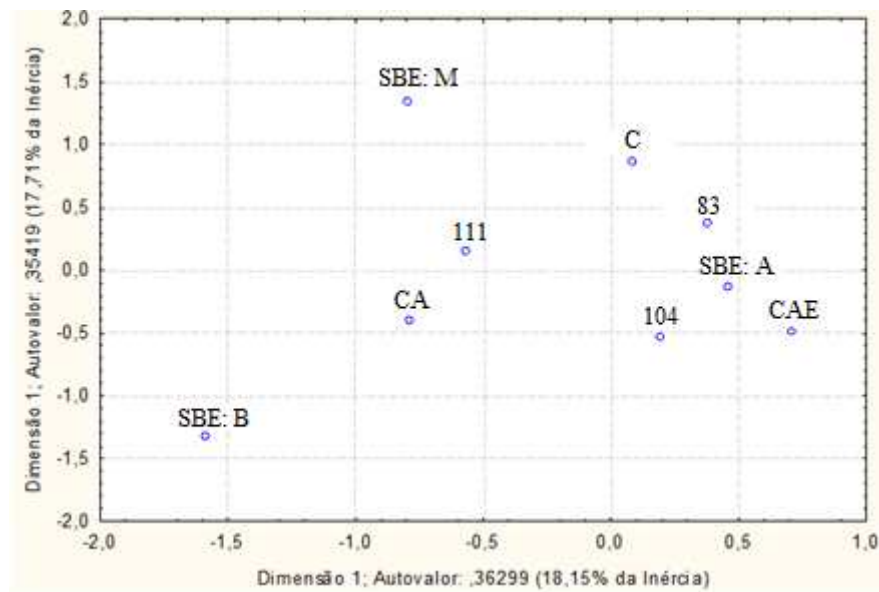
Figura 2 - Análise de correspondência para suculência de hambúrgueres bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais, por 83, 104 e 111 dias de confinamento





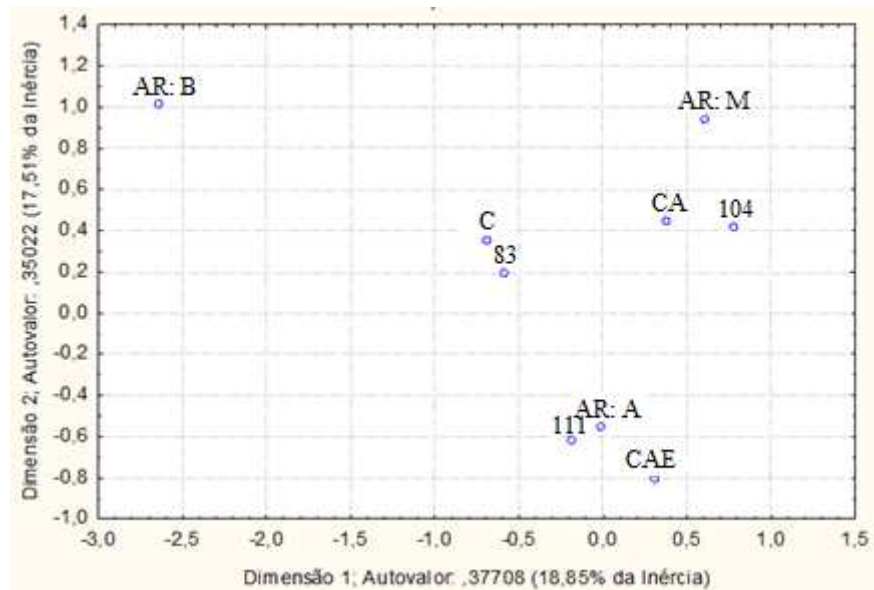
Entretanto, para a característica sabor estranho, a carne dos animais alimentados com CAE e a carne dos bovinos abatidos aos 83 e 104 dias de confinamento, apresentaram uma tendência a agradar mais os consumidores (Figura 3), ao contrário do tratamento CA.

Figura 3 - Análise de correspondência para sabor estranho de hambúrgueres bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais, por 83, 104 e 111 dias de confinamento



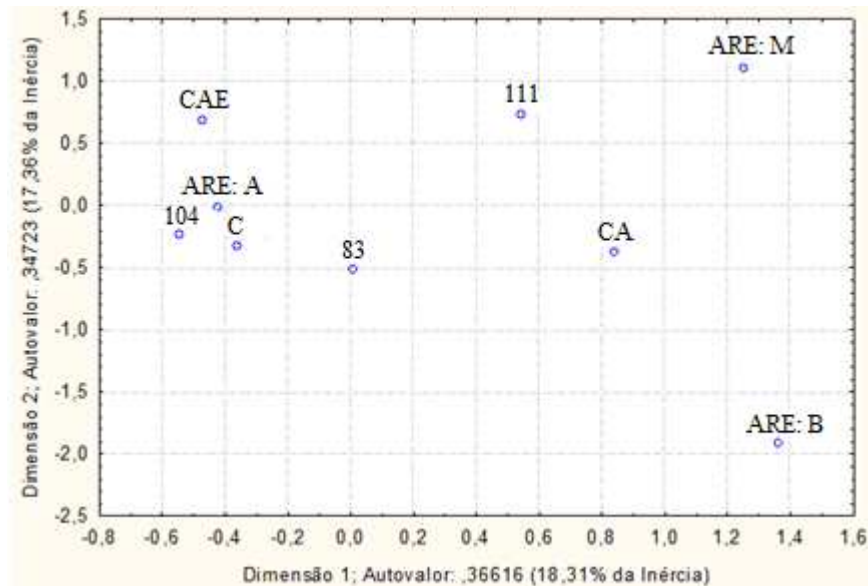
Nota-se, para a característica aroma, que os hambúrgueres de CAE e de bovinos abatidos aos 111 dias de confinamento foram relacionados à maior aceitabilidade do consumidor (Figura 4), sugerindo que a adição de vitamina E propiciou carne com aroma mais agradável, quando comparado apenas à CA ou C, o mesmo pode ser concluído para o atributo sabor estranho.

Figura 4 - Análise de correspondência para aroma de hambúrgueres bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais, por 83, 104 e 111 dias de confinamento



Contudo, para o aroma estranho, os hambúrgueres provenientes de C, CAE e de bovinos abatidos aos 104 dias apresentaram maior aceitabilidade (Figura 5), indicando que os hambúrgueres do tratamento CA resultaram em um aroma estranho mais intenso, perceptível ao consumidor.

Figura 5 - Análise de correspondência para aroma estranho de hambúrgueres bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais, por 83, 104 e 111 dias de confinamento



#### 4.3.3 Teste discriminativo (Hambúrguer)

O teste de diferença do controle permitiu verificar se os hambúrgueres provenientes da dieta CA e CAE diferem em relação ao sabor dos hambúrgueres do grupo C dentro de cada período de confinamento, além de diferenciar os hambúrgueres correspondentes a dietas CA dos animais abatidos aos 104 e 111 dias de confinamento daqueles que permaneceram apenas por 83 dias. Os resultados avaliados por análise de variância e testes de médias de Dunnett demonstraram que não houve diferença significativa entre os hambúrgueres provenientes dos animais que foram alimentados com as três dietas e abatidos aos 83 dias de confinamento ( $P > 0,05$ ), indicando que a utilização de caroço de algodão durante 83 dias não altera o sabor da carne, porém o mesmo não foi observado para os hambúrgueres dos animais abatidos aos 104 e 111 dias de confinamento, durante estes períodos de alimentação já é perceptível ao consumidor uma diferença no sabor dos hambúrgueres obtidos das dietas CA e CAE daqueles provenientes de C ( $P < 0,05$ ). Em relação aos hambúrgueres dos animais que receberam CA durante 104 e 111 dias de confinamento, estes não apresentaram diferença quanto aos que permaneceram por 83 dias recebendo esta mesma dieta, sugerindo que independente do período de alimentação a dieta contendo caroço de algodão influencia da mesma maneira o

produto cárneo. Os resultados do teste de diferença do controle estão expressos nas tabelas 14 e 15.

Tabela 15 - Teste de diferença do controle, para a característica sabor, de hambúrgueres de bovinos Nelore alimentados com as dietas experimentais, por 83, 104 e 111 dias de confinamento

Dias de confinamento	Dieta		
	C (Padrão)	CA	CAE
83	3,19	3,62	3,77
104	2,70 <sup>b</sup>	3,80 <sup>a</sup>	3,48 <sup>a</sup>
111	2,38 <sup>b</sup>	4,04 <sup>a</sup>	3,72 <sup>a</sup>

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, indicam que houve diferença pelo teste Dunnett ( $P < 0,05$ ). Dietas: C: sem adição caroço de algodão, CA: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e CAE: Dieta contendo 30% de caroço de algodão e 500 UI vitamina E (50% acetato de alfa tocoferol).

Tabela 16 - Teste de diferença do controle, para a característica sabor, de hambúrgueres de bovinos Nelore alimentados com 30 % MS de caroço de algodão por 83, 104 e 111 dias de confinamento

Dias de confinamento	Dieta
	CA
83 (Padrão)	3,056
104	3,352
111	3,463

CA: dieta contendo 30% de caroço de algodão

#### 4.4 DISCUSSÃO

De maneira geral as dietas CA e CAE resultaram em carnes mais macias e mais suculentas, como foi observado tanto na análise descritiva quanto afetiva, em ambos os produtos cárneos. Shibuya (2004), ao avaliar a maciez da carne de bovinos Simmental x Brangus alimentados com gordura protegida, 21% de caroço de algodão na MS e dieta controle, observou maior aceitabilidade dos consumidores pela carne dos animais que

receberam caroço de algodão, porém não houve diferença para o atributo suculência. Cònsolo et al. (2014), ao alimentar bovinos Nelore com 0, 8 16 e 24% de grão de soja na MS observaram que animais alimentados com 24% de grão de soja na dieta receberam melhores notas para a maciez.

A maciez da carne, verificada por meio de análise sensorial, pode estar relacionada com a gordura subcutânea das carcaças, pois os animais alimentados com caroço de algodão (CA e CAE) tiveram uma maior proporção de tecido adiposo na carcaça 2,0, 4,1 e 3,3 para C, CA e CAE, respectivamente (vide capítulo anterior). A gordura subcutânea tem função de proteger a carcaça das baixas temperaturas observadas em câmaras de refrigeração (PEREIRA et al., 2000). Portanto, camadas espessas de gordura são mais eficazes como isoladores térmicos, pois minimizam o encurtamento das fibras musculares causada pela queda abrupta de temperatura na superfície do músculo, conseqüentemente evitam o enrijecimento da carne.

Segundo Felício (1998), a suculência está positivamente associada ao acabamento, grau de marmorização e à análise sensorial. Alguns atributos de qualidade da carne podem ser alterados devido à alimentação do animal, por meio de mudanças no conteúdo e composição da gordura ou produtos da reação de Maillard.

De acordo com Norman (1982); Pardi et al. (1993) e Aberle (2001), os fatores que afetam a textura e a maciez da carne são capacidade de retenção de água, quantidade de tecido conjuntivo, tipos de fibras e alterações *post mortem*. Contudo, Koohmaraie (1992), atribui 15% da variabilidade na maciez da carne bovina às diferenças em gordura intramuscular e colágeno, e salienta que o fator maturidade é comum a todos os sistemas de tipificação de carcaça bovina, porque há evidências de que a qualidade organoléptica da carne, principalmente a maciez, piora com o avanço da idade. Ao decorrer da idade, ocorre o aparecimento das ligações cruzadas intra e intermoleculares do colágeno, que se tornam estáveis molecularmente, de difícil desnaturação e, portanto, dificultando a digestão enzimática ou tratamentos térmicos. No entanto, o intervalo de tempo entre um abate e outro utilizado neste experimento é tão curto que não foi possível detectar diferenças evidentes entre os dias de confinamento.

Segundo Wood et al. (2003), há indícios de que os ácidos graxos influenciem a maciez e a suculência da carne, mas essas características são muito mais afetadas pela quantidade total de ácidos graxos do que pelo efeito individual deles. Andrae et al. (2011), ao alimentar bovinos Angus com duas variedades de milho, uma com elevada concentração de óleo e outra variedade típica (com baixa concentração de óleo), não observaram diferença entre as dietas para os atributos suculência, maciez, sabor característico e sabor estranho.

Em relação aos atributos aroma e aroma estranho, não foi observada diferença entre as dietas ou dias de confinamento para o aroma estranho em ambas às análises sensoriais. Entretanto, para aroma característico o painel treinado foi capaz de detectar um aroma mais intenso para as carnes dos animais alimentados com CA, com nota correspondente a ligeiramente intenso. Porém, a diferença foi de apenas um escore comparado com as carnes do grupo C que receberam o escore nem intenso nem suave. De acordo com Bowling et al. (1978) e Melton (1990) dietas ricas em energia melhoram o aroma e sabor da carne bovina.

Para a característica sabor, os consumidores comuns gostaram mais dos hambúrgueres provenientes de animais alimentados por 111 dias, com CAE, diferindo apenas do grupo C abatido após 83 dias, no qual resultaram em hambúrgueres menos saborosos. No entanto, com a utilização de painel treinado pode-se observar que CA e CAE resultaram em carnes com sabor mais intenso, independente do tempo de abate e da adição de vitamina E. De acordo com a discriminação da escala hedônica utilizada, este atributo foi classificado como ligeiramente intenso, diferindo de C, com escores de nem intenso nem suave, evidenciando que dietas com alto teor de EE e rica em grãos de oleaginosas resultam em produtos cárneos mais saborosos. O sabor da carne vermelha é altamente dependente da dieta, e em geral, dietas de grãos, com alta energia, propiciam um sabor mais intenso à carne do que dietas ricas em forrageiras, com baixa energia (MELTON, 1990). Além disso, Felicio (2000) descreveu o sabor da carne de zebuínos criados no Brasil está mais para intenso do que para brando.

Costa et al. (2013), ao adicionar 0, 14,35, 27,51 e 34,09% de caroço de algodão na dieta de bovinos Nelore, notaram um efeito negativo para os atributos aroma e sabor quando a adição de caroço de algodão na dieta foi maior do que 27,51% e 34,09%, respectivamente. Entretanto, o mesmo não foi observado no estudo de Cônsolo et al. (2014), para o aroma, sabor, aroma estranho e sabor estranho da carne não foram influenciados pela inclusão de até 24% de grão de soja na dieta de bovinos Nelore.

Mapiye et al. (2013) suplementaram bovinos com semente de girassol e de linhaça em dietas de alta forragem e observaram um sabor mais intenso nas carnes dos bovinos alimentados com semente de girassol, isto pode estar relacionado com a diferença na proporção de ômega 3 e 6 na gordura intramuscular. No geral, a oxidação de AGPI, induzida termicamente, produz compostos voláteis que podem contribuir para um sabor da carne desejável ou indesejável, dependendo do tipo, quantidades e proporções destes na carne (ELMORE et al., 1999).

Por outro lado, Juarez et al. (2012) não observaram alterações para os atributos de maciez, suculência, sabor característico e sabor estranho nas carnes de bovinos alimentados com 10% MS de semente de linhaça moída e vitamina E (451 e 1051 UI).

A maioria dos estudos têm mostrado uma menor aceitabilidade dos consumidores para a carne de animais alimentados com dietas ricas em AGI (CAMPO et al., 2006) devido ao aumento de compostos voláteis indesejáveis a partir da oxidação (YANG et al., 2002). Portanto, a inclusão de  $\alpha$ -tocoferol na dieta de animais tem sido uma estratégia para aumentar a estabilidade lipídica e reduzir o desenvolvimento de sabores estranhos na carne bovina (DELMORE et al., 1998; YANG et al., 2002).

A ausência de efeito da vitamina E para as características avaliadas no presente estudo pode ser devido a quantidade de vitamina E utilizada, apesar de existirem trabalhos com esta mesma concentração.

Em relação ao sabor estranho, os consumidores que realizaram o teste afetivo detectaram a presença de um sabor estranho nos hambúrgueres produzidos a partir de animais alimentados com CA. Porém, a nota atribuída a estes hambúrgueres foi correspondente ao escore fraco. No entanto, os hambúrgueres provenientes de CAE receberam notas significativamente menores, indicando ausência de sabor estranho. Por outro lado, na análise descritiva, ambas dietas CA e CAE apresentaram carne com sabor estranho mais intenso, com nota correspondente a ligeiramente suave, concluindo que a inclusão de vitamina E na dieta CAE, não foi eficiente para minimizar o efeito de sabor estranho, enquanto as carnes provenientes dos bovinos que receberam a dieta C corresponderam a moderadamente suave. Esta diferença entre os resultados das análises sensoriais poderia ser explicada devido ao tempero utilizado na formulação de hambúrgueres, pois poderia “camuflar” o sabor da carne, e até mesmo pelo treinamento realizado com os provadores de painel treinado, que apresentam o paladar mais apurado.

Esta diferença de sabor estranho pode estar associada à composição de ácidos graxos na carne, como por exemplo, a elevada concentração de ácido linoléico presentes nas carnes provenientes das dietas contendo caroço de algodão, 8,49% e 8,58% do total de ácidos graxos para CA e CAE respectivamente, e 5,67% para C (vide capítulo anterior). Segundo Calkins e Hodgen (2007), a oxidação dos ácidos graxos linoléico e araquidônico, durante o cozimento, originam respectivamente, 9-hidroxi-peróxido e 11- hidroxi-peróxido, que podem produzir 2,4-decadienal, 2-nonenal, hexanal e outros compostos importantes para a formação do sabor e aroma característicos da carne. Entretanto, quando em concentrações elevadas devido à oxidação do ácido linoléico, os compostos 2,4-decadienal e hexanal podem também produzir

efeitos indesejáveis no sabor e aroma da carne cozida. Esses produtos são encontrados usualmente em maiores concentrações na carne de animais alimentados com dietas ricas em grãos.

Ao considerar o teste de diferença do controle, o qual se estudou apenas a diferença da característica sabor em relação aos dias de confinamento, é notório que os animais alimentados com dietas contendo 30% de caroço de algodão apresentaram hambúrgueres com sabor diferente daqueles animais alimentados com a dieta C, sem a inclusão de caroço de algodão, independente da adição de vitamina E e dos dias de confinamento. Mesmo a primeira sessão não apresentando diferenças entre os hambúrgueres provenientes de animais alimentados com dietas CA e CAE daqueles que receberam C por 83 dias, este resultado foi esclarecido pela última sessão, na qual verificou-se que os hambúrgueres dos bovinos alimentados com CA por 83, 104 e 111 dias de confinamento não apresentaram diferença no sabor, concluindo que independente dos dias de utilização do caroço de algodão os hambúrgueres apresentam o mesmo sabor.

Não há trabalhos que associam a utilização de caroço de algodão em dietas de bovinos em terminação e o período de alimentação, simultaneamente sobre as características organolépticas da carne. Costa et al. (2013), ao alimentar bovinos Nelore, por 94 dias em confinamento recebendo diferentes níveis de caroço de algodão, notaram a presença de sabor estranho na carne com inclusão de 34,09% de caroço de algodão. Por outro lado, ao utilizarem apenas 9,5% MS de caroço de algodão por cerca de 180 dias de confinamento Medeiros et al. (2005) concluíram que a utilização de 9,5% não influenciou o sabor da carne, mesmo por tempo prolongado.

Gibb et al. (2004) avaliaram os efeitos da inclusão de 10,8 e 14% MS de sementes de girassol na dieta de bovinos britânicos por 172 dias de confinamento, com inclusão de 1000 UI/animal/dia de vitamina E, não observou alteração do sabor, assim como Pesce (2008) não encontrou diferença na carne de bovinos alimentados com 0, 10, 20% de caroço de algodão por 81 dias de confinamento.

É importante salientar que além da proporção de caroço de algodão utilizada na dieta de bovinos e do período de alimentação, há outros fatores que influenciam as características sensoriais da carne, tais como, a variedade do caroço de algodão utilizado, a forma de armazenagem do ingrediente, a proporção volumoso:concentrado e o tipo de volumoso e concentrado acrescentados a dieta podem modificar o produto final.



#### 4.5 CONCLUSÃO

A inclusão de 30% MS de caroço de algodão na dieta de bovinos Nelore resultou em produtos cárneos com maior maciez e suculência. Porém afetou negativamente o sabor do produto cárneo final, tanto carne “in natura” quanto hambúrgueres, conferindo-lhes um sabor estranho, independente do período em que o animal permaneceu confinado. Em geral, a adição de 500 UI/animal/dia de vitamina E não foi vantajosa quanto às características sensoriais dos produtos cárneos avaliados.

## REFERÊNCIAS

- AALHUS, J. L.; DUGAN, M. E. R. Spoilage, factors affecting (b) oxidative and enzymatic. In: JENSEN, W. K.; DEVINE, C.; DIKEMAN, M. (Ed.). **Encyclopedia of meat sciences**. Oxford: Elsevier, 2004. p. 1330–1336.
- ABERLE, E. D. **Principles of meat science**. 4. ed. Dubuque, Iowa: Kendall Hunt, 2001.
- AFMAN, L.; MULLER, M. Human nutrigenomics of gene regulation by dietary fatty acids. **Progress in Lipid Research**, v. 51, p. 63–70, 2012.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION (AMSA). Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrumental tenderness measurements of fresh meat. Chicago, IL: National Livestock and Meat Board, 1995. 48 p.
- ANDRAE, J. G.; DUCKETT, S. K.; HUNT, C. W.; PRITCHARD, G. T.; OWENS, F. N. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 582-588, 2011.
- ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza: Acribia, 1994. 198 p.
- ARISSETO, A. P. **Avaliação da qualidade global do hambúrguer tipo calabresa com reduzidos teores de nitrito**. 2003. 145 p. Dissertação - (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).
- BERNARD, C.; CASSAR-MALEK, I.; LE CUNFF, M.; DUBROEUCQ, H.; RENAND, G.; HOCQUETTE, J-F. New indicators of beef sensory quality revealed by expression of specific genes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 55, p. 5229- 5237, 2007.
- BLOOMBERG, B. D.; HILTON, G. G.; HANGER, K. G.; RICHARDS, C. J.; MORGAN, J. B.; VAN OVERBEKE, D. L. Effects of vitamin E on colour stability and palatability of strip loin steaks from cattle fed distillers grains. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 3769–3782, 2011.
- BOWLING, R. A.; RIGGS, J. K.; SMITH, G. C.; CARPENTER, Z. L.; REDDISH, R. L.; BUTLER, O. D. Production, carcass and palatability characteristics of steers produced by different management systems. **Journal of Animal science**, Champaign, v. 46, n. 2, p. 333-340, 1978.
- CALKINS, C. R.; HODGEN, J. M. A fresh look at meat flavor. **Meat Science**, Barking, v. 77, p. 63-80, 2007.
- CAMPO, M. M.; NUTE, G. R.; HUGHES, S. I.; ENSER, M.; WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I. Flavour perception of oxidation in beef. **Meat Science**, Barking, v. 72, n. 2, p. 303–311, 2006.
- CÔNSOLO, N. R. B.; GARDINAL, R.; GANDRA, J. R.; FREITAS JUNIOR, J. E.; RENNÓ, F. P.; SANTANA, M. H. A.; PFLANZER JUNIOR, S. B.; PEREIRA, A. S. C. High levels of whole raw soybean in diets for Nellore bulls in feedlot: effect on growth performance, carcass

traits and meat quality. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v. 99, p. 201-209, 2014.

COSTA, D. P. B.; ROÇA, R. O.; COSTA, Q. P. B.; LANNA, D. P. D.; LIMA, E. S.; BARROS, W. M. Meat characteristics of Nelore steers fed whole cottonseed. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 42, n. 3, p. 183-192, 2013.

CRANSTON, J. J.; RIVERA, J. D.; GALYEAN, M. L.; BRASHEARS, M. M.; BROOKS, J. C.; MARKHAM, C. E.; MCBETH, L. J.; KREHBIEL, C. R. Effects of feeding whole cottonseed and cottonseed products on performance and carcass characteristics of finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 8, p. 2186-2199, 2006.

DELMORE JUNIOR, R. J.; SCHMIDT, G. R.; TATUM, J. D.; SOFOS, J. N.; SMITH, G. C. Supplementation of vitamin E to bovine females in “white cow”, mature beef, upgrading programs. **Journal of Muscle Foods**, Hoboken, v. 9, n. 2, p. 153–171, 1998.

ELMORE, J. S.; MOTTRAM, D. S.; ENSER, M.; WOOD, J. D. Effect of the polyunsaturated fatty acid composition of beef muscle on the profile of aroma volatiles. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 47, n. 4, p. 1619–1625, 1999.

FAUSTMAN, C.; CASSENS, R. G.; SCHAEFER, D. M.; BUEGE, D. R.; WILLIAMS, S. N.; SCHELLER, K. K. Improvement of pigment and lipid stability in Holstein steer beef by dietary supplementation with vitamin E. **Journal of Food Science**, Hoboken, v. 54, p. 858-862, 1989.

FELÍCIO, P. E. Avaliação da qualidade da carne bovina. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, Campinas. **Anais...**São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), 1998. p. 92-99.

FELÍCIO, P. E. Qualidade carne Nelore e o mercado mundial. In: SEMINÁRIO DO PMGRN: Comemoração dos 32 anos do GEMAC, 2000, Ribeirão Preto: Departamento de Genética, Faculdade de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2000. CD-ROM.

FERREIRA, V. L. P. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas, SP.: SBCTA, 2000. 127 p.

GIBB, D. J.; OWENS, F. N.; MIR, P. S.; MIR, Z.; IVAN, M.; MCALLISTER, T. A. Value of sunflower seed in finishing diets of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 2679-2692, 2004.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. C. **Free radicals in biology and medicine**. 6. ed. New York: Oxford University, 2007. 851 p.

JUÁREZ, M.; DUGAN, M. E. R.; ALDAI, N.; BASARAB, J. A.; BARON, V. S.; MCALLISTER, T. A.; AALHUS, J. L. Beef quality attributes as affected by increasing the intramuscular levels of vitamin E and omega-3 fatty acids. **Meat Science**, Barking, v. 90, p. 764-769, 2012.

KOOHMARAIE, M. Role of the neutral proteinases in postmortem muscle protein degradation and meat tenderness. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 45., 1992, Knoxville.1992, Knoxville. **Proceedings...** Knoxville: American Meat Science Association, 1992. p. 63-71.

LAWRIE, R. A. Calidad comestible de la carne. In: LAWRIE, R. A. *Ciencia de la carne*. 3. ed. Zaragoza: Acribia, 1998. Cap. 10, p. 245-292.

MAPIYE C.; AALHUS J. L.; TURNER T. D.; ROLLAND D. C.; BASARAB J. A.; BARON V. S.; McALLISTER T. A.; BLOCK H. C.; UTTARO B.; LOPEZ-CAMPOS O.; PROCTOR, S. D.; DUGAN, M. E. Effects of feeding flaxseed or sunflower-seed in high-forage diets on beef production, quality and fatty acid composition. **Meat Science**, Barking, v. 95, p. 98–109, 2013.

MEDEIROS, S. R.; TORRES, R. A. A.; BITENCOURT, L. P.; SILVA, M. C.; ROMERO, J. V.; ALBERTINI, T. Z.; CARPEJANI, G. C.; CÁCERES, C. A. Efeito do caroço de algodão na qualidade do “Longissimus dorsi” de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.

MEILGAARD, D.; CIVILLE, G. V.; CAN, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. Boca Raton: CRC Press, FL, USA, 1999.

MELTON, S. L. Effects of feeds on flavor of red meat: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 4421-4435, 1990.

MUÑOZ, A. M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992, 240 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrients requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington: National Academy of Sciences, 1989, 157 p.

NORMAN, G. A. Effect of breed and nutrition on the productive traits of beef cattle in South-East Brazil: part 3 – Meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 6, p. 79-96, 1982.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. CEGRAF-UFG, Niterói: EDUFF, 1993, v. 1.

PEREIRA, L. P.; RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; SILVA, J. H. S.; MUEHLMANN, L. D. Desenvolvimento ponderal de bovinos de corte de diferentes grupos genéticos de charolês x nelore inteiros ou castrados aos oito meses. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, p. 1033–1039, 2000.

PESCE, D. M. C. **Efeito da dieta contendo caroço de algodão no desempenho, Nelore confinados**. 2008. 138 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

ROGÉRIO, M. C. P.; BORGES, I.; SANTIAGO, G. S.; TEIXEIRA, D. A. B. Uso do caroço de algodão na alimentação de ruminantes. **Arquivo de Ciência Veterinária e Zoologia**, Umuarama, v. 6, p. 75-80, 2003.

SHIBUYA, C. M. **Análise sensorial da carne (m. L. dorsi) de novilhos terminados com dietas de milho seco vs. úmido, com ou sem gordura protegida (Lactoplus), e de lactoplus vs. caroço de algodão**. 2004. 69 p. Dissertação (Mestrado) - Cinara Milanez Shibuya. – Campinas, SP: Campinas, 2004.

STONE, H.; BLEIBAUM, R.; THOMAS, H. A. **Sensory Evaluation Practices**. 4. ed., San Diego, CA: Elsevier Academic Press, 2012. Chap. 6.

STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R. C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analyses. **Food Technology**, Chicago, v. 28, n. 11, p. 24–34, 1974.

WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. Tenderness classification of beef: IV. Effect of USDA quality grade on the palatability of "tender" beef longissimus when cooked well done. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 882-888, 1999.

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.

YANG, A.; BREWSTER, M.; BEILKEN, S.; LANARI, M.; TAYLOR, D.; TUME, R. K. Warmed over flavor and lipid stability of beef: Effects of prior nutrition. **Journal of Food Science**, Hoboken, v. 67, n. 9, p. 3309–3313, 2002.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do caroço de algodão em dietas para bovinos de corte confinados, de acordo com a literatura, é uma alternativa viável, a fim de reduzir custos de produção e impacto ambiental pelo escoamento de resíduos, além de apresentar altos teores de lipídios, principalmente ácidos graxos insaturados (AGI), que possibilitam elevar a densidade energética das dietas sem redução dos teores de fibra e proteínas, e aumentar a concentração de AGI no produto final.

No entanto, em relação à qualidade da carne, não é recomendada a inclusão de altas porcentagens de caroço de algodão (30% MS) para bovinos de corte em terminação. Em relação à composição de ácidos graxos da carne, houve um aumento de ácido graxo linoléico e linolênico. Porém, a relação n6/n3, apresentou-se desfavorável à saúde humana.

Ao considerar as características sensoriais da carne, a inclusão de 30% MS de caroço de algodão em dietas para bovinos de corte confinados, resultou em sabor estranho na carne, sendo perceptível aos provadores, tanto os consumidores, quanto os painelistas treinados de carne.

Em geral, a utilização de 500 UI/animal/dia de vitamina E, como antioxidante não foi eficaz para as características estudadas.

Quanto aos dias de confinamento, maiores períodos de confinamento propiciaram carnes menos saudáveis. E independentemente do período de alimentação dos animais consumindo caroço de algodão, atribuiu-se sabor estranho aos produtos cárneos.

## ANEXO A

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_

Você esta recebendo uma amostra de hambúrguer bovino, avalie-a sobre o quanto você **GOSTOU** ou **DESGOSTOU** em relação à maciez, suculência, sabor e aroma, utilizando as escalas abaixo. Utilize a bolacha e a água entre as amostras para limpar a boca.

AMOSTRA Nº \_\_\_\_\_

**MACIEZ**

- Gostei muitíssimo  
 Gostei muito  
 Gostei moderadamente  
 Gostei ligeiramente  
 Não gostei nem  
 desgostei  
 Desgostei ligeiramente  
 Desgostei  
 moderadamente  
 Desgostei muito  
 Desgostei muitíssimo

**SUCULÊNCIA**

- Gostei muitíssimo  
 Gostei muito  
 Gostei moderadamente  
 Gostei ligeiramente  
 Não gostei nem  
 desgostei  
 Desgostei ligeiramente  
 Desgostei  
 moderadamente  
 Desgostei muito  
 Desgostei muitíssimo

**SABOR**

- Gostei muitíssimo  
 Gostei muito  
 Gostei moderadamente  
 Gostei ligeiramente  
 Não gostei nem  
 desgostei  
 Desgostei ligeiramente  
 Desgostei  
 moderadamente  
 Desgostei muito  
 Desgostei muitíssimo

**AROMA**

- Gostei muitíssimo  
 Gostei muito  
 Gostei moderadamente  
 Gostei ligeiramente  
 Não gostei nem  
 desgostei  
 Desgostei ligeiramente  
 Desgostei  
 moderadamente  
 Desgostei muito  
 Desgostei muitíssimo

**SABOR ESTRANHO**

- Muito forte  
 Forte  
 Moderado  
 Fraco  
 Ausente

**AROMA ESTRANHO**

- Muito forte  
 Forte  
 Moderado  
 Fraco  
 Ausente

 Obs: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

 Obs: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

## ANEXO B

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_

Você está recebendo uma amostra padrão (P) e 3 amostras codificadas. Prove a amostra padrão e em seguida, prove cada uma das amostras codificadas e avalie, na escala abaixo, o quanto cada amostra codificada difere, em relação ao sabor, da amostra padrão.

0 = nenhuma diferença

1

2

3

4

5

6

7

8

9 = extremamente diferente

AMOSTRA	GRAU DE DIFERENÇA

COMENTÁRIOS: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_