

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Impacto em características qualitativas de carne bovina *in natura*
decorrente do manejo nutricional e de tecnologias pós-abate, e sua
relação com grupo genético**

Carolina de Castro Santos

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e
Pastagens

**Piracicaba
2011**

Carolina de Castro Santos
Médico Veterinário

Impacto em características qualitativas de carne bovina in natura decorrente do manejo nutricional e de tecnologias pós-abate, e sua relação com grupo genético

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010

Orientador:
Prof. Dr. **EDUARDO FRANCISQUINE DELGADO**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2011

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Santos, Carolina de Castro

Impacto em características qualitativas de carne bovina in natura decorrente do manejo nutricional e de tecnologias pós-abate, e sua relação com grupo genético / Carolina de Castro Santos. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010. - - Piracicaba, 2011.

167 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

1. Abate - Técnicas 2. Ácidos graxos 3. Bovinos de corte 4. Carnes e derivados - Qualidade 5. Estimulação elétrica 6. Melhoramento genético animal 7. Nutrição animal
I. Título

CDD 636.213
S237i

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Dedico

Aos meus pais, Domingos e Janete pela dádiva da oportunidade. Sem ela, eu não teria chegado até aqui. Não posso deixar de citar que sem todo o amor e apoio que recebo diariamente de vocês, isso jamais teria sido possível. Amo vocês pra sempre...

Ao meu melhor amigo, incentivador, minha base, com quem sei que posso contar pra sempre, Felipe Tonato. Com você tenho aprendido o significado do verdadeiro amor.

Aos meus fiéis companheiros de todas as horas, July, Lazy, Ozzy, Bali, Amy e Nina, por todo amor e carinho que compartilhamos. Nesse momento, especialmente a Lazy, minha querida "Labragorda", que me ensinou o que é realmente ter força de vontade, o que é superação. Passamos por poucas e boas neste ano, mas vencemos, e hoje podemos comemorar nossa vitória. Você vai se curar e vamos continuar juntas nossa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao Prof. Eduardo Francisquine Delgado por todo apoio e incentivo durante esses sete anos de trabalho em conjunto. Obrigada pela paciência, por todos os ensinamentos, pela ajuda e compreensão em todos os momentos difíceis e principalmente, por ser tão humano. Além de orientador, sempre foi um amigo, uma pessoa com quem eu sempre soube que poderia contar. Tive sorte por ter um exemplo como o senhor. Muito obrigada!

Um agradecimento especial ao Prof. Raul Machado Neto, pelo exemplo de sabedoria e pelas importantes colaborações no trabalho durante o período de mestrado e do doutorado, na participação no comitê de pesquisa e no exame de Qualificação.

À minha co-orientadora Dra. Rhonda Miller, que possibilitou a minha ida aos Estados Unidos para a realização do doutorado “Sanduíche” e a todo o treinamento e experiências que vivi por lá. Graças a ela, pude colaborar na elaboração de dois artigos científicos e conhecer grandes pesquisadores na área de Ciência de Carnes.

Gostaria também de agradecer aos Pesquisadores da Embrapa Gado de Corte – MS, Doutores Gélson Dias Feijó, Sérgio Raposo de Medeiros e Roberto Augusto de Almeida Torres Júnior pela concessão do material biológico para a realização de um capítulo desta Tese, pela ajuda no desenvolvimento deste trabalho e pelas orientações e ajuda fornecida durante todo o período de coleta de amostras, execução das análises e pela preciosa ajuda na análise estatística.

Agradeço à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo pela oportunidade de realização do Doutorado, e pela concessão da bolsa de estudo feita pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos que viabilizou a ida ao exterior para a realização de parte do programa de Doutorado.

Agradecimento especial às professoras da FMVZ/UNESP, Dra. Vânia Maria de Vasconcelos Machado, Dra. Noeme Rocha, Dra. Sheila Canevese Rahal e ao Dr. Jean Guilherme Fernandes Joaquim por toda ajuda com a Lazy, desde a descoberta da doença até o tratamento fisioterápico. Muito obrigada por terem salvado a vida dela. Obrigada também pelas palavras de conforto nos momentos mais difíceis e pelo carinho e atenção com que sempre me trataram. Agradeço também aos residentes e colegas: Cristiane Estanislau, Débora Santos e Vivian Lima pela ajuda e atenção durante todo este período.

Gostaria de lembrar alguns nomes de contemporâneos do Laboratório de Anatomia e Fisiologia Animal como: Patrícia Pauletti, Liris Kindlein, Eric Leonardo, Ivan Stella, Anali Linhares, Priscila Robertina, Débora Moretti, Flávia Rafaela Silva, Ingrid Medina, Daiane Fausto e as integrantes mais recentes da equipe, Paula Panosso e Patrícia Ramos. Muito obrigada pelos bons momentos de convivência e companheirismo vividos em todos esses anos.

Agradecimento mais que merecido a colega, que hoje posso chamar de amiga, Daniele de Abreu Contin. Obrigada por tudo que tem feito pela Lazy e por mim. Palavras são pouco pra te agradecer.

Agradecimento especial a Lígia Maria de Souza Coelho, que tem me ensinado muitas coisas sobre a vida. Obrigada por tudo, pelos conselhos, pelo carinho, pela amizade e principalmente pela paciência. Obrigada por cuidar tão bem de mim.

Aos amigos de pós-graduação: Ana Carolina Dias, Ana Paula Dini, Bruno Pedreira, Davi Aquino, Diego Pequeno, Fernanda Savalio, Júlio Kuhn, Kerli Ninov, Lilian Techio Pereira, Márcio Lara, Murilo Guimarães, Salim Jacaúna, Sylvia Moraes. Obrigada por tudo e em especial agradeço ao pessoal que me ajudou com a Lazy, seja carregando ela no colo ou me acompanhando durante os exames e viagens e me dando suporte durante os momentos mais difíceis da doença.

Aos colegas do Animal Science Department na Texas A&M (Texas/EUA): Shannon Bennet, Jay Behrens, Tabitha Royball, Chrisly Phillips e Kyle Segner. Thank you all for the good moments, for all the trips and all the work done!!!

Agradecimento especial as amigas de sempre Meire de Andrade e Paula e Carolina Bozetti por terem cuidado de meus animais durante a minha estadia no exterior para a realização do doutorado sanduíche. Parte dessa conquista é de vocês. Muito obrigada de coração por todo apoio, não só neste momento, mas durante todo o período que estive em Piracicaba. Agradeço também a minha amiga de infância Cindy Moreira, a qual tive a felicidade de reencontrar na ESALQ, depois de anos sem contato. Muito obrigada pela força de sempre amiga. Gostaria de agradecer as minhas antigas colegas de república, Luiza Maretti e Brunna Cresppi, pela excelente convivência que tivemos durante o ano de 2009. Muito obrigada por tudo meninas, pelas conversas até altas horas da noite, pelo cuidado e carinho com os bichos e pelo companheirismo e amizade, que mantemos até hoje.

A Técnica de laboratório e amiga Maria Antônia Etchegaray, carinhosamente conhecida como Tuka, por toda ajuda e amizade nestes anos que estive na ESALQ. Agradecimento especial a Carlos César Alves, pela ajuda durante a realização das análises.

Gostaria de agradecer a Maria do Carmo Blackburn, que me acolheu como a uma filha durante a minha estada em College Station (Texas/EUA). Muito obrigada por tudo e muitas saudades de você! Aos amigos que tive o prazer de conhecer nos Estados Unidos, Bruna Rios Coelho Alves, Beryk Salab, Juliana Sena, Ximena Paez, Pedro Cavalcanti de Souza, MaryAnn Blackburn, Marcio Giacomoni, Carmen Gomes e Paulo Silva. Obrigada por tornar minha estadia mais agradável !!!

Epígrafe

"A ciência não é uma ilusão, mas seria uma ilusão acreditar que poderemos encontrar noutro lugar o que ela não nos pode dar"

Sigmund Freud

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	15
Referências.....	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
2.1 Qualidade da Carne Bovina.....	19
2.2 Maciez da carne bovina.....	20
2.3 Raças e cruzamentos bovinos.....	25
2.4 Produção de carne no Brasil.....	27
2.5 Utilização de suplementação em pastagens.....	31
2.6 Uso de caroço de algodão na dieta de bovinos.....	33
2.7 Produção de carne nos Estados Unidos.....	36
2.8 Pecuária orgânica: uma alternativa à produção de bovinos em confinamento.....	37
2.9 Consumo de carne bovina.....	38
2.10 Perfil de ácidos graxos na carne bovina.....	40
Referências.....	43
3 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE E DA UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS PÓS ABATE NA CARNE DE NOVILHOS BONSMARA ALIMENTADOS EM PASTAGENS DE INVERNO.....	56
Resumo.....	56
Abstract.....	56
3.1 Introdução.....	57
3.2 Material e Métodos.....	59
3.3 Resultados e discussão.....	66
3.3.1 Atributos de Rendimento e qualidade de carcaça (“Quality e Yield grade”) e pH.....	66
3.3.2 Força de cisalhamento.....	77
3.3.4 Análises Químicas.....	81
3.3.5 Efeitos da suplementação durante o pastejo e dos dias de confinamento.....	82
3.3.6 Uso de tecnologias pós-abate.....	85

3.4 Conclusões.....	87
Referências.....	88
4 COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS E CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DA CARNE DE NOVILHOS BONSMARA SUBMETIDOS A MANEJOS NUTRICIONAIS DIVERGENTES	94
Resumo.....	94
Abstract.....	94
4.1 Introdução.....	95
4.2 Material e métodos.....	97
4.3 Resultados e discussão.....	104
4.3.1 Animais	104
4.3.2 Medidas de cor da carne e da gordura subcutânea.....	105
4.3.3 Atributos descritivos de sabor e aroma da carne.....	113
4.3.4 Composição de ácidos graxos na carne e na gordura.....	116
4.4 Conclusões.....	124
Referências.....	124
5 QUALIDADE DA CARNE E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS EM DOIS CORTES PROVENIENTES DE NOVILHAS CRUZADAS BOS TAURUS E BOS INDICUS, ALIMENTADAS COM CAROÇO DE ALGODÃO.....	131
Resumo.....	131
Abstract.....	131
5.1 Introdução	132
5.2 Material e métodos.....	134
5.3 Resultados e discussão.....	141
5.3.1 Animais.....	141
5.3.2 Medidas de pH e cor da carne.....	141
5.3.3 Perfil de ácidos graxos.....	148
5.3.4 Força de Cisalhamento.....	152
5.3.5 Teor de gordura intramuscular (Extrato Etéreo- EE).....	155
5.4 Conclusões.....	157
Referências.....	158

RESUMO

Impacto em características qualitativas de carne bovina in natura decorrente do manejo nutricional e de tecnologias pós-abate, e sua relação com grupo genético

Um dos maiores desafios do setor produtivo de carne bovina está relacionado com a inconsistência na maciez. Várias estratégias de manejo nutricional e tecnologias pós-abate foram desenvolvidas com o intuito de diminuir a inconsistência na maciez. O objetivo deste trabalho foi avaliar a interferência dos sistemas de produção e das diferentes estratégias nutricionais sobre as características de qualidade e maciez da carne de bovinos Bonsmara e de outros cruzamentos entre *Bos taurus* e *Bos indicus*. A utilização de tecnologias pós-abate que melhorem essas características também foi avaliada. Para isso foram realizados dois experimentos, sendo um deles nos Estados Unidos (Texas-EUA), em duas cidades diferentes em dois anos consecutivos onde novilhos Bonsmara sob pastejo, recebendo ou não suplementação ou confinados, tiveram avaliadas as características de qualidade e rendimento de carcaça pelo sistema de classificação americano (USDA), o perfil de ácidos graxos e as características sensoriais. O outro estudo foi realizado no Brasil com animais somente confinados no qual foram avaliados em dois diferentes músculos, o perfil de ácidos graxos, a maciez, cor e teor de gordura na carne. Nos EUA, ano e local tiveram impacto significativo na qualidade, rendimento e maciez, independente do manejo nutricional utilizado, sendo que os animais confinados apresentaram melhores resultados, além de terem resolvido os efeitos limitantes de ano e local. A estimulação elétrica melhorou a cor e a textura da carne e, o tempo de maturação foi o mais eficiente em melhorar a maciez. Novilhos confinados tiveram a carne mais clara e a gordura com menor teor de amarelo quando comparados aos novilhos abatidos logo após o período de pastejo, bem como sabor mais característico de carne cozida e menos predominante de grama. O atributo intensidade de sabor foi mais alto nos animais suplementados. A gordura intramuscular (GIM) e subcutânea dos novilhos não confinados apresentou maiores teores de ácido α -linolênico. No Brasil, o fornecimento de caroço de algodão na dieta não foi suficiente para provocar modificação relevante no perfil de ácidos graxos nem nas características de maciez e cor da carne, embora sua inclusão tenha sido relacionada com menor teor de ácido α -linolênico. O período de maturação foi eficiente no músculo *Longissimus dorsi*, e não interferiu nos resultados do *Gluteo biceps*, cuja carne apresentou valores baixos de força de cisalhamento, no primeiro dia pós-abate. Animais com maior predominância de genótipo zebuino apresentaram menor teor de GIM e menor relação ω -6/ ω -3.

Palavras-chave: Bonsmara; Caroço de algodão; Cruzamento industrial; Estimulação elétrica; Maciez de carne; Perfil de ácidos graxos

ABSTRACT

Impact on quality characteristics of fresh beef due to nutritional management and post-harvest technologies, and their relationship to genetic group

One of the biggest challenges of the beef production sector is related to the inconsistency in tenderness. Several strategies of nutritional management and post-harvest technologies were developed with the aim of reducing the inconsistency in tenderness. The objective of this study was to evaluate the interference of production systems and nutritional strategies in the characteristics of quality and meat tenderness of beef from Bonsmara and Bos taurus and Bos indicus crosses. The use of post-harvest technologies that improve these characteristics was also evaluated. For this purpose two experiments were conducted, one in the United States (Texas, USA), in two different cities for two consecutive years where grazing Bonsmara steers, receiving or not supplementation or confined, had been evaluated for quality and carcass yield by American classification system (USDA), the fatty acid profile and sensory characteristics. The other study was performed in Brazil with confined animals where the fatty acid profile, tenderness, color and fat content were evaluated in two different muscles in the carcasses. In the U.S., year and location had significant impact on quality, yield and tenderness, regardless of nutritional management used, with the confined animals showing better results, beyond had solved the limiting effects of year and location. Electrical stimulation improved the color and texture of the meat, and aging time was the most effective in improving the tenderness. Feedlot steers had the lighter meat with the lowest yellow fat content, when compared to steers slaughtered immediately after the grazing period, as well as the most characteristic flavor of cooked meat and less dominant grass flavor. The attribute flavor intensity was higher in the supplemented animals. The intramuscular (IMF) and subcutaneous fat of the not confined steers had higher levels of α -linolenic acid. In Brazil, the supply of cottonseed in the diet was not enough to cause significant changes in fatty acid profile nor in tenderness and color characteristics of the meat, although its inclusion had been associated with lower levels of α -linolenic acid. Aging was efficient in the Longissimus muscle, and not interfere with the shear force (SF) results in the Gluteus biceps, whose meat had the lowest SF values on the first day post-slaughter. Animals with a predominance of zebu genotype had lower levels of IMF and lower ω -6/ ω -3 ratio.

Keywords: Bonsmara; Cottonseed; Crossbreds; Electrical stimulation; Fatty acids profile; Tenderness

1 INTRODUÇÃO

Devido a posição que o Brasil ocupa atualmente no mercado mundial de exportações de carne, é necessário que os produtores se preocupem em melhorar a qualidade da matéria prima oferecida. Um problema recorrente na pecuária de corte é a inconsistência na maciez (GARCIA et al., 2008). A maciez é considerada um dos atributos exigidos pelos consumidores na hora da compra da carne, mas nem sempre supre as expectativas, pois é influenciada por vários fatores intrínsecos aos animais como raça, idade e sexo e principalmente, aspectos genéticos (WHEELER et al., 1996). Sabe-se que a maciez diminui à medida que se aumenta a proporção de sangue zebuínio nos bovinos (WHIPPLE et al., 1990). No Brasil, a base genética utilizada para a produção de carne é oriunda de animais com grande contribuição de genótipos zebuínos, que afetam negativamente a maciez. Nos EUA, a maioria dos animais utilizados é derivada de genética taurina, com pequenas proporções de genótipos zebuínos, e com menores problemas de maciez. De qualquer forma, a inconsistência na maciez em cortes cárneos bovinos persiste, independente da genética utilizada.

Várias técnicas pré e pós-abate vêm sendo utilizadas para tentar resolver esta inconsistência e assegurar produtos com maciez garantida. Nos Estados Unidos, a maioria dos abatedouros comerciais utiliza como rotina a estimulação elétrica nas carcaças, visando melhorias na cor da carne, assegurando uma glicólise rápida e completa (SAVELL; SMITH, 1981). No Brasil, a estimulação elétrica é pouco utilizada. Outra técnica pós-abate utilizada é o processo de maturação dos cortes, que propicia o amaciamento através da ação das enzimas proteolíticas.

Já na fase pré-abate, algumas técnicas como a suplementação durante o pastejo ou o confinamento dos animais, podem favorecer a maciez na carne. Nos EUA, confinamentos compõem a maioria dos sistemas de produção de carne bovina, enquanto que no Brasil, a criação dos animais é mais extensiva, e apenas 13% dos animais abatidos são terminados neste tipo de sistema (FNP, 2007). Uma das vantagens da produção à pasto é a obtenção de um produto considerado nutricionalmente mais saudável por apresentar maiores níveis de ácidos graxos poliinsaturados, como o ácido linoléico conjugado (CLA) e uma menor relação entre Omega 6: Omega 3. Dentre os ácidos graxos poliinsaturados se destacam o linolênico,

que tem efeitos hipocolesterolêmicos e o CLA, recém descoberto como substância anticancerígena (De LA TORRE et al., 2006). Uma desvantagem deste sistema, que na verdade não é considerado um problema no Brasil, mas interfere no consumo de carne nos EUA é a alteração de sabor (“flavour”) que pode ocorrer na carne de animais que são terminados em pastagens. Em avaliações sensoriais, o sabor de grama é conhecido como “grassy flavour”, e é decorrente do tipo de forragem consumida pelos animais (MELTON, 1990). As forragens podem ser influenciadas pelo clima e local de cultivo e geralmente, animais terminados em pastagens acumulam menos gordura na carcaça, prejudicando também a suculência da carne. Animais confinados atingem a terminação em tempos inferiores, com maior acúmulo de gordura na carcaça, o que seria uma vantagem para um sistema produtivo mais eficiente que atenda a crescente demanda por carne de qualidade consistente.

Este trabalho aborda a avaliação de características de qualidade, maciez e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos da raça Bonsmara, criados em pastagens de grama-bermuda e azevém cultivadas em duas cidades dos Estados Unidos, em dois anos consecutivos. Para garantir a maciez da carne, suplementação durante o pastejo e confinamento foram utilizados, além de tecnologias pós-abate como estimulação elétrica, amaciamento mecânico e período de maturação. Para complementar essas informações, um estudo com fêmeas oriundas de cruzamentos com várias proporções de genótipos zebuínos e taurinos, recebendo dieta concentrada à base de caroço de algodão e abatidas jovens foi realizado no Brasil, avaliando algumas características de qualidade da carne como cor, maciez e perfil de ácidos graxos.

Um dos objetivos deste estudo é discutir aspectos relevantes na maciez da carne bovina em animais submetidos a diferentes manejos nutricionais e com utilização de técnicas pós-abate que possam assegurar este atributo, considerado decisivo na aquisição da carne pelo consumidor.

Referências

De LA TORRE, A.; DEBITON, E.; JUANÉDA, P.; DURAND, D.; CHARDIGNY, J.M.; BARTOMEUF, C.; BAUCHART, D.; GRUFFAT, D. Beef conjugated linoleic acid isomers reduce human cancer cell growth even when associated with other beef fatty acids.

British Journal of Nutrition, Cambridge, v.95, p.346-352, 2006.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **ANUALPEC 2007**: anuário da pecuária brasileira. São Paulo, 2007. 368 p.

GARCIA, L.G.; NICHOLSON, K.L.; HOFFMAN, T.W.; LAWRENCE, T.E.; HALE, D.S.; GRIFFIN, D.B.; SAVELL, J.W.; VANOVERBEKE, D.L.; MORGAN, J.B.; BELK, K.E.; FIELD, T.G.; SCANGA, J.A.; TATUM J.D.; SMITH, G.C. National Beef Quality Audit-2005: Survey of targeted cattle and carcass characteristics related to quality, quantity, and value of fed steers and heifers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 86, n.12, p. 3533-3543, 2008.

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

SAVELL, J.W.; SMITH, G.C. Electrical stimulation. In: NATIONAL BEEF GRADING CONFERENCE, 1981, Ames. **Proceedings...** Ames: Iowa State University, 1981. p. 100-103.

WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. Sampling, cooking, and coring effects on Warner-Bratzler shear force values in beef. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 74, p. 1553, 1996.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.E.; CROUSE, J. D.; HUNT, M. C.; KLEMM, R.D. Evaluation of attributes that affect *Longissimus* muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 68, p. 2716-2728, 1990.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Qualidade da Carne Bovina

Atualmente o Brasil é considerado o maior exportador de carne do mundo, tendo encerrado o ano de 2010 com 1,863 mil toneladas (em equivalente carcaça) exportadas, sendo 77% deste valor, carne “in natura”. Os principais países de destino desta carne são a Rússia, o Irã, o Egito e Hong Kong (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES - ABIEC, 2010). Devido à alta exigência dos mercados importadores, os produtores de carne brasileiros têm que se adequar e buscar uma produção mais sustentável, de qualidade consistente e que atenda todos os princípios impostos pelos compradores. No Brasil, devido à falta aplicação de um sistema de tipificação das carcaças, não há muitos incentivos ao produtor para produção de carcaças diferenciadas e, portanto, tem-se grande inconsistência nos animais abatidos nos frigoríficos. Geralmente, a maior parte do rebanho brasileiro é composto de animais zebuínos, puros ou cruzados, criados em sistemas extensivos, com pouca ou nenhuma suplementação, o que leva a uma idade de abate avançada (30 a 36 meses) e a produção de carcaças heterogêneas e de baixa qualidade. Além da falta de um sistema de classificação, a indústria paga somente pelo peso de carcaça quente, sem considerar as características quantitativas e qualitativas da carne, como o acabamento de gordura, maciez, rendimento, entre outras.

O aumento das exportações gerou no mercado interno um interesse maior pela qualidade dos produtos então, os frigoríficos passaram a procurar por produtores que forneçam animais mais jovens, com melhor acabamento de gordura e que tenham, potencialmente, matéria prima de melhor qualidade. Isso propiciou, por parte das Secretarias de Agricultura Estaduais, o incentivo à produção de novilhos precoces (24 a 30 meses) e super precoces (12 a 24 meses), por meio da redução de ICMS. Todavia, essas técnicas de produção ainda não se consolidaram em todo o país, sendo restrita a algumas regiões, como Sudeste e Sul e partes do Centro-Oeste.

Devido à falta de conhecimento e informação sobre a “qualidade” da carne, a maioria dos consumidores faz a escolha no momento da compra baseado em suas

expectativas pessoais no que se refere aos atributos de qualidade sanitária, nutritiva e organoléptica, além, obviamente, do preço criteriosamente estabelecido pelo justo valor (FELÍCIO, 2002).

O conceito de qualidade de carne é muito amplo e envolve diversos aspectos inter-relacionados, que englobam todas as etapas da cadeia agro-industrial, desde o nascimento do animal até o preparo para o consumo final da carne *in natura* e de produtos cárneos processados. O conceito em si varia conforme as regiões geográficas, as classes sócio-econômicas, as diferentes visões técnico-científicas, industriais e comerciais, questões culturais, entre outros aspectos. Oscila também de acordo com as características próprias de cada consumidor e com suas preferências individuais possuindo então muitas variáveis (BRIDI, 2003).

Tecnicamente, pode-se traduzir o termo “qualidade da carne” nas suas propriedades sensoriais (cor, textura, suculência, sabor, odor, maciez), tecnológicas (pH, capacidade de retenção de água), nutricionais (quantidade de gordura, perfil de ácidos graxos, grau de oxidação, porcentagem de proteínas, vitaminas e minerais), sanitárias (ausência de agentes contagiosos como Tuberculose, Encefalopatia Espongiforme Bovina, Salmoneloses), ausência de resíduos químicos e físicos (antibióticos, hormônios, dioxina ou outras substâncias contaminantes), éticas (bem-estar do homem e do animal) e de preservação ambiental (se o modo de produção não afeta a sustentabilidade do sistema ou provoca poluição ambiental).

2.2 Maciez da carne bovina

Dentre as características sensoriais mais relevantes, a maciez é o fator determinante na aceitação da carne bovina por parte dos consumidores (MORGAN et al., 1991; BOLEMAN et al., 1997) e é dependente de fatores *ante* e *post mortem*. Como fatores *ante-mortem* destacam-se o tipo genético, raça, sexo, estresse pré-abate, idade, nutrição, exercício, presença de tecido conjuntivo, espessura e comprimento de sarcômero (ZEOLA et al., 2002; ROÇA, 2000; HEDRICK et al., 1994; ROÇA; BONASSI, 1981). Os fatores *post mortem* são aqueles relacionados aos processos durante e após o abate como a utilização de estimulação elétrica, estabelecimento do *rigor mortis*,

resfriamento da carcaça, pH final, processo de maturação, aplicação de substâncias químicas (cálcio, enzimas), amaciamento mecânico, além do método e temperatura de cozimento. Considerando apenas fatores organolépticos na definição de qualidade da carne bovina, maciez, suculência e sabor são os principais quesitos na preferência do consumidor (CNA, 2000). Embora importantes para o consumidor suculência e sabor são características determinadas, principalmente, pelas escolhas do próprio consumidor ao preparar a carne, ou seja, a forma de preparo e o ponto de cocção, sendo menos variáveis e menos influenciadas por atributos genéticos ou ambientais inerentes ao animal do qual a carne é oriunda (FELÍCIO, 2005). Por outro lado, aspectos genéticos e fatores ambientais presentes durante o processo de criação do bovino predisõem a produção de carne mais ou menos macia (FELÍCIO, 1993). Portanto, o potencial genético de um animal para produzir carne macia, por exemplo, só será expresso em sua totalidade se o ambiente permitir.

Sabe-se que a maciez é resultado das modificações estruturais e químicas do componente miofibrilar durante o processo conhecido como maturação refrigerada da carne (KOOHMARAIE, 1992). Esse processo é dependente de um sistema de proteínas denominadas calpaínas. De acordo com vários estudos nessa área, afirma-se hoje que as calpaínas são responsáveis pela proteólise pós-morte, aumentando a maciez (KOOHMARAIE, 1988, 1992; GOLL et al., 1992; TAYLOR et al., 1995). Cerca de 80% ou mais da maciez resultante da proteólise que ocorre durante o armazenamento (de 2 a 4°C) nos primeiros 7 a 10 dias pós-morte pode ser atribuída as calpaínas (GOLL et al., 1992). Essas proteínas são produzidas pelos músculos como pró-enzimas ativadas por cálcio e contêm no seu sítio ativo um resíduo de cisteína, tendo três componentes principais: a m - calpaína ou calpaína tipo II (enzima que requer níveis mais elevados ou milimoles (mM) do íon cálcio), μ - calpaína ou calpaína tipo I (enzima que requer baixos níveis ou micromoles, μ M, do íon cálcio) e a Calpastatina, que tem como principal função inativar as calpaínas sendo também dependente de cálcio, regulando o sistema. Dransfield (1992) sugeriu que 44% da variação na maciez da carne pode ser explicada pela variação na atividade da calpaína I.

A calpastatina é inibidora das calpaínas impedindo a degradação das proteínas musculares por ocasião da estocagem das carcaças e cortes cárneos (KOOHMARAIE,

1994). Apresenta uma atividade "suicida", pois na sua presença, as calpaínas em vez de hidrolisarem as outras proteínas, hidrolisam as próprias calpastatinas (DOUMIT; KOOHMARAIE, 1999). A atividade da calpastatina medida 24 h pós-abate foi altamente correlacionada com a maciez da carne bovina maturada por 14 dias (WHIPPLE et al., 1990). O coeficiente de correlação entre o nível de atividade de calpastatina e a força de cisalhamento após 14 dias de maturação foi de 0,44, isto é, quanto maior a atividade de calpastatina, maior a força necessária para o corte da carne e, portanto menor a maciez. Entre espécies, quanto maior a atividade de calpastatina, maior é a força de cisalhamento medida na carne, sendo que dentre as espécies de carne vermelha a bovina apresenta maior teor de calpastatina e menor maciez, enquanto a espécie suína apresenta menor calpastatina e maior maciez (KOOHMARAIE et al., 1991).

Além das enzimas proteolíticas, outro fator definidor de maciez é o colágeno, que é responsável pelo patamar de maciez intrínseca da carne. As limitações produzidas pelo colágeno, presente no tecido conjuntivo intramuscular, na textura da carne são estabelecidas durante a vida do animal, enquanto a magnitude de contribuição das proteínas contráteis é resolvida durante o período de resfriamento da carcaça, podendo ser controlada (ROBERTSON et al., 1984). A quantidade total de colágeno, a organização molecular das fibras colágenas e os componentes da estrutura do colágeno foram considerados como variáveis explanatórias para a dureza da carne (DRANSFIELD, 1977; TORRESCANO et al., 2003). A quantidade de colágeno não se altera significativamente durante a vida do animal, se mantendo praticamente constante desde o nascimento até o abate (BAILEY; LIGHT, 1989). A solubilidade do colágeno, por sua vez, decresce com o aumento de peso vivo e da idade do animal, sendo esta característica diretamente relacionada com a maciez da carne (CROSS et al., 1973). Todavia, diferenças na solubilidade do colágeno intramuscular podem ocorrer devido ao ritmo de crescimento muscular (RENAND et al., 1994). Em um estudo utilizando vacas adultas, alimentadas por períodos diferentes com uma dieta de alta energia e proteína, foi constatado um aumento na solubilidade de colágeno e uma redução na força de cisalhamento com o tempo de alimentação, embora essas diferenças em maciez não tenham sido detectadas na avaliação sensorial (BOLEMAN et al., 1996).

No que se refere ao componente genético, tem sido observado que existem variações na maciez entre e dentro de raças bovinas (SHACKELFORD et al., 1994; WULF et al., 1996; SHERBECK et al., 1996; MAHER et al. 2004; SORIA; CORVA, 2004). Vários estudos demonstram que à medida que se aumenta o teor de genes *Bos indicus*, há uma redução na maciez da carne (O'CONNOR et al., 1997; SHERBECK et al., 1995, 1996; JOHNSON et al., 1990; WHIPPLE et al., 1990; CROUSE et al., 1987; McKEITH et al., 1985; PEACOCK et al., 1982; LUCKETT et al., 1975; CARROLL et al., 1964; RAMSEY et al., 1963; CARPENTER et al., 1961). Koch et al. (1982) e Crouse et al. (1987) relataram que a carne de F1 provenientes de cruzamentos com Brahman ou Sahiwal era menos macia do que a carne de F1 Hereford-Angus. Em 1996, Wheeler et al., publicaram um estudo fazendo a caracterização dos tipos biológicos de bovinos, com relação as características de carcaça e de palatabilidade do músculo *Longissimus dorsi*. Foram avaliadas as progênes provenientes do cruzamento de vacas Angus-Hereford com touros Hereford, Angus, Charolês, Gelbvieh, Pinzgauer, Shorthorn, Galloway, Longhorn, Nelore, Piemontês e Salers. Os valores de força de cisalhamento das progênes (abatidas em idade e peso constantes) obtidas com touros Nelore foi de 7,31 Kgf⁻¹, contra 5,68 Kgf⁻¹ para o Angus e 5,91 Kgf⁻¹ para o Charolês. Assim, maior maciez foi encontrada para animais de origem Britânica, como o Angus e Hereford, seguidas pelos animais de origem continental, sendo Charolês, Simental e Limousin exemplos de relevância. Os animais de origem zebuína apresentaram a menor maciez.

O sexo dos animais influencia o ganho de peso e a composição da carcaça de bovinos, afetando a maciez. Fêmeas atingem o ponto de abate mais cedo e com menor peso que os machos castrados, que por sua vez, terminam mais cedo e mais leves que machos inteiros (PURCHAS, 1991). Gerrard et al. (1987) relatam que não há diferença na maciez entre machos inteiros e castrados, mas a maioria dos estudos é contrária a essa afirmação e relatam maior maciez na carne de animais castrados (MULLER et al., 1983; RESTLE et al., 1996). Seideman et al. (1982), em uma revisão de diversos trabalhos, relataram que as carcaças de animais inteiros têm menos marmoreio, cor mais escura e menor maciez quando comparadas as carcaças de animais castrados. Um dos fatores que é apontado por interferir na maciez da carne de animais inteiros é a quantidade de glicogênio no momento pré-abate. Esses animais apresentam

comportamento mais agressivo e, na tentativa de estabelecer dominância, geram brigas e agitação durante o transporte ou nos currais de espera. Esta condição resulta em gasto de glicogênio muscular e conseqüente depleção das reservas, o que prejudica a curva de queda do pH, estabelecendo na carne a condição de “DFD” (carne escura, firme e seca, do inglês, Dark, firm, dry,). Immonen et al. (2000) conduziram uma série de experimentos comparando a concentração de glicogênio muscular em touros e novilhos castrados recebendo diferentes níveis de energia na dieta e concluíram que os novilhos apresentavam maior teor de glicogênio no momento do abate ($90 \times 72 \text{ mmol Kg}^{-1}$), além de maior potencial glicolítico ($182 \times 144 \text{ mmol lactato eq Kg}^{-1}$) que animais inteiros, no músculo *Longissimus dorsi*. Outro fator pode estar relacionado às características do tecido conjuntivo, principalmente na maior quantidade de colágeno insolúvel e maior maturidade de colágeno nos animais inteiros, interferindo negativamente na maciez (GERRARD et al., 1987; ZILIO et al., 2009). Segundo Wheeler et al. (1990) e Morgan et al. (1993) a diferença na maciez entre animais castrados e inteiros está relacionada com a maior atividade de calpastatina nos músculos de animais inteiros, inibindo a ação das enzimas proteolíticas (calpaínas).

O estresse pré-abate, decorrente de problemas relacionados ao manejo nos momentos que englobam desde a fase de terminação, o transporte, a espera no curral do frigorífico até o momento da insensibilização, gera alterações em toda a fisiologia muscular do animal, afetando a maciez e o processo de transformação do músculo em carne. Como já citado acima, o estresse causa depleção das reservas de glicogênio, interferindo na queda de pH e causando carne “DFD” (IMMONEN, 2000). Essa carne apresenta alterações na capacidade de retenção de água (CRA). Apesar de a maciez não ser diretamente afetada pela CRA, quando esta interfere na suculência, muda a percepção do consumidor na hora da ingestão. A suculência pode estar relacionada à quantidade de gordura intramuscular e ao pH final da carne (WINGER; HAGYARD, 1994). Além disto, a retenção de água relaciona-se à percepção de cor. A cor é um aspecto importante no momento da compra e sua intensidade depende da concentração e estado de oxidação da hemoglobina e mioglobina (pigmentos sangüíneos e musculares, respectivamente) (CORNFORTH, 1994). Varia também de

acordo com o músculo (devido as suas diferentes funções) e com a idade do animal (quanto mais velho, maior quantidade de mioglobina).

Os efeitos da nutrição dos animais sobre a maciez da carne estão relacionados ao tipo de alimento que é oferecido aos animais. A nutrição altera as taxas de crescimento, influenciando também na solubilidade do tecido conjuntivo. Animais alimentados somente em pastagens, sem o fornecimento de suplementação no período da seca, tendem a ter carne menos macia do que os animais alimentados com grãos durante a fase de terminação ou animais que receberam algum tipo de suplementação durante o pastejo (EUCLIDES et al., 1998, 2001, 2009). O tipo de forrageira oferecida influencia o ganho de peso e as características de carcaça. Novilhos pastejando grama Festuca tiveram menor peso de carcaça quente, menor espessura de gordura e “Quality Grade” inferior (padrão americano para avaliação de carcaça) aos animais que pastejaram trevo vermelho ou capim dos pomares (*Dactylis glomerata* L.) (LARICK et al., 1987).

2.3 Raças e cruzamentos bovinos

Dentre as raças mais utilizadas no Brasil para produção de carne, a zebuína é a de maior representatividade, sendo predominante a raça Nelore. A raça é oriunda da Índia e sofreu influência de outras 14 raças. Foi trazida pela primeira vez ao Brasil pelo Barão do Paraná em 1874 e desde então se consolidou como a raça mais criada no Brasil devido a sua versatilidade e rusticidade (SANTOS, 1999). Após anos e anos de seleção desta raça, o país é um exemplo de desenvolvimento deste material genético. Ainda como raças zebuínas importantes no Brasil, deve-se destacar a raça Gir, especialmente pelo seu cruzamento com a raça Holandês que resultou numa raça híbrida de dupla aptidão (carne e leite) denominada Girolando. As raças Guzerá e Brahman são igualmente muito importantes, especialmente pelos seus cruzamentos que deram origem as raças Santa Gertrudes, Braford e Brangus.

As raças zebuínas se adaptaram tão bem no Brasil por sua rusticidade e por suas características genéticas, adaptadas ao clima quente das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste e ao sistema extensivo de criação do gado bovino adotado no Brasil.

Apesar de apresentarem menor rendimento de carcaça e precocidade sexual, quando comparadas a algumas raças taurinas, produzem uma carne mais magra e se adaptam aos sistemas de produção extensivos.

As raças bovinas de corte taurinas (ou européias) têm predominância clara na região Sul do Brasil, que se caracterizam pelo clima mais ameno e mais adequado as raças européias. Destacam-se nesta região as raças Hereford, Aberdeen Angus, Charolesa, Marchigiana, Chianina, Simental, Caracu, e Limousin, entre outras.

Um forte crescimento nos últimos anos aconteceu nos rebanhos das raças resultantes de cruzamentos, que visam de modo geral, associar a produtividade das raças taurinas com a rusticidade das raças zebuínas. É o que acontece com as raças Canchim (raça brasileira desenvolvida a partir do cruzamento da raça Charolesa com a Nelore), Santa Gertrudes (raça resultante do cruzamento da raça taurina Shorthorn e a zebuína Brahman) e Brangus (cruzamento da raça taurina Angus com a raça zebuína Brahman). O cruzamento do zebu com o gado europeu tem sido largamente utilizado em muitos países, inclusive no Brasil. Visa aproveitar as qualidades econômicas de um e a comprovada resistência do outro, originando um bovino altamente produtivo e bastante resistente às condições tropicais (MARQUES, 1974).

As raças sintéticas são raças obtidas a partir de cruzamentos de várias raças e aprimoradas através da seleção e que respondem a uma concepção distinta com respeito às raças tradicionais, sendo criadas para dar uma resposta a novas necessidades de produção, de adaptação e de mercado, onde muitas vezes as gerações e retenções do vigor híbrido são importantes para a solução dos problemas existentes. As raças sintéticas vêm também ganhando espaço na pecuária de corte do Brasil, mas ainda representam parte relativamente muito pequena do rebanho nacional. Como o banco de dados da pecuária brasileira é desatualizado, de acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2008), os números destas raças são de pequena precisão, pois as associações de criadores conseguem ter controles apenas dos nascimentos dos animais registrados. Fica então difícil se saber realmente quanto cada raça tem de participação no rebanho total nacional, haja vista que nem todos os animais de uma determinada raça são registrados.

De acordo com alguns estudos (SHACKELFORD et al., 1991, 1994; CROUSE et al., 1993, GALLINGER et al., 1992) a carne de zebuínos apresenta pior textura que a de taurinos. Um dos motivos pode estar relacionado a maior quantidade de calpastatina na carne de zebuínos (KOOHMARAIE et al., 1992; KOOHMARAIE, 1994). A atividade de calpastatina determinada 24 horas pós morte pode ser útil para a previsão da textura da carne e essa informação utilizada em programas de melhoramento genético para diminuir a inconsistência na maciez (RUBENSAM et al., 1998).

Outros estudos relatam que uma maior proporção de genes zebuínos, diminui consideravelmente a maciez da carne (SHACKELFORD et al., 1994; SHERBECK et al., 1995). Entretanto, Sherbeck et al. (1995) verificaram que novilhos $\frac{3}{4}$ Hereford $\frac{1}{4}$ Brahman produziram carne com textura comparável à de Hereford, indicando, desta forma, que novilhos com 25% de genes *Bos indicus* poderiam ser incluídos no Programa de Carne Hereford Certificada sem riscos de um decréscimo significativo da maciez.

2.4 Produção de carne no Brasil

Em consequência das grandes transformações dos mercados consumidores ocorridas no decorrer dos últimos anos, juntamente com as tendências globais para consumo e produção de alimentos, a indústria e o consumidor apresentam algumas exigências quanto à origem e qualidade da carne. Essa evolução no mercado exige uma adequação dos sistemas de criação e seleção de animais visando maior produtividade, respeito ao meio ambiente, consistência e qualidade dos produtos cárneos.

No Brasil, os sistemas de produção de carne bovina dependem quase que exclusivamente de pastagens. As pastagens constituem-se na forma mais prática e econômica de alimentação de bovinos, sendo que o Brasil, pela extensão da sua área territorial e pelas condições climáticas favoráveis, apresenta enorme potencial de produção de carne em pastagens. À exceção da região Sul, as forrageiras predominantemente utilizadas são tropicais.

Diversas espécies forrageiras são utilizadas no Brasil e, a escolha de cada tipo depende do clima, solo, nível de tecnologia a ser utilizada e produtividade potencial desejada. Em todo território nacional, existem aproximadamente 180 milhões de hectares de pastagens cultivadas e nativas. Da área cultivada, 100 milhões de hectares são formados por espécies do gênero *Brachiaria*, com apenas um cultivar, o Braquiarião (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) ocupando mais de 70 milhões de hectares (Embrapa Gado de Corte, 2008a). As outras forrageiras utilizadas são do gênero *Panicum* e *Cynodon*. Os capins Tanzânia e Mombaça, dois dos principais cultivares do gênero *Panicum* estão presentes em mais de 5 milhões de hectares cada um (Embrapa Gado de Corte, 2008 b, c), e capim Tifton 85, um dos últimos *Cynodon* trazidos para o Brasil, ter sido implantado em mais de 500.000 ha entre 1995 e 2005 (Da SILVA, 2005). O gênero *Brachiaria* permitiu o aumento do rebanho nacional em número e a melhoria de seus índices zootécnicos. Dentre as espécies de *Brachiaria*, uma das mais utilizadas é o capim Marandu [*B. brizantha* (A.Rich.) Stapf], caracterizado pela sua de alta produção de matéria seca, boa adaptabilidade, facilidade de estabelecimento, persistência e bom valor nutritivo, além de apresentar poucos problemas de doenças e mostrar bom crescimento durante a maior parte do ano, inclusive no período seco (COSTA et al., 2005). O gênero *Panicum* é muito amplo, com grande variabilidade genética e diversas espécies e variedades. Os cultivares desse gênero, principalmente o *Panicum maximum* apresentam boa adaptação as condições climáticas brasileiras, além de atributos como elevadas taxas de crescimento, capacidade de suportar períodos de seca e a boa qualidade da forragem produzida (PEDREIRA et al., 2009). Dentro do gênero *Cynodon*, as espécies principais usadas como forrageiras são o *Cynodon dactylon* (L.) Pers, denominada de gramas-bermuda, *Cynodon nlemfuensis* Vanderyst e *Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilg, conhecidas coletivamente como gramas-estrela, e seus híbridos. O Tifton 85 é um híbrido de introdução relativamente recente no Brasil que foi trazido por produtores particulares em meados da década de 90, sendo hoje a preferida na formação de novas áreas de cynodon em nosso país (PEDREIRA et al., 1998). Os capins desse gênero apresentam, em condições tropicais, um elevado potencial de produção por animal e por área (CORSI; MARTHA Jr., 1998) e grande flexibilidade de manejo (NUSSIO et al., 1998), além de elevada produção de

matéria seca (superando as 20 t ha ano⁻¹) de bom valor nutritivo (PEDREIRA, 1996). Tem sido empregado em explorações leiteiras e para produção de forragem conservada (feno) e em menor escala, na produção de gado de corte (VILELA; ALVIM, 1998).

Um grande problema relacionado às pastagens no Brasil, é que a maioria apresenta algum grau de degradação, que pode ser decorrente de vários fatores (p. ex., espécie forrageira não adaptada às condições locais, mau estabelecimento e manejo inadequado), sendo que a redução da fertilidade do solo, em razão dos nutrientes perdidos no processo produtivo (por exportação no corpo dos animais, erosão, lixiviação, fixação e acúmulo nos malhadouros) está entre os mais importantes (KICHEL et al., 1997). Estima-se que cerca de 80% dos 45 a 50 milhões de hectares da área de pastagens nos Cerrados do Brasil Central, que responde por 60% da produção de carne nacional, apresentam algum grau de degradação (BARCELLOS, 1996). De acordo com Werner (1994), a principal causa é a redução da disponibilidade do nitrogênio, resultando em queda acentuada da capacidade de suporte da pastagem e do ganho de peso vivo dos animais a cada ano de utilização. Uma alternativa no caso do nitrogênio, em sistemas pouco intensivos, seria o uso de pastagens tropicais consorciadas. Essa situação tem contribuído para que a pecuária de corte apresente, há décadas, índices zootécnicos muito baixos, com lotação das pastagens em torno de 1,0 UA/ha/ano e produtividade na faixa de 100 kg de peso vivo/ha/ano (uma unidade animal, UA, equivale a um animal de 450 kg de peso vivo). Deve-se, portanto, evitar a degradação das pastagens e aumentar sua produtividade para que a pecuária de corte seja mais rentável e competitiva, principalmente nas áreas de terras mais valorizadas ou que onde haja alternativas de uso do solo (CORREA; SANTOS, 2003).

A produtividade animal em pastagens é determinada por dois componentes básicos: desempenho por animal (ganho de peso vivo) e capacidade de suporte (número de animais por unidade de área). O desempenho animal é função da ingestão de matéria seca, da qualidade da forragem e do potencial genético do animal utilizado, e a capacidade de suporte é função do potencial de produção de matéria seca da forrageira e da eficiência de colheita (BOIN, 1986).

A pecuária de corte é uma atividade que está dividida em criação de gado comercial e elite, sendo que a primeira tem como principal objetivo a produção de carne bovina de qualidade para a alimentação humana, além de fornecer matéria-prima para a indústria farmacêutica, de cosmético, de calçados, de roupas, de rações, entre outras. Já a criação de gado elite, tem como foco central à produção de matrizes e reprodutores para a criação de gado comercial e elite.

O Brasil possui o primeiro rebanho comercial do mundo com mais de 205,9 milhões de cabeças. Embora dispersos por todo o território nacional, os bovinos concentram-se na Região Sudeste e Centro-Oeste, representando 53,9% do total do rebanho nacional (ABIEC, 2008). Segundo dados do USDA (ESTADOS UNIDOS, 2011a), o Brasil é considerado o segundo produtor mundial de carne bovina com 9,2 milhões de toneladas (em equivalente carcaça) produzidas em 2010. A produção de carne no Brasil ainda é baixa, por exemplo, a taxa de desfrute, que se refere ao número de abates sobre o rebanho total, que no caso do Brasil é de pouco mais de 22%, ou seja, cerca de 44 milhões de cabeças abatidas por ano, diante de um rebanho mais de 200 milhões (ABIEC, 2008).

Para que um programa de produção contínua de carne seja eficiente, é necessário reduzir os efeitos das fases negativas de desenvolvimento, permitindo que o animal se desenvolva normalmente, durante todo o ano, obtendo assim idades mais precoces ao abate. A produção de novilho precoce reduz os custos de produção da fase de recria, aumentando a rentabilidade do sistema. Após o nascimento, se os bovinos forem manejados e alimentados adequadamente, eles apresentam uma curva sigmóide de crescimento com maior intensidade durante a fase de recria, diminuindo à medida que se aproximam da fase adulta (BERG; BUTTERFIELD, 1968). Como no Brasil os animais são geralmente desmamados entre maio e julho, período em que a maioria das pastagens tem quantidade e qualidade reduzidas, o aproveitamento do potencial de crescimento na fase de recria, via suplementação, proporciona a diminuição do ciclo produtivo da pecuária de corte, criando possibilidade de ampliar a margem de lucro.

2.5 Utilização de suplementação em pastagens

A criação extensiva apresenta a vantagem de ter baixo custo de produção, mas apresenta o problema da sazonalidade da produção forrageira, longo tempo para que os animais atinjam peso de abate, além da grande variabilidade no produto cárneo. O que parecia uma vantagem inicial acaba sendo suprimida pelos outros inconvenientes que o sistema acarreta. Uma alternativa à alimentação dos animais somente em pastagens é fazer a recria dos animais no pasto, utilizando suplementação nos períodos de menor oferta de forrageira ou ainda suplementar e terminar os animais no confinamento. A situação média de produção no rebanho nacional é de 30,6 kg/ha/ano de carne. Quando se utilizam pastagens recuperadas periodicamente, a produção sobe para 51 kg/ha/ano e com sistemas intensivos (uso de fertilizantes, como adubação de manutenção e aplicação de nitrogênio e consórcio com leguminosas) sobe para 68 kg/ha/ano. Utilizando sistemas intensivos e suplementação a produção é de 88 kg/ha/ano e terminando os animais desse sistema em confinamento, 115 kg/ha/ano (KICHEL et al., 1999).

Conforme Paulino e Ruas (1988), qualquer tentativa de exploração de precocidade em bovinos está, incondicionalmente, ligada à melhoria das condições de alimentação, principalmente na época da seca. A suplementação dos animais no período seco tem como objetivo complementar a qualidade e/ou quantidade da forrageira, devendo proporcionar ganhos de peso iguais ou superiores ao período das águas. De acordo com o tipo de alimento utilizado em sua formulação os suplementos podem ser classificados como sal mineral, “sal nitrogenado”, “sal proteínado” e suplementos de semi-confinamento. Com a suplementação com sal mineral (cloreto de sódio, mistura mineral, uréia, uma fonte de proteína verdadeira e uma fonte de carboidrato solúvel), pode-se ganhar até 250 gramas/dia. No caso da utilização do suplemento de semi-confinamento, as taxas médias de ganho, durante o período de suplementação, variam entre 0,5 Kg/dia e 1,2 Kg/dia e serão em função da quantidade de suplemento oferecido (0,6% a 1% do peso vivo), do potencial do animal, da sua condição corporal, da forragem disponível, do tamanho dos pastos, da distância das aguadas e da declividade do terreno. Quando se almeja a produção de novilhos

precoces a pasto, deve-se liberar o consumo de suplementos, fornecendo-os em níveis superiores a 0,6% (EUCLIDES, 2001). Em dois estudos realizados por Euclides et al. (1998, 2001) foram testados o desempenho de Novilhos Nelore e dos F1 Angus x Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* sem suplementação, suplementados apenas na primeira seca, suplementados apenas na segunda seca, suplementados nas duas secas e suplementados na primeira seca e confinados na segunda seca, utilizando suplementos protéico-energéticos, fornecidos em quantidades de 0,8-0,9% do PV. Durante os dois períodos das águas subsequentes à suplementação, os animais que passaram por restrição alimentar apresentaram ganhos de peso diários superiores àqueles que tiveram a dieta suplementada, mas esses não foram suficientes para que os animais atingissem pesos de abate à mesma idade dos animais suplementados. Esses resultados corroboram com os verificados por Boin e Tedeschi (1996), que, após revisão sobre ganho compensatório, concluíram que casos de compensação total são raros na literatura e em condições práticas de produção. Os animais Neloques que não receberam nenhuma suplementação, desmamados com 170 kg, atingiram o peso de abate aos 36 meses (EUCLIDES et al., 1998). O alto potencial genético dos animais F1 Angus-Nelore e o bom peso a desmama (200 kg) fez com que os animais, deste grupo, que não receberam nenhuma suplementação, atingissem peso de abate com média de idade de 30 meses (EUCLIDES et al., 2001). Quando comparado o desempenho de animais não suplementados, entre os dois grupamentos genéticos, foi verificada superioridade dos animais da raça Nelore, em relação aos F1. Esses resultados corroboram a afirmação de que, em piores condições nutricionais, os animais zebuínos apresentam melhor desempenho que seus mestiços e animais europeus. Em relação ao grupo de animais Nelore que não receberam nenhuma suplementação, a idade de abate foi reduzida em cinco meses para os suplementados na primeira seca, em sete meses para os suplementados na segunda seca, em nove meses para os suplementados na primeira e segunda seca e em 13 meses para os suplementados na primeira e confinados na segunda seca (EUCLIDES et al., 1998). Os animais F1 suplementados na primeira seca e os suplementados na segunda apresentaram idades semelhantes ao atingirem o peso de abate, sendo, em média, 28,0 e 26,6 meses, respectivamente. Os animais suplementados na primeira seca e confinados na segunda

alcançaram o peso de abate em menos tempo (22,0 meses) do que aqueles suplementados nos dois períodos secos (24,2 meses). Esses, por sua vez, foram mais precoces do que aqueles dos dois tratamentos anteriores. Já os animais que não receberam nenhuma suplementação levaram mais tempo (30,1 meses) para atingir o ponto de abate (EUCLIDES et al., 2001). A suplementação alimentar foi capaz de reduzir a idade ao abate e aumentar a taxa de lotação das pastagens.

Franco et al. (2007), em revisão de dados da literatura nacional sobre suplementação, avaliando o potencial da suplementação sobre o diferencial de ganho de peso, observaram que, independentemente do tipo de suplementação, esta exerce pouca influência durante a época das águas, em relação a animais recebendo sal mineral. Já na época seca, uma grande lacuna é estabelecida entre a exigência animal e o potencial de fornecimento de nutrientes das pastagens.

Deve-se ter em mente que a suplementação em pastagens tem a função de complementar o consumo de nutrientes que podem ser colhidos pelo pastejo, sem promover impacto negativo (COCHRAN et al., 1998) e maximizar o consumo e a digestibilidade da forragem disponível (PATERSON et al., 1994; CARDOSO, 1997; REIS et al., 1997).

2.6 Uso de caroço de algodão na dieta de bovinos

No sistema de terminação em confinamento, os animais recebem uma dieta de alto valor energético, durante certo período de tempo, que permite que eles atinjam peso de abate mais rapidamente, e possibilita um maior depósito de gordura na carcaça do animal, o que é desejável. Entretanto os gastos com alimentação neste sistema de produção são altos, uma vez que os custos associados a esse fator podem chegar a 90% dos custos operacionais totais, o que depende da categoria animal considerada e do nível de produção desejado (SIGNORETTI et al., 2006). Na tentativa de diminuir custos com alimentação muitos pesquisadores têm elaborado dietas utilizando alimentos alternativos, como os resíduos agro-industriais. Entre esses alimentos, o caroço de algodão tem-se mostrado uma excelente opção para uso em confinamentos, visto que a associação do alto teor de proteína com elevado conteúdo de energia faz

com que ele facilite a formulação de dietas de custo mínimo (MEDEIROS et al., 2005; CRANSTON et al., 2006). Outra vantagem no uso do caroço de algodão na dieta de bovinos de corte consiste na produção de um perfil mais insaturado da gordura contida na carne (HUERTA-LEIDENZ et al., 1991; MEDEIROS et al., 2005). Uma das limitações da utilização do caroço de algodão é por conta do teor de gordura, ainda que utilizado em quantidades dentro dos limites adequados de gordura na dieta de bovinos. Mas, sem dúvida, a principal desvantagem é a associação do caroço de algodão com problemas no sabor da carne. Entretanto, nenhum trabalho estudou intensamente o seu efeito no sabor e outras características da qualidade da carne (Medeiros et al., 2005).

O caroço de algodão na dieta de ruminantes é utilizado em países como Estados Unidos, Israel e Canadá, devido a sua alta concentração de óleo, proteína e fibras, permitindo a substituição de alimentos volumosos em dietas contendo alta relação concentrado:volumoso, sem causar danos à fermentação ruminal (DELGADO, 1994). Segundo o National Research Council - NRC (1996), o caroço de algodão possui a seguinte composição: 90,1% MS; 23,5% PB; 50,30% FDN; 40,1% FDA; 12,9% lignina; 4,2% MM e 19,3% EE. O perfil de ácidos graxos compreende: 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) (BERTRAND et al., 2005).

A concentração de ácido esteárico na gordura da carne foi aumentada com a introdução do caroço de algodão na dieta de bovinos (PRESTON et al., 1989). O perfil de ácidos graxos da gordura subcutânea de novilhos, alimentados com 15 ou 30% de caroço de algodão na dieta, foi semelhante. Mas os animais alimentados com 30% de caroço de algodão obtiveram maior teor de ácido linoléico (C18:2) e concentração de ácidos graxos poliinsaturados na gordura perineal (HUERTA-LEIDENZ et al., 1991). Felton e Kerley (2004) analisaram o perfil de ácidos graxos de bovinos alimentados com dietas tradicionais, à base de farelo de soja e milho, e dietas com altos níveis de lipídeos. Os autores reportam que no músculo dos animais que receberam maiores teores de lipídeos apresentaram menores concentrações dos ácidos C14:0 e C16:0. Madruga et al. (2008) ao utilizarem 0, 20%, 30% e 40% de caroço de algodão na dieta

de ovinos não encontraram modificação na quantidade de ácidos graxos saturados monoinsaturados, poliinsaturados, insaturados totais na carne ovinos alimentados com caroço de algodão. Sementes de oleaginosas e óleos foram adicionados à dieta de bovinos de corte para aumentar as concentrações de ácidos graxos benéficos na carne, como por exemplo, o ácido linoléico conjugado (MIR et al., 2003; SACKMANN et al., 2003; GIBB et al., 2004), com intuito de oferecer carnes mais saudáveis aos consumidores. Mir et al. (2008) observaram que a inclusão de sementes de girassol na dieta de novilhos ocasionou acréscimos no teor de ácido linoléico conjugado e de isômeros trans presente na carne. No entanto, Hristov et al. (2005) indicaram que a suplementação com óleo de girassol em dietas de acabamento causou uma mudança na biohidrogenação de ácidos graxos poliinsaturados sem que afetasse concentrações de ácido linoléico conjugado na carne.

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 e sua importância existe pelos seus vários efeitos sobre a saúde humana, tais como: anticarcinogênico, antiteratogênico, antidiabético (tipo II) e imunomodulador (BAUMAN; GRINARI, 2000; PARIZA et al., 2001). O isômero C18:2 *trans* 10 - *cis* 12 afeta o metabolismo lipídico, sendo o responsável pela redução de gordura corporal (BAUMGARD et al., 2000). A concentração do ácido linoléico conjugado na carne bovina é bem superior a dos outros animais. Isto ocorre porque este ácido graxo é um intermediário da biohidrogenação ruminal do ácido linolênico. Assim, se ocorrer seu escape do rúmen, ou seja, a biohidrogenação não for completa, este poderá ser absorvido pelo epitélio intestinal e fará parte da gordura animal. Dietas ricas em lipídeos insaturados, principalmente protegidas por sementes, elevam o teor de ácido linoléico conjugado na carne de ruminantes. O teor de ácido linoléico conjugado na carne de bovinos foi elevado em quatro vezes após fornecerem dietas com óleo de girassol (MIR et al., 2004). Resposta semelhante foi encontrada com a inclusão de 15% de semente de girassol na dieta de ovinos em terminação (BOLTE et al., 2002). O ácido linoléico conjugado pode ser formado no rúmen pela biohidrogenação incompleta de ácidos graxos poliinsaturados da dieta, mas também, endogenamente, através da dessaturação do ácido graxo C18:1 *trans* 11 (ácido

vacênico) por uma enzima presente na glândula mamária e tecido adiposo (CORL et al., 2001) chamada estearoil-CoA dessaturase ou Delta 9-dessaturase. Como o C18:1 trans 11 é produzido principalmente através da biohidrogenação ruminal, este processo é o grande responsável pelo fato de que as maiores fontes de ácido linoléico conjugado são produtos derivados de ruminantes.

Embora seja evidente que o ácido linoléico conjugado exerça efeitos benéficos à saúde em animais na melhora do metabolismo plasmático de lipoproteínas e na prevenção de aterosclerose, não há informações suficientes sobre seus efeitos em humanos, tornando difícil prever os efeitos da suplementação com ácido linoléico conjugado em longo prazo. Além disso, os estudos com ácido linoléico conjugado em humanos são difíceis de interpretar porque utilizam diferentes parâmetros de medição e há variação nas dosagens, duração da administração e características individuais dos objetos de estudo (idade, grau de obesidade, padrões de dieta, nível de atividade física). A suplementação com isômeros de ácido linoléico conjugado pode apresentar benefícios ou riscos à saúde humana, portanto mais estudos controlados, usando isômeros de ácido linoléico conjugado, precisam ser realizados para determinar sua segurança e eficácia, antes de serem recomendados (FUNCK et al., 2006).

2.7 Produção de carne nos Estados Unidos

Diferentemente do Brasil, nos Estados Unidos a produção de carne bovina é feita quase que exclusivamente em sistema intensivo. Segundo dados do USDA (ESTADOS UNIDOS, 2011b) o país tem aproximadamente 92.600 milhões de cabeças, sendo que em junho, 11.200 milhões estavam confinados. A maioria dos confinamentos está concentrada nas Grandes Planícies, mas é muito expressiva em partes do cinturão do milho e no sudoeste e noroeste do Pacífico. Esses confinamentos produzem carne de alta qualidade, de categorias "Select" ou superior, através da alimentação dos animais por um período de aproximadamente 140 dias com grãos e outros alimentos concentrados. Dependendo do peso de entrada dos animais no confinamento, das condições de alimentação e do acabamento desejado, o período de alimentação pode durar de 90 a 300 dias. O ganho médio diário é de 1,2-1,9 kg com um consumo médio

de 2,8 kg de ração por kilo de peso ganho. A ração de confinamento é composta de 70-90% de grãos e concentrados protéicos.

Confinamentos com menos de 1000 cabeças representam a grande maioria dos confinamentos nos Estados Unidos, mas comercializam uma quantidade relativamente pequena de animais. Em contraste, propriedades com capacidade maior que mil cabeças, que correspondem a menos de 5% do total de confinamentos, comercializam 80-90% do gado confinado. Confinamentos com mais de 32 mil cabeças comercializam cerca de 40% do gado confinado. A indústria vem se deslocando em direção a confinamentos com grande capacidade de lotação e muito especializados, que estão integrados com os setores de cria e de processamento dos animais, a fim de produzir carne cada vez com mais qualidade.

Animais criados nesse sistema atingem peso de abate e melhor acabamento na carcaça em tempo muito inferior aos animais que são criados em sistemas extensivos ou semi-extensivos. O grande inconveniente desse sistema é o custo e, atualmente, com o aumento da “consciência ambiental”, a geração de poluentes desse sistema vem se tornando preocupação cada vez mais freqüente entre os consumidores de carne bovina.

2.8 Pecuária orgânica: uma alternativa à produção de bovinos em confinamento

Devido à atual preocupação mundial com o meio ambiente e com o bem estar animal, um novo setor vem se desenvolvendo no mercado de produção de carne bovina. O modelo de produção da pecuária orgânica apresenta-se como uma alternativa aos sistemas convencionais, contribuindo para o desenvolvimento sustentável. Nos Estados Unidos se intensificou a partir de dezembro/2003, devido a ocorrência do primeiro caso americano de doença da vaca louca, quando os consumidores começaram a procurar uma alternativa segura para o consumo de carne (DOERING, 2004).

Segundo a definição da WWF (World Wildlife Fund – Brasil) o manejo orgânico visa o desenvolvimento econômico e produtivo que não polua, não destrua o meio ambiente e que valorize o homem e tem como objetivo manter o equilíbrio ecológico e

seguir normas estabelecidas pelas instituições certificadoras. No Brasil, apenas pecuaristas dos estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul produzem carne orgânica certificada no país. São 26 fazendas, aproximadamente 131 mil hectares em pastagens e cerca de 99 mil cabeças de gado. Os projetos são certificados e acompanhados pelo Instituto Biodinâmico - IBD (WWF, 2010).

Nos Estados Unidos, o Departamento de Agricultura (USDA) implementou em 2002 o regulamento para produção de carne orgânica, banindo antibióticos, hormônios e subprodutos de origem animal na alimentação do gado. Como alternativa a carne produzida do modo tradicional, lá se encontram duas opções: a carne natural e a orgânica. A carne natural é minimamente processada e livre de preservativos e aditivos. Já a orgânica deve seguir os padrões das empresas certificadoras quanto a criação dos animais, origem e qualidade da alimentação fornecida, além de ter o gado rastreado desde o nascimento até a chegada ao consumidor. Entre as várias vantagens oferecidas pela criação dos animais em pastagens temperadas, pode-se citar as altas concentrações de CLA, vitamina A e beta caroteno e uma relação mais favorável entre os ácidos graxos $\omega:6/\omega:3$, altas o suficiente para causar benefícios a saúde humana (FRENCH et al., 2000).

As vendas de produtos orgânicos nos Estados Unidos subiram de U\$ 3.6 bilhões em 1997 para U\$ 21.1 bilhões em 2008. O crescimento da cadeia de orgânicos é evidente, com um número crescente de estabelecimentos vendendo uma grande variedade de produtos, com o desenvolvimento de marcas próprias pelos supermercados e pela vasta introdução de produtos novos no mercado. De 2000 a 2005 o número de animais confinados saltou de 56 para 197 bilhões de cabeças. Apesar do grande aumento das áreas de produção de orgânicos nos Estados Unidos, um grande problema enfrentado pelo setor é a falta periódica dos produtos (DIMITRI et al., 2009).

2.9 Consumo de carne bovina

O consumo mundial de carne bovina atualmente é de 56.540 milhões de toneladas (em equivalente carcaça). Dessa quantidade, o Brasil consome cerca de 13%

e os Estados Unidos, cerca de 21,3% sendo o maior consumidor mundial (ABIEC, 2011). O consumo per capita tanto no Brasil quanto nos Estados Unidos é de 37,5 kilos por pessoa, correspondendo a 70% do consumo de carne por argentinos e uruguaios (ESTADOS UNIDOS, 2011a).

Em uma pesquisa realizada no município de Juiz de Fora (MG), 28% da carne produzida é direcionada para o “food service” (restaurantes, churrascarias e empresas do gênero), 36% para o auto-serviço (supermercados) e os outros 34% estão distribuídos em 20 categorias, entre elas órgãos públicos, atacadistas, hotéis e outros segmentos (MARTINS et al., 2008).

Grandes mudanças no perfil do consumidor vêm sendo observadas tanto no mercado externo quanto interno. Há uma rápida evolução dos consumidores em resposta às mudanças sócio-culturais, econômicas e éticas. As opções alimentares muitas vezes podem ser definidas a partir de falsas informações que podem resultar em prejuízo à cadeia da pecuária de corte (SAAB, 1999). Nos últimos anos, tem sido verificada uma grande pressão contra os produtos de origem animal, em particular a carne bovina. Muitos alegam que esta carne seria responsável por doenças degenerativas, tais como a encefalopatia espongiforme, problemas cardiovasculares e câncer. No entanto, a maioria destas informações veiculadas são distorcidas e sensacionalistas, sendo promovidas por grupos interessados na redução do consumo da carne bovina, seja por interesses comerciais ou por grupos que questionam o uso dos animais na produção de alimentos. Mais exigentes, os consumidores também questionam as formas de produção e processamento das carnes. O respeito pelo consumidor, considerando formas convencionalmente aceitas e corretas sem a utilização de produtos impróprios para o consumo humano, sem a destruição ou contaminação do meio ambiente e sem a utilização de práticas desumanas, é que irá determinar a credibilidade do produto, podendo significar ou não sucesso na atividade (MARTINS et al., 2008).

Junto com a preocupação com o meio ambiente e o bem estar animal, vem a necessidade de se consumir alimentos mais saudáveis, com menos gorduras saturadas, diminuindo assim o risco de doenças cardiovasculares. Muitos consumidores, erroneamente, acreditaram que a carne vermelha precisava ser evitada,

ou mesmo eliminada da dieta em virtude das suas concentrações de gordura. Os consumidores associam a gordura da carne com gordura exclusivamente saturada. Aproximadamente 50% da gordura bovina são ácidos graxos monoinsaturados, os quais não influenciam o teor de colesterol sanguíneo. O ácido graxo monoinsaturado que está presente em boa concentração na carne bovina é o oléico, sendo também muito abundante no azeite de oliva. Mesmo os ácidos graxos saturados da carne bovina, que correspondem a 45% do total da gordura, não são todos hipercolesterolêmicos, tendo em vista que aproximadamente um terço é ácido esteárico. O comportamento deste ácido graxo é singular, pois estudos sugerem que sua ingestão tem efeito neutro ou até redutor sobre os níveis de colesterol circulante (MONSMA et al., 1993). Portanto, ao contrário do que muitos pensam e de inverdades anunciadas nos apelos publicitários, apenas um terço dos ácidos graxos da carne bovina influencia nos níveis séricos de colesterol.

2.10 Perfil de ácido graxos na carne bovina

Os ácidos graxos ocorrem na natureza como substâncias livres ou esterificadas. A maior parte encontra-se esterificada com o glicerol, formando os triacilgliceróis. Os óleos e gorduras são misturas relativamente complexas de triacilgliceróis. Os ácidos graxos representam cerca de 95% do peso molecular dos triacilgliceróis (VIANNI et al., 1996).

Os ácidos graxos que formam parte das gorduras de origem animal diferem-se pelo tamanho da cadeia de átomos de carbono e pelo tipo de ligação que os unem. Se todos os átomos de carbono estão unidos por ligações simples, os ácidos são chamados de saturados. Se na cadeia houver uma ou mais duplas ligações, o ácido é chamado de insaturado. Na gordura da carne predominam os ácidos graxos saturados e monoinsaturados (DUGAN Jr., 1984). A isomeria em torno da dupla ligação determina a configuração cis (radicais no mesmo plano) ou trans (radicais em planos opostos). A maioria dos ácidos graxos de ocorrência natural em mamíferos é da configuração cis, e em ruminantes a biohidrogenação pode converter alguns ácidos para configuração trans (GRAZIOLA et al., 2002). Outro agrupamento de ácidos graxos é o de cadeia

impar ramificada, constituído pelos ácidos iso e anteiso, que recebem essa nomenclatura de acordo com a posição do grupo metil na cadeia carbônica. Quando o grupo se encontra no último átomo de carbono se chama iso quando no penúltimo, anteiso (CHRISTIE, 1982). Durante a degradação de lipídeos no rúmen, os ácidos graxos insaturados por serem quimicamente mais instáveis (possuem menor ponto de fusão), não passam pela membrana da bactéria, então esses ácidos graxos insaturados são hidrogenados pelas enzimas hidrogenases em um processo denominado biohidrogenação (BALDWIN et al., 1983). Esta é a razão do perfil dos ácidos graxos da carne de bovinos ser mais saturado, mesmo que os animais tenham sido alimentados com alimentos ricos em gordura insaturada. Entretanto, estes autores sugeriram que óleos contidos nas sementes estão protegidos da degradação ruminal, como é o caso do caroço de algodão.

Ácidos graxos monoinsaturados correspondem a quase metade dos ácidos graxos presentes na gordura da carne e tem efeitos positivos na saúde humana (GROFF; CROPPER, 1999). O ácido oléico é o predominante entre os ácidos monoinsaturados na carne e na gordura de bovinos, independente da alimentação que eles recebem. Os ácidos poliinsaturados presentes na carne bovina são o linoléico (C18:2, ω -6), α -linolênico (C18:3, ω -3) e os ácidos graxos de cadeia longa incluindo o ácido araquidônico (C20:4). Os ácidos graxos linoléico e α -linolênico são essenciais, ou seja, tem que ser consumidos na dieta porque o organismo não é capaz de sintetizá-los. O ácido α -linolênico é o mais largamente estudado, ocorrendo naturalmente na forma *trans*, e que apresenta benefícios à saúde humana (BHATTACHARYA et al., 2006; TRICON; YAQOUB, 2006). Ele pode ser originado de duas fontes: isomerização bacteriana e/ou biohidrogenação de ácidos graxos poliinsaturados no rúmen; ou dessaturação de ácidos graxos *trans* no tecido adiposo e na glândula mamária (SEHAT et al., 1999; GRIINARI et al., 2000). A biohidrogenação microbiana dos ácidos linoléico e α -linolênico é feita por bactérias anaeróbicas (*Butyrivibrio fibrisolvens*) e é altamente dependente do pH ruminal (PARIZA et al., 2000). O consumo de grãos pelos bovinos, diminui o pH ruminal, reduzindo a atividade bacteriana. Dietas baseadas em forragens ocasionam um ambiente ruminal mais favorável para a síntese de novas bactérias

(BESSA et al., 2000). O pH ruminal pode ajudar a explicar diferenças na composição de ácido α -linolênico entre animais confinados e não confinados.

Há forte influência dos ácidos graxos sobre a saúde humana, sabe-se que as gorduras de cadeia saturada promovem um efeito hipercolesterolêmico, em especial da lipoproteína de baixa densidade (LDL – colesterol), no entanto o efeito hipercolesterolêmico das gorduras saturadas é fornecido basicamente pelos ácidos láurico, mirístico e palmítico. O contrário é observado pelos ácidos graxos insaturados em especial o ácido oléico (C18:1) (FARFAN, 1996).

O ácido graxo linolênico (C18:3) é considerado essencial, pois é o precursor da síntese de muitos ácidos graxos poliinsaturados, os quais possuem propriedades nutritivas especiais (BRESSAN et al., 2004). Dentre os que estão comumente presentes na gordura de origem animal, estão o ácido linoléico (C18:2) e araquidônico (C20:4), que são componentes essenciais para o homem (RICE, 1984). Embora os ácidos graxos poliinsaturados, em sua maioria, não sejam essenciais, eles desempenham um papel importante na diminuição do colesterol no sangue (BRESSAN et al., 2004). Essas informações são confirmadas por outros autores na literatura, que relataram baixa ocorrência de doenças cardíacas, apesar de alto consumo de gorduras, em países do Mediterrâneo, onde ocorre o uso difuso de óleo de oliva e produtos similares, que proporcionam substancial absorção de ácidos graxos monoinsaturados, principalmente do ácido oléico. Como resultado desta dieta rica em óleo de oliva, ficou demonstrado à ocorrência de uma diminuição de colesterol no sangue de humanos comparável àquela de dietas pobres em gorduras (WOOD et al., 1999). O ácido esteárico, diferentemente dos outros ácidos graxos saturados, atua na redução do colesterol sérico em humanos (BONANOME et al., 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).

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES.

Exportações de carne bovina do Brasil. 2008. Disponível em:

<http://www.abiec.com.br/download/EXP_JAN-DEZ_08.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2011.

_____. **Exportações de carne bovina do Brasil. 2010.** Disponível em:

<http://www.abiec.com.br/download/EXP_JAN-DEZ_10.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2011.

_____. **Produção mundial de carne bovina. 2011.** Disponível em:

<http://www.abiec.com.br/download/stat_mercadomundial.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2011.

BAILEY, A.J.; LIGHT, N.D. **The connective tissue of meat and meat products.**

London: Elsevier, 1989. 356 p.

BALDWIN, R.L.; ALLISON, M.J. Rumen metabolism. **Journal of Animal Science,**

Albany, v. 57, n. 2, p. 462-477, 1983.

BARCELOS, A.O. Sistemas extensivos e semi-extensivos de produção pecuária bovina

de corte nos Cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE OS CERRADOS, 8.; INTERNATIONAL

SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANAS, 1., 1996, Brasília. **Biodiversidade e**

produção sustentável de alimentos e fibras nos Cerrados: anais... Planaltina:

Embrapa, CPAC, 1996. p. 130-136.

BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-

fat milk syndrome. **Livestock Production Science,** Amsterdam, v. 70, n. 1/2, p. 15-29,

2000.

BAUMGARD, L.H.; CORL, B.A.; DWIER, D.A.; SAEBO, A.; BAUMAN, D.E. Identification

of the conjugated linoleic acid isomer the inhibits fat synthesis. **American Journal**

Physiology Regulatory Integrative Comparative Physiology, Bethesda, v. 278, n. 1,

p. 179-184, 2000.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. Growth patterns of bovine muscle, fat and bone.

Journal of Animal Science, Albany, v. 27, p. 611-619, 1968.

BERTRAND, J.A.; SUDDUTH, T.Q.; CONDON, A.; JENKINS, T.C.; CALHOUN, M.C.

Nutrient content of whole cottonseed. **Journal of Dairy Science,** Lancaster, v. 88, n. 4,

p. 1470-1477, 2005.

BRESSAN, M.C.; ODA, S.N.I.; CARDOSO, M.G.; FREITAS, R.T.F.; MIGUEL, G.Z.;

FARIA, P.B.; VIEIRA, J.O.; PISA, A.C.C.; SAVIAN, T.V. Efeitos dos métodos de abate e

sexo na composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de

capivaras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** Campinas, v. 24, n. 2, p. 236-242,

2004.

BRIDI, A.M. **Qualidade da carne para o mercado internacional**. Londrina, 2003.

Disponível em:

<<http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Carnesecarcacasarquivos/QualidadedaCarneparaoMercadoInternacional.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2011.

BOIN, C. Produção animal em pastos adubados. In: MATTOS, H.B.; WERNER, J.C.; YAMADA, T.; MALAVOLTA, E. (Ed.). **Calagem e adubação de pastagens**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potássio e Fósforo, 1986. p. 383-419.

BOLEMAN, S.J.; BOLEMAN, S.L.; MILLER, R.K. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 75, n. 6, p. 1521-1524, 1997.

BOLEMAN, S.J.; MILLER, R.K.; BUYCK, M.J.; CROSS, H.R.; SAVELL, J.W. Influence of realimentation of mature cows on maturity, color, collagen solubility, and sensory characteristics. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 74, p. 2187-2194, 1996.

BOLTE, M.; HESS, B.W.; MEAN, W.J. Feeding lambs high-oleate or highlinoleate sunflower seeds differentially influences carcass fatty acid composition. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 80, n. 3, p. 609-616, 2002.

BONANOME, A.; GRUNDY, S.M. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. **The New England Journal of Medicine**, Waltham, v. 318, n. 19, p. 1244-1248, 1988.

CARDOSO, E.G. Suplementação de bovinos de corte em pastejo (semiconfinamento). In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL - CONFINAMENTO DE BOVINOS, 9., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 97-120.

CARPENTER, J.W.; PALMER, A.Z.; KIRK, W.G.; PEACOCK, F.M.; KOGER, M. Slaughter and carcass characteristics of Brahman and Brahman-Shorthorn crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 20, p. 336, 1961.

CARROLL, F.D.; ROLLINS, W.C.; KUNZE, M.S. Herefords and 1/4 Brahman-3/4 Hereford cross-breeds: comparison of carcasses and meat palatability. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 62, p. 263, 1964.

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

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA. **Estudo sobre a eficiência econômica e competitividade da cadeia agroindustrial da pecuária de corte no Brasil**. Instituto Euvaldo Lodi, SEBRAE. Brasília, DF: IEL, 2000. 416p.

COCHRAN, R.C.; KÖSTER, H.H.; OLSON, K.C.; HELDT, J.S.; MATHIS, C.P.; WOODS, B.C. Supplemental protein sources for grazing beef cattle. In: ANNUAL FLORIDA

RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 9., 1998, Gainesville. **Proceedings...**
Gainesville: University of Florida, 1998. p. 123-136.

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

CORNFORTH, D.P. Color and its importance. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R.
(Ed.). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry, and fish products.**
New York: Chapman and Hall, 1994. p. 34-68.

CORREA, L.A.; SANTOS, P. M. Produção de carne em pastagens adubadas. In:
Criação de bovinos de corte na Região Sudeste. Embrapa Pecuária Sudeste –
Sistemas de Produção, 2. Versão Eletrônica Jul/2003. Disponível em: <<http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 29 maio 2011.

CORSI, M.; MARTHA Jr., G. B. Manejo de pastagens para a produção de carne e leite.
In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...**
Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 55-84.

COSTA, K.A.P.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I.P. de; CUSTÓDIO, D.P.; SILVA, D.C. Efeito da
estacionalidade na produção de matéria seca e composição bromatológica da
Brachiaria brizantha cv. Marandu. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 6, n. 3,
p. 187-193, jul./set. 2005.

CRANSTON, J.J.; RIVERA, J.D.; GALYEAN, M.L. Effects of feeding whole cottonseed
and cottonseed products on performance and carcass characteristics of finishing beef
cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 84, n. 8, p. 2186-2199, 2006.

CROSS, H.R.; CARPENTER, Z.L.; SMITH, G.C. Effects of intramuscular collagen and
elastin on bovine muscle tenderness. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 38, p. 998-
1003, 1973.

CROUSE, J.D.; SEIDEMAN, S.C; CUNDIFF, L.V. The effect of carcass electrical
stimulation on meat obtained from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Journal of Food
Quality**, Westport, v. 10, p. 407, 1987.

CROUSE, J.D.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M.; KOOHMARAIE, M.; SEIDEMAN, S.C.
Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics
and meat palatability. In: DEPARTMENT OF AGRICULTURE. AGRICULTURAL
RESEARCH SERVICE. **Beef Research Program**. Nebraska, 1993. p. 125-127.
(Progress Report, 4).

Da SILVA, S.C. Potencial das pastagens de *Cynodon* na pecuária de corte. In: VILELA,
D.; RESENDE, J.C.; LIMA, J. (Ed.). **Cynodon: forrageiras que estão revolucionando a
pecuária brasileira.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. p. 177-189.

DELGADO, E.F. **Caroço de algodão e milho-grão, em diferentes formas físicas, na alimentação de vacas em lactação**. 1994. 89 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.

DIMITRI, C.; OBERHOLTZER, L. **Marketing U.S. organic foods**: recent trends from farms to consumers. USDA, 2009. (Economic Information Bulletin, 58). Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/publications/eib58/eib58.pdf>>. Acesso em: 04 jul. 2011.

DRANSFIELD, E. Intramuscular composition and texture of beef muscles, **Journal of the Science of Food and Agriculture**, New York, v. 28, p.833-842, 1977.

_____. Modelling post-mortem tenderization. III: Role of calpain I in conditioning. **Meat Science**, Barking, v. 31, p. 85-94, 1992.

DOERING, C. **American consumers hungry for organic beef**. 2004. Disponível em: <<http://www.organicconsumers.org/madcow/organic-beef.cfm>>. Acesso em: 12 maio 2011.

DOUMIT, M.E.; KOOHMARAIE, M. Immunoblot analysis of calpastatin degradation: evidence for cleavage by calpain in postmortem muscle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 77, p. 1467-1473, 1999.

DUGAN JUNIOR, L.R. Composición química de los tejidos animales: grasas. In: PRICE, J.F.; SCHWEIGHT, B.S. **Ciencia de la carne y de los productos cárnicos**. 2. ed. Madrid: ACRIBIA, 1984. p. 137-149.

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Marandu**. 2008a. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/produtoseseservicos/pdf/marandu.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2011.

_____. **Tanzânia**. 2008b. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/produtoseseservicos/pdf/tanzania.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2011.

_____. **Mombaça**. 2008c. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/produtoseseservicos/pdf/mombaca01.pdf>>. Acesso em: 29 maio 2011.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Cattle on feed**. Washington, 2011a. Disponível em: <<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1020>>. Acesso em: 20 jun. 2011.

_____. **Livestock and poultry**: world market and trade circular archives. Washington, 2011b. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/livestock_arc.asp>. Acesso em: 20 jun. 2011.

EUCLIDES, V.P.B. Produção intensiva de carne bovina em pasto. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2001. p. 55-82.

EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; ARRUDA, Z.J. Desempenho de novilhos em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, p. 246-254, 1998.

EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; COSTA, F.P.; FIGUEIREDO, G.R. Desempenho de novilhos F1 Angus-Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, p. 470-481, 2001.

EUCLIDES, V.P.B.; RAFFI, A. S., COSTA, F.P.; EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G.R.; COSTA, J. A. R. Eficiências biológica e econômica de bovinos em terminação alimentados com dieta suplementar em pastagem de capim-marandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.11, p. 1536-1544, 2009.

FARFAN, J. A. Alimentos que influenciam os níveis de colesterol no organismo. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Seminário “colesterol”**: análise, ocorrência, redução em alimentos e implicações na saúde. Campinas, 1996. p. 35-44.

FELÍCIO, P.E. de. Fatores ante e post mortem que Influenciam na qualidade da carne vermelha. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p. 43-52.

_____. **Qualidade da carne bovina**: características físicas e organolépticas. 2002. Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br/deptos/dta/carnes/files/sbz1.pdf>>. Acesso em: 13 maio 2011.

_____. Padronização e nomenclatura dos cortes cárneos. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 3, p. 103-106, 2005.

FELTON, E.E.D.; KERLEY, M.S. Performance and carcass quality of steers fed different sources of dietary fat. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 82, n. 6, p. 1794–1805, 2004.

FIELD, R.A. Effect of castration on meat quality and quantity. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 32, p. 849-858, 1971.

FRANCO, G.L.; AGUIAR Jr., C.G.; RAMOS, BRAGA, A.K.; DAVY, F.C.A.; REIS, S.F. Suplementação de bovinos mantidos em pastagens nas fases de recria e engorda. In: OLIVEIRA, R.L.; BARBOSA, M.A.A.F. (Org.). **Bovinocultura de corte**: desafios e tecnologia. Salvador: EDUFBA, 2007. p. 429-452.

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**, Albany, v. 78, p. 2849-2855, 2000.

FUNCK, L.G.; BARRERA-ARELLANO, D.; BLOCK, J.M. Ácido linoléico conjugado (CLA) e sua relação com a doença cardiovascular e os fatores de risco associados. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v. 56, n. 2, 2006.

GALLINGER, M.M.; MARCELIA, M.; GARCIA, P.T.; LASTA, J.; ZANELLI, M.; GONZALEZ, B. Meat quality of zebu cross-bred: sensory and mechanical evaluation. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF MEAT SCIENCE AND TECHNOLOGY, 38., 1992, Clermont-Ferrand. **Proceedings...** Clermont-Ferrand: ICoMsT, 1992. p. 45-48.

GERRARD, D.E.; JONES, S.J.; ABERLE, E.D. Collagen stability, testosterone secretion and meat tenderness in growing bulls and steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 65, n. 5, p. 1236-1242, 1987.

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**, Albany, v. 82, n. 9, p. 2679–2692, 2004.

GOLL, D.E.; THOMPSON, V.F.; TAYLOR, R.G.; ZALEWSKA, T. Is calpain activity regulated by membranes and autolysis or by calcium and calpastatin? **Bioessays**, New York, v. 14, p. 549-556, 1992.

GRAZIOLA, F.; SOLIS, V.S.; CURI, R. Estrutura química dos ácidos graxos. In: CURI, R.; POMPEIA, C.; MYASAKA, C.K.; PROCOPIO, J. (Edr). **Entendendo a gordura: os ácidos graxos**. Barueri: Manole, 2002. p. 5-23.

HEDRICK, H.B.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Principles of meat science**. 3rd.ed. Dubuque: Kendall/Hunt Publishing, 1994. 354p.

HRISTOV, A.N.; KENNINGTON, L.R.; MCGUIRE, M.A. 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**, Albany, v. 83, n. 6, p. 1312–1321, 2005.

HUERTA-LEIDENZ, N.O.; CROSS, H.R.; LUNT, D.K. Growth, carcass traits, and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 69, n. 9, p. 3665-3672, 1991.

IMMONEN, K.; SCHAEFER, D.M.; PUOLANNE, E.; KAUFFMAN, R.G.; NORDHEIM, E.V. The relative effect of dietary energy density on repleted and resting muscle glycogen concentrations. **Meat Science**, Barking, v. 54, p. 155-162, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Diretoria de Pesquisas. Coordenação de Agropecuária. **Pesquisa da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, 2008.

JOHNSON, D.D.; HUFFMAN, R.D.; WILLIAMS, S.E.; HARGROVG, D.D. Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age-season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 68, p. 1980-1986, 1990.

KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B.; ZIMMER, A.H. Fatores de degradação de pastagens sob pastejo rotacionado com ênfase na fase de implantação. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p.193-211.

_____. Degradação de pastagens e produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1999. p. 201-234.

KOCH, R.M.; DIKEMAN, M.E.; CROUSE, J.D. Characterization of biological types of cattle (cycle III). III. Carcass composition, quality and palatability. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 54, p. 35, 1982.

KOOHMARAIE, M. The role of endogenous proteases in meat tenderness. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 41, 1988, Wyoming. **Proceedings...** Champaign: AMSA, 1988. p.89.

_____. The role of Ca²⁺ - dependent proteinases (calpains) in *post mortem* proteolysis and meat tenderness. **Biochimie**, Paris, v. 74, p. 239-245, 1992.

_____. Muscle proteinases and meat ageing. **Meat Science**, Barking, v.36, p. 93-104, 1994.

KOOHMARAIE, M.; WHIPPLE, G.; KRETCHMAR, D. H. Postmortem proteolysis in longissimus muscle from beef, lamb and pork carcasses. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 69, p. 617-624, 1991.

LARICK, D.K.; HEDRICK, H.B.; BAILEY, M.E.; WILLIAMS, J.E.; HANCOCK, D.L.; GARNER, G.B.; MORROW, R.E. Flavor constituents of beef as influenced by forage- and grain-feeding. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, p. 245-251, 1987.

LUCKETT, R.L.; BIDNER, T.D.; ICAZA, E.A.; TURNER, J.W. Tenderness studies in straightbred and crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 40, p. 468, 1975.

MADRUGA, M.S.; ARAÚJO, W.O.; SOUSA, W.H. Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de

ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 8, p. 1496-1502, 2008.

MAHER, S.C.; MULLEN, A.M.; KEANE, M.G.; BUCKLEY, D.J.; KRREY, J.P.; MOLONEY, A.P. Variation in the quality of M. Longissimus dorsi from Holstein-Friesian bulls and steers of New Zealand and Eupoean/North American descent, and Belgian Blue x Holstein-Friesians, slaughtered at two weights. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 90, p. 271-277, 2004.

MARQUES, D.C. **Criação de bovinos**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1974. 664 p.
MARTINS, M.T.; MACHADO, A.L.; LAMAH, M.O.; MARICATO, E. Pesquisa de mercado: hábitos de consumo e perfil do consumidor de carne bovina em Juiz de Fora (MG). **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v. 371, p. 18-30, 2008.

MCKEITH, F.K., SAVELL, J.W.; SMITH, G.C.; DUTSON, T.R.; CARPENTER, Z. L. Physical, chemical, histological and palatability characteristics of muscles from three breed-types of cattle at different times-on-feed. **Meat Science**, Barking, v. 15, p. 37, 1985.

MEDEIROS, S.R.; TORRES, R.A.A.; BITENCOURT, L.P. 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: SBZ, 2005. 1 CD-ROM.

MIR, P.S.; DUGAN, M.E.R.; HE, M.L. 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**, Albany, v. 86, n. 11, p. 3125-3136, 2008.

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.; MCALLISTER, T.A.; SCOTT, S.; AALHUS, J.; BARON, V.; MCCARTNEY, D.; CHARMLEY, E.; GOONEWARDENE, L.; BASARAB, J.; OKINE, E.; WESELAKE, R.J.; MIR, Z. Conjugated linoleic acid enriched beef production. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 79, n. 6, p. 1207-1211, 2004.

MONSMA, C. C.; NEY, D. M. Interrelationship of stearic acid content and triacylglycerol composition of lard, beef tallow and cocoa butter in rats. **Lipids**, Heidelberg, v. 28, n. 6, p. 539-547, 1993.

MORGAN, J.B.; WHELLER, T.L.; KOOHMARAIE, M. Effect of castration on myofibrillar protein turnover, endogenous proteinase activities, and muscle growth in bovine skeletal muscle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 71, n. 2, p. 408-414, 1993.

MORGAN, J.B.; SAVELL, J.W.; HALE, D.S.; MILLER, R.K.; GRIFFIN, D.B.; CROSS, H.R.; SHACKELFORD, S.D. National beef tenderness survey. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 69, p. 3274-3283, 1991.

MULLER, L.; RESTLE, J. Carcass characteristics of steers and young bulis. In: EUROPEAN CONGRESS OF MEAT RESEARCHER WORKERS, 29., 1983, Parma. **Proceedings...** Parma: CERCA, 1983. p. 530-535.
NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7th ed. Washington: National Academy of Sciences. 1996. 244 p.

O'CONNOR, S.F.; TATUM, J.D.; WULF D.M.; GREEN, R.D.; SMITH G.C. Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 75, p. 1822-1830, 1997.

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

PATERSON, J.A.; BELYEA, R.L.; BOWMAN, J.P.; KERLEY, M.S.; WILLIAMS, J.E. The impact of forage quality on supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 59-114.

PAULINO, M.F.; RUAS, J.R.M. Considerações sobre a recria de bovinos de corte. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 13, n. 153/154, p. 68-80, 1988.

PEACOCK, F.M.; KOGER, M.; PALMER, A.Z.; CARPENTER, J.W.; OLSON, T.A. Additive breed and heterosis effects for individual and maternal influences on feedlot gain and carcass traits of Angus, Brahman, Charolais and crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 55, p. 797, 1982.

PEDREIRA, C.G.S. Avaliação de novas gramíneas do gênero *Cynodon* para a pecuária dos Estados Unidos. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *Cynodon*, 1996, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1996. p. 111-126.

PEDREIRA, C.G.S.; NUSSIO, L.G.; Da SILVA, S.C. Condições edafo-climáticas para produção de *Cynodon* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15., 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 85-113.

PEDREIRA, C.G.S.; TONATO, F.; LARA, M.A.S. Forrageiras *Brachiaria*, *Panicum* e *Cynodon*. In: MONTEIRO, J.E.B.A. **Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília: INMET, 2009. p. 427-447.

PEDREIRA, J.V.S.; MATTOS, H.B. Crescimento estacional de vinte e cinco espécies ou variedades de capins. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 38, n. 2, p. 117-143, 1981.

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**, Seoul, v. 2, n. 2, p. 505-506, 1989.

PURCHAS, R.W. Effect of sex and castration on growth and composition. In: PEARSON, A.J.; DUTSON, T.R. **Growth regulation in farm animals: advances in meat research**. London: Elsevier Applied Science, 1991. chap. 8, p. 203-254.
RAMSEY, C.B., COLE, J.W.; MEYER, B.H.; TEMPLE, R.S. Effects of type and breed of British, Zebu and dairy cattle on production, palatability and composition. II. Palatability differences and cooking losses as determined by laboratory and family panels. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 22, p. 1001, 1963.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. Suplementação como estratégia de manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ. 1997. p. 123-150.

RENAND, G.; BERGE, P.; PICARD, B.; ROBELIN, J.; GEAY, Y. ;KRAUSS, D.; MÉNISSIER, F. Genetic parameters of beef production and meat quality traits of young Charolais bulls progeny of divergently selected sires. In: WORLD CONGRESS IN GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 5., 1994, Guelph. **Proceedings...** Guelph, 1994. p. 446-449.

RESTLE, J.; GRASSI, C.; FEIJÓ, G.L.D. Características das carcaças e da carne de bovinos inteiros ou submetidos a duas formas de castração, em condições de pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 334-344, 1996.

RICE, E.E. Contenido en nutrientes y valor nutritivo de la carne y productos cárnicos. In: PRICE, J.F.; SCHWEIGHT, B.S. **Ciencia de la carne y de los productos cárnicos**. 2. ed. Madrid: ACRIBIA, 1984. p. 295-338.

ROBERTSON, J.; RATCLIFF, D.; BOUTON, P.E.; HARRIS, P.V.; SHORTHOSE, W.R. Effect of cooking temperature and animal age on the shear properties of beef and buffalo meat. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 49, n. 4, p. 1163-1166, 1984.

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

ROÇA, R.O.; BONASSI, I. **Temas de tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 1981. 129 p.

RUBENSAM, J.M.; FELÍCIO, P.E.; TERMIGNONI C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 405-409, 1998.

SACKMANN, J.R.; DUCKETT, S.K.; GILLIS, M.H.; REALINI, C.E.; PARKS, A.H.; EGGELSTON, R.B. Effects of forage and sunflower oil levels on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, p. 3174-3181, 2003.

SANTOS, R. dos. **Os cruzamentos na pecuária tropical**. Uberaba: Editora Agropecuária Tropical, 1999. 672 p.

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. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 130, n. 5, p. 1232–1238, 2000.

SEIDEMAN, S.C.; CROSS, H.R.; OLTJEN, R.R. Utilization of the intact male for red meat production: a review. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 55, n. 4, p. 826-840, 1982.

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**, Albany, v. 69, p. 171-177, 1991.

SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; ROHRER, G.A.; SAVELL, J.W. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine post rigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner Bratzler shear force, retail product yield and growth rate. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 72, p. 857-863, 1994.

SHERBECK, J.A.; TATUM, J.D.; FIELD, T.G.; MORGAN, J.B.L SMITH, G.C. Feedlot performance, carcass traits and palatability traits of Hereford and Hereford x Brahman steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, p. 3613-3620, 1995.

_____. Effect of phenotypic expression of Brahman breeding on marbling and tenderness traits. **Journal of Animal Science**, Albany, v.74, p.304-309, 1996.

SIGNORETTI, R.D.; RESENDE, F.D.; SIQUEIRA, G.R. Exploração de ganho compensatório como estratégia nutricional. In: ENCONTRO CONFINAMENTO: GESTÃO TÉCNICA E ECONÔMICA, 1., 2006, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.57-80.

SORIA, L.A.; CORVA, P.M. Factores genéticos y ambientales que determinan la terneza de la carne bovina. **Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal**, Maracaibo, v. 12, p. 73-88, 2004.

TAYLOR, R.G.; GEESINK, G.H.; THOMPSON, V.F.; KOOHMARAIE, M.; GOLL, D.E. Is Z-disk degradation responsible for postmortem tenderization? **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, p. 1351-1367, 1995.

TORRESCANO, G.; SÁNCHEZ-ESCALANTE, A.; GIMÉNEZ, B.; RONCALÉS, P.; BELTRÁN, J.A. Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics. **Meat Science**, Barking, v. 64, p. 85-91, 2003.

VIANNI, R.; BRAZ FILHO, R. **Ácidos graxos naturais**: importância e ocorrência em alimentos. São Paulo: Química Nova, 1996. 400 p.

VILELA, D.; ALVIM, M. J. Manejo de pastagens do gênero *Cynodon*: introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 23-54.

WERNER, J.C. Adubação de pastagens de *Brachiaria* spp. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.209-266.

WHEELER, T.L.; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 68, n. 12, p. 4206-4220, 1990.

WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. Sampling, cooking, and coring effects on Warner-Bratzler shear force values in beef. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 74, p. 1553, 1996.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.E.; CROUSE, J.D.; HUNT, M.C.; KLEMM, R.D. Evaluation of attributes that affect *Longissimus* muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 68, p. 2716-2728, 1990.

WINGER R.J.; HAGYARD, C.J. Juiciness- its importance and some contributing factors. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. (Ed.). **Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish products**. London: Blackie Academic & Professional, 1994. p. 94-124.

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; G. R. NUTE, G.R.; RICHARDSON, R.I.; SHEARD, P.R. Manipulating meat quality and composition. **Proceedings of the Nutrition Society**, New York, v. 58, n. 2, p. 363-370, 1999.

WORLD WILDLIFE FUND. **Pecuária orgânica**. 2010. Disponível em: <http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/pantanal/nossas_solucoes_no_pantanal/desenvolvimento_sustentavel_no_pantanal/pecuaria_sustentavel_no_pantanal/pecuaria_organica_no_pantanal>. Acesso em: 10 maio 2011.

ZEOLA, N.M.B.L.; SILVA SOBRINHO, A.G.; GONZAGA NETO, S. Influência de diferentes níveis de concentrado sobre a qualidade da carne de cordeiros Morada Nova. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 97, n. 544, p. 175-180, 2002.

ZILIO, D.M.; VINCENTI, F.; BALLICO, S.; FICCO, A.; JUÁREZ, M. Effect of castration and crossbreeding on meat quality traits of Maremmana beef cattle. **Italian Journal of Animal Science**, Pavia, v. 8, p. 516-518, 2009.

3 AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE E DA UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS PÓS ABATE NA CARNE DE NOVILHOS BONSMARA ALIMENTADOS EM PASTAGENS DE INVERNO

Resumo

O objetivo deste estudo foi identificar os efeitos combinados de sistemas nutricionais baseado em forragens e a utilização de tecnologias pós-abate nos atributos de qualidade e rendimento, características químicas e maciez da carne de novilhos Bonsmara (n=32) avaliados por 2 anos em locais diferentes. Em cada local, os novilhos (n=8) foram escolhidos aleatoriamente para receber ou não suplementação com milho durante o período de pastejo. Após 120 dias de pastejo, um grupo de animais (n=8) foi imediatamente abatido (0 dias de confinamento) ou levado para um confinamento onde recebeu durante 90 dias uma dieta a base de concentrado (90 dias de confinamento). Ano e local afetaram as características de qualidade, rendimento e maciez. A suplementação não afetou as características de carcaça e maciez. As carcaças dos novilhos não confinados apresentaram menor escore de marmoreio, “quality grade”, maturidade óssea e teor de lipídios; e maior maturidade da carne e pH, além de terem sido menos macias. A estimulação elétrica melhorou os escores de maturidade da carne e da maturidade geral, diminuiu o aparecimento de “heat ring”, melhorou a maciez e interferiu positivamente no comprimento de sarcômero. O amaciamento mecânico e a maturação melhoraram a maciez, mas o tempo de maturação de 1 a 14 dias teve um efeito melhor na melhoria da maciez da carne.

Palavras-chave: Amaciamento; Bonsmara; Estimulação Elétrica; Maciez; Pastagens temperadas

Abstract

The purpose was to identify the combined effects of pre-harvest forage-based nutritional systems and post-harvest technologies on beef carcass quality and yield grade, chemical characteristics, and tenderness of Bonsmara steers (n=32) at two locations over 2 years. Within location, steers (n=8) were assigned cracked corn supplement during the grazing period or no supplementation. After 120-d grazing, steers were harvested immediately (0 days on feed) or fed a high concentrate diet for 90 days. Year and location impacted Quality and Yield grade characteristics and beef tenderness. Supplementation did not affect carcass and tenderness characteristics. Carcasses from steers fed 0 days had lower marbling scores, Quality grades, bone maturity, and lipid; higher lean maturity, and pH; and were tougher. Electrical stimulation improved lean and overall maturity, heat ring, tenderness and sarcomere length. Blade tenderization and meat aging improved tenderness, but meat aging from 1 to 14 days had a greater effect on improving tenderness.

Keywords: Blade tenderization; Bonsmara steers; Electrical Stimulation; Meat tenderness; Winter pastures

3.1 Introdução

Noventa por cento da carne consumida nos Estados Unidos (EUA) é oriunda de animais confinados com dietas de alto concentrado a fim de melhorar a maciez e as características de qualidade da carne (ESTADOS UNIDOS, 2010). A demanda por carne produzida em sistemas alternativos, baseados principalmente na alimentação dos animais com altos níveis de forragens, vem aumentando gradativamente ao longo dos anos (NILZÉN et al., 2001; WALSHÉ et al., 2006; SHONGWE et al., 2007). A alimentação de ruminantes com altos níveis de forragens é a base da produção de carne dita “natural” e vem atender a demanda de um crescente mercado consumidor por carne oriunda de animais alimentados somente em pastagens (BECH-LARSEN; GRUNERT, 2003). Uma das questões chave relacionada a esse tipo de produção está ligada com o impacto que esse tipo de sistema, incluindo o tipo de forragem, localização (clima, precipitação pluvial, condições do solo) e suplementação com grãos pode ter na maciez e qualidade da carne. E mais, poderiam ser esses efeitos (positivos ou negativos) amenizados ou suprimidos através da utilização de técnicas pós abate, para melhorar esses atributos?

Está bem documentado na literatura (SCHROEDER et al., 1980; ABERLE et al., 1981; WU et al., 1981; LARICK et al., 1987; SCHAAKE et al., 1993) que a nutrição causa grande impacto na qualidade da carne e que, em sistemas de produção baseados em pastagens, esse impacto pode ser ainda mais evidente. Para minimizar os efeitos negativos que esse sistema pode trazer, algumas estratégias nutricionais, como a escolha do tipo de forragem, a suplementação dos animais à pasto ou até a utilização de confinamento dos animais na fase final de produção a fim de aumentar o ganho de peso, podem ser adotadas. Enquanto que extensa pesquisa já foi realizada para entender o efeito que cada uma dessas estratégias tem sobre a qualidade e maciez da carne, nenhum estudo foi realizado a fim de se entender o efeito, isolado ou combinado, dessas três estratégias utilizando uma raça tropical adaptada, selecionada para produção de carne à pasto ou suplementada com alto concentrado. Reagan et al (1981) relataram que carcaças provenientes de animais produzidos à pasto tem menor escore de marmorização e “Quality Grade”. Carne proveniente de animais alimentados somente à pasto e que tenham menos quantidade de gordura subcutânea estão mais

susceptíveis ao encurtamento pelo frio (MARSH, 1977) e maior pH (MUIR et al., 1998). À medida que o conteúdo de gordura e o peso de carcaça se aproximam aos dos animais produzidos em sistemas convencionais, esses efeitos decrescem. Comprimento de sarcômero está relacionado ao encurtamento pelo frio e à quantidade de gordura na carcaça, sendo que carcaças que contém menos de 7-9 mm de espessura de gordura subcutânea resfriam mais rapidamente e são mais susceptíveis aos efeitos do encurtamento pelo frio (BOWLING et al., 1978). Aumentos de 1,3 a 9 mm na espessura de gordura subcutânea são associados com aumentos no comprimento de sarcômero, aumento nas notas dos atributos avaliados em painéis sensoriais e em diminuição dos valores de força de cisalhamento (BOWLING et al., 1977).

A maciez da carne também pode ser influenciada pela quantidade e solubilidade de colágeno (MILLER et al., 1983), que por sua vez pode ser afetado pela taxa de crescimento do animal e pela dieta no período pré-abate (ABERLE et al., 1981; FISHELL et al., 1985). O pH pode influenciar a cor, maciez, sabor, suculência e vida de prateleira da carne (HOFMANN, 1988). Em alguns estudos comparando novilhos alimentados à pasto e nos sistemas convencionais, os animais à pasto tiveram maior pH final e foram mais susceptíveis à estresse pré-abate quando comparados à animais alimentados com dieta de alto concentrado (BIDNER et al., 1981, 1986; MORRIS; PURCHAS; BURNHAM, 1997; MUIR et al., 1998; FRENCH et al., 2001). Além disso, animais confinados parecem ser mais acostumados ao manejo intensivo e por consequência disso sofreriam menos depleção de glicogênio no período pré-abate. Alguns sistemas de produção baseados em pastagens vêm utilizando a suplementação dos animais no pasto, geralmente com milho, para aumentar o ganho de peso diário, a gordura subcutânea e para permitir que o gado atinja o peso de abate e grau de acabamento adequado, em períodos inferiores aos usuais nesse tipo de sistema (BOWLING et al., 1978; BIDNER et al., 1981). A suplementação nos animais à pasto, além de encurtar o período de acabamento dos animais, permite um melhor aproveitamento dos recursos forrageiros (ALLEN et al., 1996).

Técnicas pós-abate, como a estimulação elétrica (HARSHAM; DEYTHERAGE, 1951; SAVELL; SMITH; CARPENTER, 1977; SAVELL et al., 1978), tempo de maturação (SLEETH; KELLEY; BRADY, 1958; SMITH; CULP; CARPENTER, 1978) e

amaciamento mecânico (GLOVER et al., 1977; SAVELL; SMITH; CARPENTER, 1977; HAYWARD et al., 1980) vem sendo utilizadas pra melhorar a maciez da carne. Wheeler et al. (1990) relataram que o amaciamento mecânico melhorou a maciez da carne no mesmo nível que a estimulação elétrica e melhores resultados ocorreram com o uso conjunto dessas duas técnicas. Resultados semelhantes foram encontrados por Bidner et al. (1985) onde a estimulação elétrica, amaciamento mecânico e 21 dias de maturação melhoraram a maciez de bifes de Longissimus dorsi. Fazer a terminação dos animais por 112 dias em uma dieta de alto concentrado mostrou redução nos valores de força de cisalhamento, mas não alterou os valores quando os animais foram abatidos logo após do período de pastejo (180 dias) ou alimentados com uma dieta de alto concentrado por 56 dias (LEANDER et al., 1978). Resultados similares foram relatados quando os animais foram alimentados por 150 dias com uma dieta de alto concentrado (ZINN; DURHAM; HEDRICK, 1970). Peso de carcaça quente, qualidade e rendimento de carcaça no sistema americano (USDA Quality and Yield grade) e escore de marmorização também melhoraram com o incremento nos dias de alimentação.

Hedrick et al. (1983) reportaram que longos períodos de alimentação com grãos geralmente aumentam a quantidade de gordura na carcaça, mas não melhoram a maciez da carne comparados com períodos menores de alimentação.

A proposta desse estudo foi identificar os efeitos combinados de diferentes locais de pastejo, níveis de suplementação (S ou NS), seguidos pelo abate ou pelo confinamento durante 90 dias, e da utilização de tecnologias pós abate nos sistemas americanos de avaliação de qualidade e rendimento de carcaça (USDA Quality e Yield grade), na quantidade e solubilidade de colágeno, no pH, comprimento de sarcômero e na força de cisalhamento na carne de animais da raça Bonsmara, que são geneticamente selecionados para produção de carne macia em ambientes de clima subtropical, sendo alimentados em pastagens com ou sem suplementação com alto concentrado.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Delineamento experimental e estratégias nutricionais

3.2.1.1 Localidades e período de pastejo

Os novilhos Bonsmara utilizados neste experimento foram criados e manejados de acordo com as orientações sugeridas pela Bonsmara Natural Beef LLC. Como manejo básico, receberam apenas as vacinas apropriadas a cada fase de vida e nenhum outro tratamento. Os períodos de pastejo entre as duas localidades utilizadas nesse experimento foram diferentes. Em Uvalde o período foi de 152 dias nos dois anos do ensaio. Já em Overton, devido a uma forte seca que houve no primeiro ano de experimento, os animais pastejaram somente por 82 dias e no segundo ano, por 103 dias. Essa seca resultou em algumas diferenças entre os anos e locais do ensaio, que devem ser levadas em consideração. Outro ponto importante é que em Uvalde as pastagens eram irrigadas, favorecendo o crescimento e manutenção da forrageira. Apesar da precipitação pluviométrica em Overton ter sido de 307.6 mm no primeiro ano (dez 2005/março 2006) e de 435.6 no segundo ano (dez 2006/março 2007), essa quantidade de chuva não foi suficiente pra manter o pasto em boas condições para os animais.

3.2.1.2 Animais

Os procedimentos usados neste experimento foram aprovados pelo comitê de ética institucional da Texas A&M University (protocolo de uso de animais #2002-151).

Novilhos Bonsmara (n=32), de aproximadamente 12 meses de idade, foram aleatoriamente divididos em 2 grupos e alocados em 2 cidades distintas (Overton e Uvalde, estado do Texas, EUA). Em Overton (n=16), os animais foram alimentados em pastagens de grama bermuda (*Cynodon dactylon*), sobressemeadas no outono com uma mistura de centeio (*Secale cereale L.*) e azevém anual (*Lolium multiflorum*, var TAM90) e em Uvalde (n=16) em pastagens somente de azevém (*Lolium multiflorum*, var TAM90). Dentro de cada grupo, 8 animais aleatoriamente receberam suplementação com milho quebrado de 0,8% do PV durante o período de pastejo e os demais (n=8) não receberam suplementação. Após um período de quatro meses de pastejo (dez 2005/ a março de 2006), os novilhos das 2 localidades foram aleatoriamente divididos em 2 grupos. Um dos grupos (n=8) foi imediatamente abatido após o pastejo (0 dias de

confinamento) e o outro (n=8) foi transportado para um confinamento comercial, onde receberam uma dieta de alto concentrado durante 90 dias (90 dias de confinamento), sendo abatidos em seguida. O design experimental foi repetido no ano seguinte (dez de 2006 a março de 2007), na mesma estação climática.

Os animais foram abatidos em uma planta frigorífica comercial (H&B Packing Company, Waco, TX). Um lado de cada carcaça recebeu estimulação elétrica até 30 minutos após a sangria com ciclos compostos por correntes de 300 V/30 segundos, 350 V/30 segundos e 350 V/30 segundos, com intervalos de 10 segundos entre os ciclos. Após o período de 48hs de resfriamento, as carcaças foram cortadas entre a 12 e 13 costelas para a avaliação de qualidade e rendimento no sistema de avaliação americano ("USDA Quality e Yield grade"). As carcaças foram cortadas e avaliadas após 20 minutos dos cortes para permitir uma oxigenação uniforme em toda a superfície do corte. Um avaliador treinado pela Universidade Texas A&M determinou os parâmetros de rendimento e qualidade ("USDA Yield e Quality grade") da área de olho de lombo (cm²) (AOL); peso de carcaça quente (kg) (PCQ); espessura de gordura ajustada (mm) (EGA); rendimento de carcaça (RC); escore de marmoreio (200=traços; 300=discreto; 400=pouco); maturidade da carne, óssea e maturidade geral da carcaça (0 a 99=A; 100 a 199=B); porcentagem de gordura cardíaca, pélvica e renal (%) (GCPR). Os escores de qualidade e rendimento ("USDA Quality and Yield") foram avaliados de acordo com os padrões do Departamento de Agricultura Americano (ESTADOS UNIDOS, 1997). O aparecimento de "heat ring" (formação de anel distinto de cor no *Longissimus dorsi*, devido ao resfriamento rápido em carcaças com pouca cobertura de gordura) (1=não aparecimento; 5= aparecimento de anel bem definido), firmeza da carne (1=amolecida; 8=firme) e textura (1=rugosa; 8=lisa) também foram determinados. O músculo *Longissimus dorsi* foi removido de ambas as carcaças e transportado a 2°C para a Universidade Texas A&M (College Station, TX, EUA). Os valores de pH foram obtidos em dois locais aleatórios na extremidade anterior de cada músculo com um medidor de pH digital (modelo HI 98230, Hanna Instruments, Inc., Woonsocket, RI). O medidor de pH era calibrado diariamente com soluções tampão de pH 4.0 e 7.0 (IQ Scientific Instrument, Model IQ150, IQ Scientific Instrument, Inc.,

Carlsbad, CA, U.S.A.) A média das duas leituras representa o valor de pH de cada músculo.

Amostras que foram removidas dessa extremidade foram usadas nas determinações de teor de umidade e extrato etéreo. Os músculos foram então divididos em partes iguais de aproximadamente 15,24 cm. Essas duas partes foram aleatoriamente alocadas nos tratamentos com e sem amaciamento mecânico, de modo que as duas partes (anterior e posterior) de cada músculo não recebessem o mesmo tratamento. Para os quatro músculos de cada local, grupo de suplementação, confinamento e estimulação elétrica, o amaciamento mecânico foi realizado em duas partes anteriores e duas posteriores. Os músculos receberam o tratamento de amaciamento mecânico com um equipamento manual em todo o comprimento longitudinal e transversal de cada parte. Três bifes de 2,54 cm de espessura foram cortados de cada parte e aleatorizados para os três tempos de maturação (0,14 e 28 dias). Cada bife foi embalado à vácuo individualmente em embalagens impermeáveis ao oxigênio (OTR 1 cm³/m²/24h atm @ 4,4 °C, 0% umidade relativa; WVTR g/250cm²/24h @ 37,8 °C, 100% umidade relativa).

As amostras do tempo 0 foram imediatamente congelados (-40°C, câmara de congelamento) e as amostras dos tempos 14 e 28 dias foram maturadas em câmara fria a 2°C e, após esses períodos, imediatamente congeladas em freezer a -40°C por 24 horas, tomando-se o cuidado de não sobrepô-las durante o congelamento. As amostras das partes que não receberam o amaciamento mecânico foram cortadas e congeladas da mesma maneira descrita anteriormente.

3.2.2 Atributos químicos

Os teores de umidade e extrato etéreo de cada músculo proveniente da meia carcaça não estimulada eletricamente foram determinados através da metodologia da Association of Official Analytical Chemists - AOAC (1995). Para preparação das amostras, a gordura externa e o tecido conjuntivo foram retirados de cada parte. As amostras foram congeladas em nitrogênio líquido (N₂) e trituradas em liquidificadores do tipo Waring (modelo 33BL79, Waring Products Division, New Hartford, CT), até serem

completamente transformadas em pó. Aproximadamente 2.5 gramas da amostra em pó foram colocadas em envelopes de papel de filtro (papel de filtro #1, Whatman, Maidstone, England) e seus pesos foram registrados. Os envelopes já estavam secos em estufa por 18 horas e já tinham sido previamente pesados. Análises de cada amostra foram feitas em triplicata. As amostras foram colocadas em estufa a 100°C por 18 horas e depois colocadas no dessecador, até esfriarem completamente (30 min). Seus pesos foram registrados para se determinar o teor de umidade de acordo com a fórmula:

$$\% \text{ Umidade} = \frac{(\text{peso in. do envelope/peso da amostra} - \text{peso seco do envelope/ peso da amostra}) \times 100}{\text{Peso da amostra}}$$

Essas mesmas amostras foram então colocadas em extratores do tipo Soxhlet, utilizando éter de petróleo, por 18 horas. Depois de retiradas do extrator, as amostras foram colocadas em uma capela para favorecer a evaporação do éter e depois foram secas em estufa a 100°C por 12 horas. Após esse tempo, as amostras foram colocadas no dessecador para esfriar até a temperatura ambiente e seus pesos foram registrados. O Extrato etéreo (EE) da amostra foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$\% \text{ EE} = \frac{(\text{peso seco do envelope/peso da amostra} - \text{peso do envelope já extraído/peso da amostra}) \times 100}{\text{Peso da amostra}}$$

O teor de umidade e EE foram representados pela média das triplicatas. Variações maiores que 7% entre as triplicatas, implicavam na repetição da análise da referida amostra.

O teor de colágeno foi determinado nas amostras pulverizadas obtidas das meias carcaças não estimuladas eletricamente, de acordo com a metodologia de Hill (1966). Quatro gramas de amostra em pó congeladas foram colocadas em tubos do tipo Falcon e adicionados 12 mL de tampão de ringer 25% (solução de Ringer = 7,0 g NaCl, 0,026 CaCl₂, 0,35 g KCl diluídos em 1 L de água destilada). As amostras foram homogeneizadas com bastão de vidro (20 rotações) e aquecidas em banho maria a

78°C por 60 minutos. Os tubos foram resfriados por 15 minutos colocados em centrífuga a 15,000 rpm (Centrífuga Beckman, modelo JA-17, Beckman Instruments, Inc. Fullertown, CA) por 10 minutos. Após a centrifugação, as amostras foram separadas em frações e analisadas através de uma reação colorimétrica (KOLAR, 1990) a fim de se determinar o conteúdo de hidroxiprolina de cada amostra. Colágeno total e solúvel (%) foram calculados de acordo com Cross, Carpenter e Smith (1973). As amostras foram feitas em triplicatas, sendo a média utilizada para representar a amostra. Variações de até 7% entre as triplicatas foram consideradas.

O comprimento de sarcômero foi determinado utilizando ambos os lados de cada carcaça (estimulados ou não estimulados eletricamente), seguindo o protocolo utilizado por Cross, West e Dutson (1980) usando um equipamento Spectra-Physics modelo 155SL de laser hélio-neon (0.95 mW) (Spectra-Physics, Inc., Eugene, OR). As amostras para essa avaliação foram obtidas às 48 horas pós-abate, também da face anterior de cada músculo *Longissimus dorsi*. Aproximadamente 5 gramas de amostra picadas em cubos foram homogeneizadas (em duplicatas) em 20 mL de tampão (0,25 M sucrose, 0,002 M KCl, e 0,005 M iodoacetato, pH 7,0, 4°C) com um homogeneizador tipo Polytron (modelo PT10-35 Brinkman Instruments, Inc., USA), em baixa velocidade durante 15 seg. ou até que as fibras sofressem fragmentação. Uma gota do homogenato obtido foi colocada em lâminas de vidro e cobertas com lamínulas. Cada lâmina foi colocada no equipamento de laser, com uma distância do topo da lâmina e da base do laser de 100 mm. A lâmina foi movida até que um padrão de difração do laser fosse visto na base do equipamento. A distância entre a origem e a primeira medida de difração era anotada. Quinze leituras de comprimento de sarcômero foram registradas em cada amostra. A medida do comprimento de sarcômero de cada amostra foi representada pela média das 15 leituras.

3.2.3 Força de cisalhamento (FC) medida pelo Warner-Bratzler

Os bifes foram descongelados em câmara fria (2°C) e cozidos até a temperatura interna de 70°C em um grill (Hamilton Beach HealthSmart grill, modelo 31605A, Hamilton Beach/ Proctor-Silex, Inc., Southern Pines, NC) de acordo com a American

Meat Science Association - AMSA (1995). Os bifes eram virados uma vez quando atingiam a temperatura interna de 35°C. As temperaturas internas foram monitoradas por termômetros de cobre que eram inseridos individualmente no centro geométrico de cada bife e conectados a um medidor de temperatura automático (modelo RD4031, Omega Engineering, Inc., Stanford, CT). Após o cozimento, os bifes foram resfriados a temperatura ambiente (25°C), por aproximadamente 4 horas. Seis cilindros (2,54 cm) foram obtidos de cada bife, seguindo a orientação longitudinal das fibras. Cada cilindro foi cisalhado utilizando um texturômetro (United Testing System machine, modelo SSTM-500, United Calibration Corp., Huntington Beach, CA), com uma célula Warner Bratzler, com capacidade de 10 kg acoplada. A média dos seis cilindros foi usada para representar a FC de cada bife.

3.2.4 Análise Estatística

Os dados foram analisados pela análise de variância (ANOVA) usando o procedimento Proc GLM do SAS (v 9.12, Cary, NC). O nível de significância foi de 5% ($P < 0,05$). Medidas de rendimento de carcaça, cor da gordura, quantidade e solubilidade de colágeno, teor de umidade e extrato etéreo foram analisados usando local e ano, suplementação e confinamento como efeitos principais. Interações duplas foram incluídas no modelo quando significantes ($P < 0,05$). Cada animal foi definido como uma unidade experimental.

Atributos de qualidade da carcaça e da carne, comprimento de sarcômero e pH foram analisados utilizando um arranjo em parcelas sub-sub-subdivididas (split-plot design). A parcela foi definida como especificado acima e cada animal dentro de cada local, estação climática, ano, suplementação e confinamento foi usado como erro da parcela.

Estimulação elétrica e suas interações duplas foram incluídas na primeira subparcela e o erro residual foi usado como o erro da subparcela. Força de cisalhamento, tempo e rendimento de cozimento foram analisados como sub-subparcela. A sub-subparcela incluiu o amaciamento mecânico e suas subseqüentes interações duplas significantes entre amaciamento manual e estimulação elétrica. A

última subparcela incluiu o tempo de maturação e as interações duplas significantes. As médias dos quadrados mínimos foram calculadas e, se significantes na tabela de análise de variância, as diferenças foram determinadas usando a função PDIFF do SAS.

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Atributos de Rendimento e qualidade de carcaça (“Quality e Yield grade”) e pH

Ano e localização afetaram o escore de marmoreio ($P < 0,0001$), “USDA quality grade” ($P < 0,001$), maturidade de carne e óssea e maturidade geral ($P < 0,0001$, $P < 0,0001$, e $P < 0,03$, respectivamente), pH ($P < 0,0001$), firmeza ($P < 0,0001$) e textura ($P < 0,0001$) da carne (Tabela 1). Entretanto, houve interações significativas ($P < 0,05$) entre ano e localização para escore de marmoreio (Figura 1), maturidade óssea e geral (Figura 2), firmeza da carne (Figura 3), textura (Figura 4) e pH (Figura 5). No geral, escore de marmoreio, “Quality grade”, maturidade de carne e geral e textura da carne foram menores nas carcaças do segundo ano de experimento, independente da localização, quando comparados aos novilhos do primeiro ano. A carne dos novilhos criados em Overton no ano 2, tiveram pH mais alto do que os novilhos criados em Uvalde no ano 1. Os animais de Uvalde no ano 1 podem ter apresentando esses valores mais baixos devido ao estresse ambiental causado pela escassez de chuvas. Já está bem estabelecido que o estresse ambiental e de transporte alteram o pH da carne, portanto, os efeitos de localização já eram esperados.

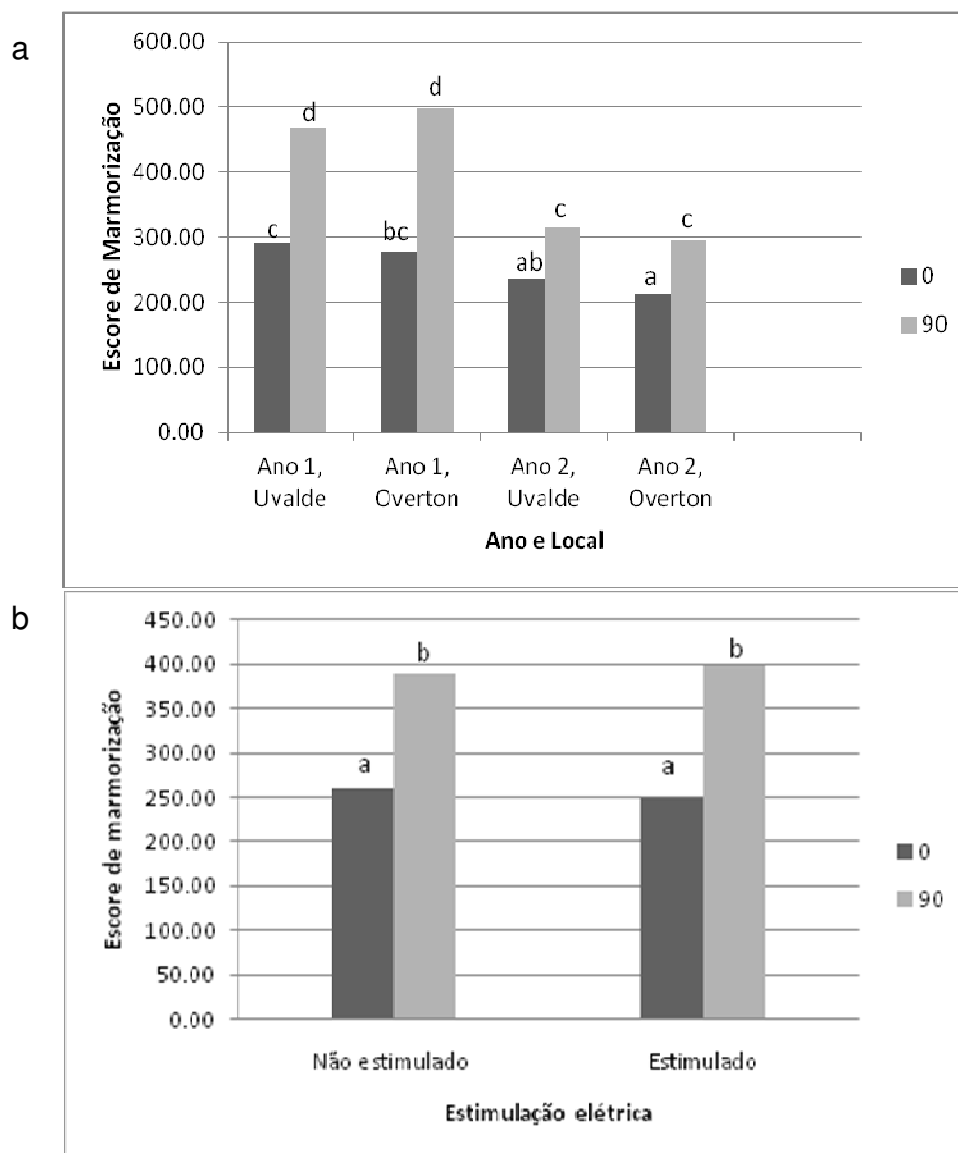


Figura 1 - Efeito da interação entre (a) ano e local e dias de confinamento ($P < 0,0001$) e (b) entre estimulação elétrica e dias de confinamento ($P = 0,0138$) no escore de marmorização das carcaças. ^{abcd} Médias dos quadrados mínimos no gráfico seguidos de mesma letra não diferem entre si ($P < 0,05$)

Tabela 1 - Médias do quadrado mínimo para atributos de “Quality grade” e pH de novilhos Bonsmara avaliados em locais e anos diferentes com 2 níveis de suplementação, diferentes dias de confinamento e estimulação elétrica

Tratamento	Escore de Marmorização ^d	Quality Grade ^e	Matur. Carne ^f	Matur. Ossos ^f	Matur. Geral ^f	pH 24h	Heat ring ^g	Firmeza da carne ^h	Textura da carne ⁱ
Ano e Local	<,0001 ^j	<,0001 ^j	<,0001 ^j	0,03 ^j	<,0001 ^j	<,0001 ^j	0,41 ^j	<,0001 ^j	<,0001 ^j
Ano 1, Uvalde	380,0 ^a	363,7 ^a	183,4 ^a	133,7 ^a	158,6 ^a	5,51 ^a	1,1	3,7 ^b	5,7 ^a
Ano 1, Overton	387,5 ^a	360,4 ^a	179,0 ^a	139,7 ^{ab}	159,4 ^a	5,58 ^b	1,1	6,4 ^a	6,3 ^a
Ano 2, Uvalde	275,6 ^b	293,0 ^b	141,6 ^b	142,8 ^b	142,2 ^b	5,56 ^b	1,1	4,9 ^c	4,4 ^b
Ano 2, Overton	254,7 ^b	281,1 ^b	142,5 ^b	137,2 ^{ab}	139,8 ^b	5,64 ^c	1,2	4,9 ^c	4,4 ^b
Suplementação	0,89 ^j	0,63 ^j	0,62 ^j	0,61 ^j	0,88 ^j	0,67 ^j	0,62 ^j	0,58 ^j	0,63 ^j
Não suplementado	325,3	323,0	160,8	138,9	149,8	5,57	1,1	5,0	5,1
Suplementado	323,6	326,0	162,5	137,8	150,1	5,57	1,1	4,9	5,3
Dias de confinamento	<,0001 ^j	<,0001 ^j	0,02 ^j	<,0001 ^j	0,36 ^j	<,0001 ^j	0,62 ^j	0,06 ^j	0,03 ^j
0	254,5 ^a	279,7 ^a	165,8 ^a	132,2 ^a	149,0	5,63 ^a	1,1	5,2	4,9 ^a
90	394,4 ^b	369,4 ^b	157,5 ^b	144,5 ^b	151,0	5,51 ^b	1,1	4,5	5,5 ^b
Estimulação Elétrica	0,89 ^j	0,68 ^j	0,02 ^j	0,14 ^j	0,009 ^j	0,76 ^j	0,01 ^j	0,47 ^j	0,41 ^j
Não-estimulado	342,7	324,5	163,9 ^a	139,2	151,6 ^a	5,57	1,1 ^a	5,0	5,1
Estimulado	324,2	324,1	159,4 ^b	137,5	148,5 ^b	5,57	1,0 ^b	4,9	5,3
QME^k	20,56	11,79	11,40	6,59	6,62	0,07	0,25	0,98	0,91

^{abc}Médias na mesma coluna nos diferentes tratamentos seguidas da mesma letra não diferem entre si (P<0.05).

^dEscore de marmorização: 200=traços; 300=moderado; 400=pouco.

^e“Quality grade”: 200=Standard; 300=Select.

^f Maturidade de carne, ossos e geral de carcaça: 0 a 99 = A; 100 a 199=B.

^gHeat ring: 1=não aparecimento; 5=aparecimento de anel bem definido.

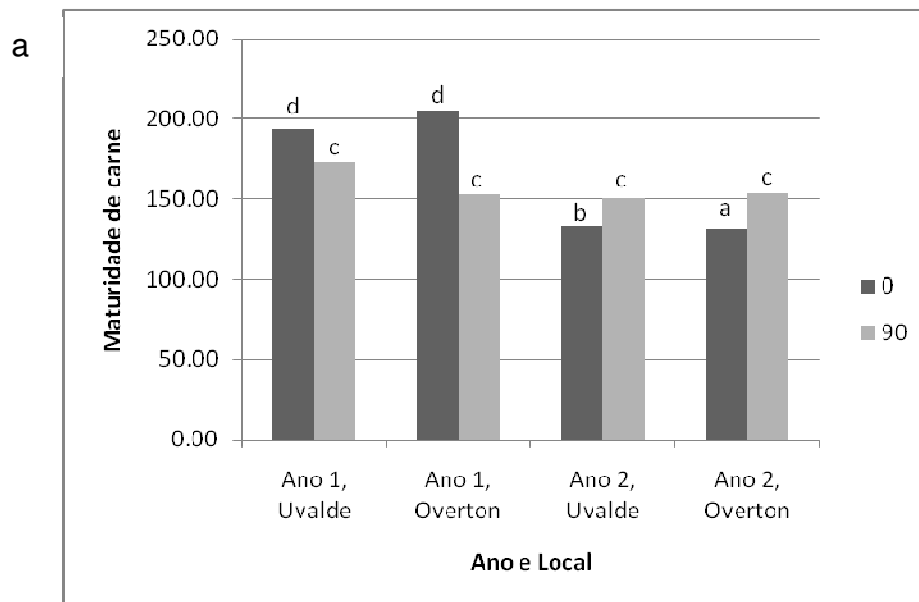
^hFirmeza da carne: 1= amolecida; 8=firme/ⁱTextura da carne: 1=rugosa; 8=fina.

^jValores de P.

^kQuadrado médio do erro.

O escore de marmoreio entre as carcaças dos animais confinados por 90 dias com dieta de alto concentrado e os abatidos após o período de pastejo (não confinados) foi afetado pelo ano e localização (Figura 1a). As carcaças de novilhos confinados apresentaram maior escore ($P < 0,0001$) do que as de não confinados (Tabela 1), sendo que as diferenças foram maiores no ano 1. Efeitos similares foram reportados para o “Quality grade” nas interações entre ano e localização com dias de confinamento ($P < 0,0001$; dados não publicados). Os efeitos de ano de experimento englobam temperatura, precipitação pluviométrica, qualidade da forragem, variações genéticas ou efeitos maternos e efeitos de alimentação. Dentro de um sistema de alimentação em pastagens, os efeitos de ano nem sempre podem ser controlados.

Maturidade da carne, óssea e maturidade geral (overall) foram afetadas pelos dias de confinamento (Figura 2 a,b,c). No ano 1, o escore de maturidade da carne foi maior nas carcaças de novilhos não confinados, independente da localização. Entretanto, no ano 2 as carcaças de animais não confinados apresentaram menor escore de maturidade da carne. A maturidade geral seguiu a mesma tendência da maturidade da carne. Como a maturidade da carne é um componente determinante da cor, o estresse pré-abate, a velocidade e as condições de resfriamento e iluminação podem afetar essa medida.



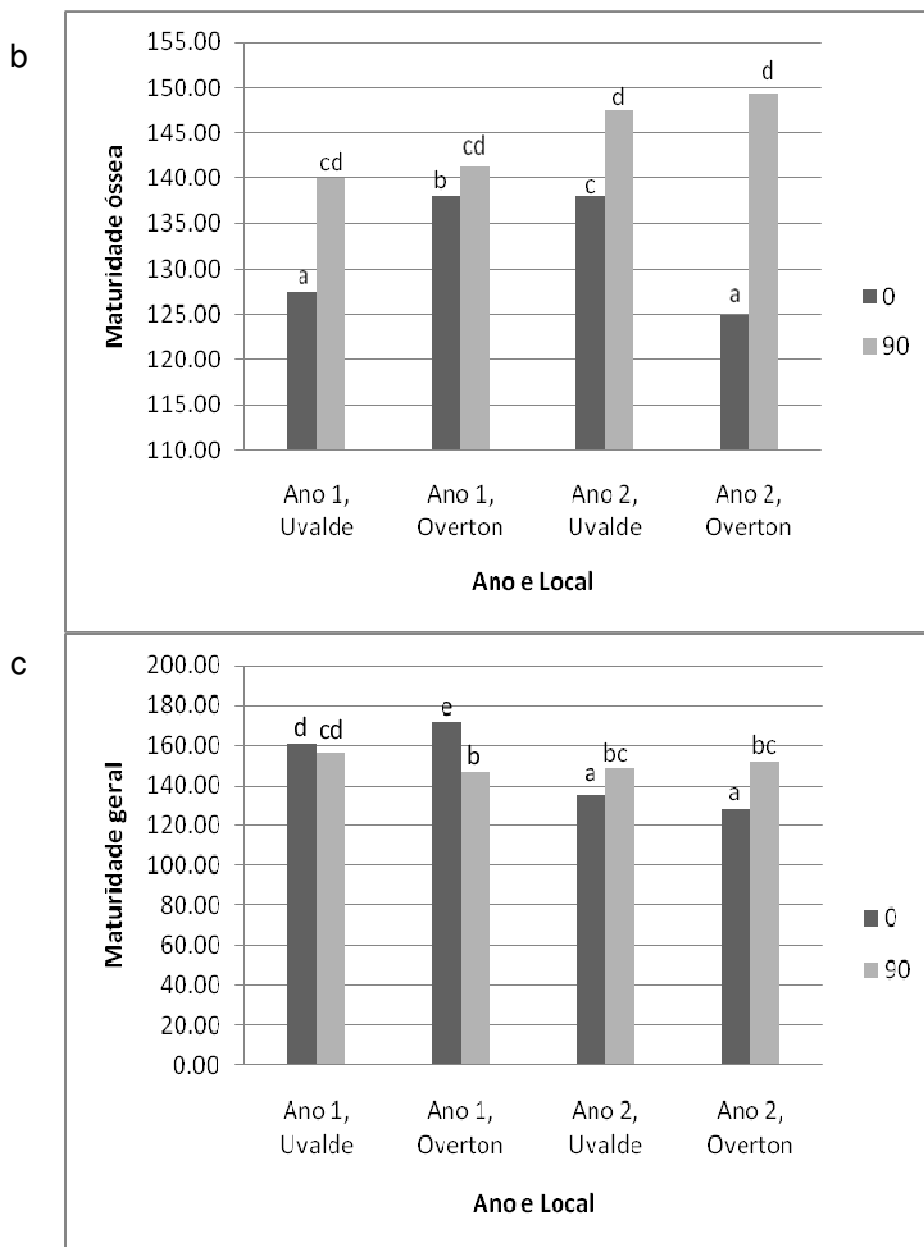


Figura 2 - Efeito da interação entre ano e local e dias de confinamento ($P < .0001$) na maturidade da carne (a), na maturidade óssea e (b) na maturidade geral (c) das carcaças de novilhos Bonsmara. Maturidade da carne, óssea e geral: 00 a 99=A; 100=199=B. ^{abcde}Médias dos quadrados mínimos no gráfico seguidos de mesma letra não diferem entre si ($P < 0,05$)

O pH também foi afetado ($P < 0,0001$) pelo ano e localização e pelos dias de confinamento, mas não seguiu a mesma tendência dos escores de maturidade da carne (Figura 3).

As medidas subjetivas de cor da carne e os valores na escala de cor CIE L^* (luminosidade) a^* (teor de vermelho) e b^* (teor de amarelo) foram medidos nas carcaças e seguiram a mesma tendência do que foi reportado para maturidade da carne (FORBES et al., 2011). Como os novilhos de Uvalde foram abatidos mais jovens devido à escassez de chuvas no ano 1, menores escores de maturidade óssea eram esperados para animais não confinados, quando comparados as carcaças dos novilhos de Overton no ano 1. Para os animais confinados, era esperado que a maturidade óssea fosse superior aos valores relatados para cada ano e local. Valores mais baixos de maturidade óssea em Overton no segundo ano de experimento provavelmente foram devidos a localização. Como os novilhos foram aleatorizados para a localização em cada ano, os menores níveis de maturidade óssea em Overton no ano 2 foram devidos provavelmente à diferenças nas forragens entre cada local que conseqüentemente afetaram as taxas de crescimento animal. Maturidade geral foi menor para carcaças de animais não confinados, quando comparadas aos confinados no ano 2, independente do local. No ano 1, a maturidade geral das carcaças dos animais criados em Overton não diferiu entre os animais confinados ou não confinados. Para novilhos de Overton no ano 1, a maturidade geral foi maior nos animais não confinados. Maturidade de carne, ossos e maturidade geral são medidas que determinam a maturidade fisiológica das carcaças. Esses resultados indicam que enquanto ligeiras diferenças provavelmente existiam dentro da idade cronológica de animais do mesmo ano ou entre os anos de experimento, ano e local afetaram a maturidade fisiológica. Embora os animais não confinados fossem 90 dias mais jovens, os indicadores de maturidade fisiológica podem não ter refletido as diferenças de idade e, as variações na maturidade de carne, ossos e geral deveriam ser esperadas devido a efeitos de ano e local e de dias de confinamento.

O pH das carcaças foi afetado pelo ano e local e pelos dias de confinamento ($P < 0,0001$; Figura 3). Os valores foram mais altos para a carne dos animais não confinados, exceto para novilhos de Overton no ano 1, onde o pH não diferiu entre os

dias de confinamento. Wulf et al. (1997) relataram que animais terminados em pastagens apresentam maiores valores de pH do que os confinados. Os resultados deste estudo indicaram que carcaças de animais não confinados podem diferir em pH, mas essas diferenças podem ser amenizadas entre os novilhos terminados em pastagem versus novilhos confinados. Como os novilhos de ambos os locais foram abatidos em épocas diferentes (0 e 90 dias), os efeitos de transporte, manejo e abate no pH da carne não podem ser incluídos dentro desse dados, mas esses dados indicam que diferenças nos valores de pH devido a local e ano não foram consistentes.

Os valores de pH da carne afetaram o aparecimento de “heat ring”, firmeza e textura da carne. O aparecimento de “heat ring” não foi afetado pelo ano e local ($P=0,41$), mas a firmeza ($P<0,0001$) e a textura ($P<0,0001$) foram afetadas.

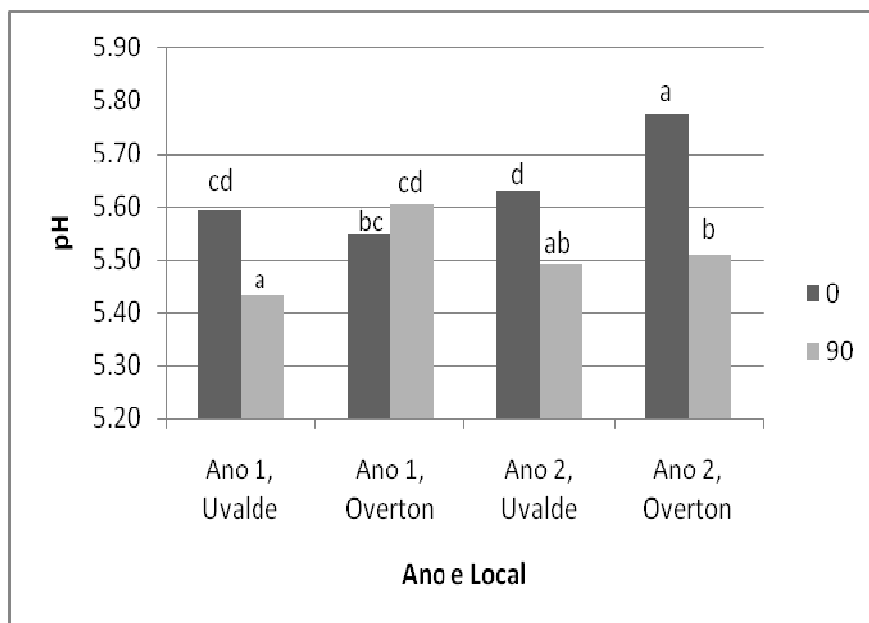


Figura 3 - Efeito da interação entre ano e local e dias de confinamento no pH ($P<,0001$) das carcaças. ^{abcd} Médias dos quadrados mínimos no gráfico seguidos de mesma letra não diferem entre si ($P<0,05$)

Houve interações entre ano e local com suplementação ($P=0,03$) e dias de confinamento ($P<0,0001$; Figura 4 a,b) para firmeza da carne. No ano 1, a carne de novilhos não suplementados tendia a ser mais firme do que a de suplementados; entretanto, no ano 2, a suplementação não afetou a firmeza da carne. Adicionalmente,

novilhos confinados não apresentaram diferenças na firmeza da carne, exceto no ano 1 em Uvalde, onde a carne de novilhos não confinados foi mais firme que a de confinados. A textura da carne foi afetada pelo ano e local e estimulação elétrica (Figura 5; $P=0,04$). No geral, a textura foi mais rugosa nas carcaças do ano 2. Estudos prévios demonstraram que as carcaças de animais terminados em pastagens têm a textura menos fina que animais terminados em confinamento. A estimulação elétrica parece diminuir essas diferenças na textura. Os resultados indicam que para o ano 1, em Uvalde, a estimulação elétrica melhorou a textura; entretanto, não influenciou nas carcaças do ano 2, nem nas carcaças de Overton. Uma carne mais firme e menos rugosa é considerada de melhor qualidade. Os resultados indicam que ano, local, dias de confinamento e, em uma menor extensão, suplementação durante o pastejo e estimulação elétrica afetaram a firmeza e/ou textura da carne, de modo inconsistente. Estes resultados demonstram que efeitos de ano e local deveriam ser esperados nos atributos de “Quality grade” das carcaças de novilhos confinados ou não. A produção consistente de escores de marmoreio similares, “Quality grade”, escores de maturidade de carcaça, pH, firmeza e textura tanto de animais terminados em pastagens quanto de animais confinados pode ocorrer entre locais e anos.

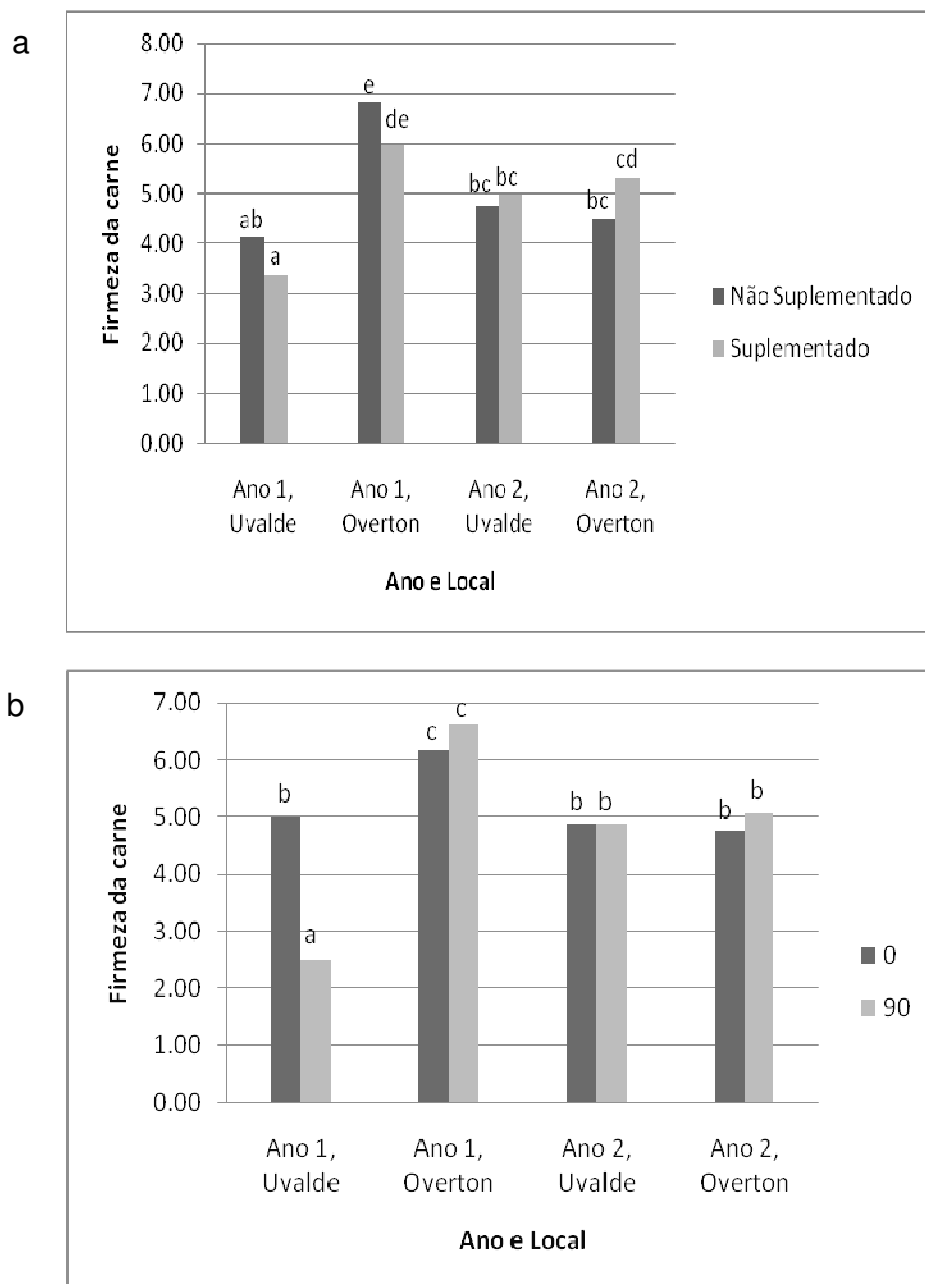


Figura 4 - Efeito da interação entre (a) ano e local e suplementação ($P=0,0389$) e entre (b) ano e local e dias de confinamento ($P<,0001$) na firmeza da carne de novilhos Bonsmara. ^{abcde} Médias dos quadrados mínimos no gráfico seguidos de mesma letra não diferem entre si ($P<0,05$)

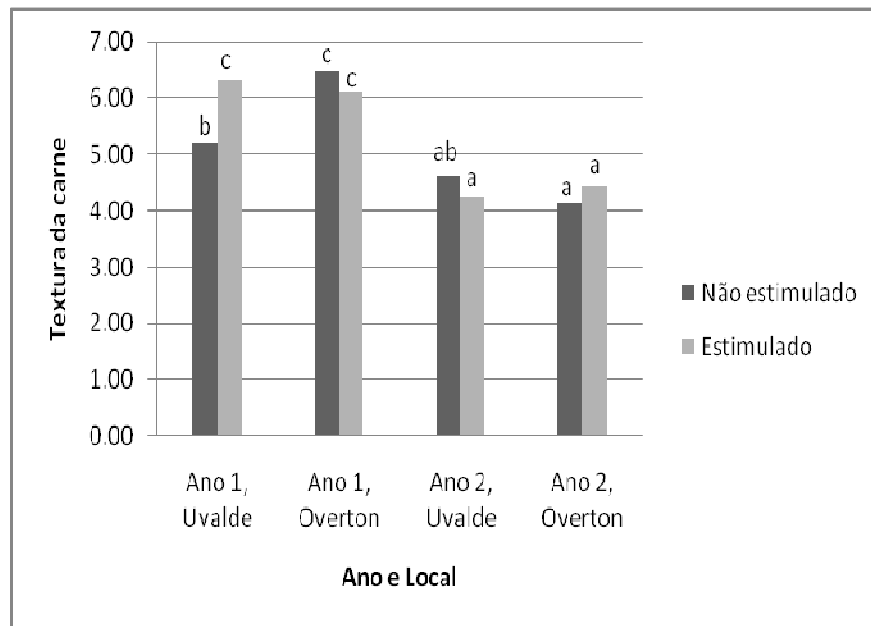


Figura 5 - Efeito da interação entre ano e local e estimulação elétrica ($P=0,0048$) na textura da carne. ^{abcd} Médias dos quadrados mínimos no gráfico seguidos de mesma letra não diferem entre si ($P<0,05$)

Os efeitos de ano e local também foram verificados nos escores americanos de rendimento (USDA Yield grade) (Tabela 2; Figura 6). Novilhos do ano 1 tiveram peso de carcaça quente similares e, dentro do ano 1, os animais de Overton tiveram carcaças com maior AOL, menor GCPR e espessura de gordura ajustada e menor “Yield grade”. No ano 2, os novilhos de Uvalde tiveram maior PCQ e AOL do que os de Overton, mas diferenças não foram notadas na GCPR, espessura de gordura ajustada e no “Yield grade”. O “Yield grade” foi afetado pela interação entre ano e local com suplementação (Figura 6; $P=0,01$). No ano 2, a suplementação não afetou o “Yield grade”; entretanto, no ano 1, as carcaças de novilhos suplementados em Overton tiveram menor “Yield grade” do que os não suplementados no mesmo ano. A suplementação com grãos durante o período de pastejo é utilizada para se aumentar o consumo de energia, o ganho de peso médio diário e o peso vivo do animal, quando o gado é retirado das pastagens e vai ser abatido em seguida. Os novilhos de Overton no ano 1, pastejaram durante 82 dias ao invés dos 103 dias do ano 2, ao passo que os novilhos de Uvalde pastejaram por 152 dias em cada ano. Os animais de Overton, ano 1 apresentaram o melhor “Yield grade” quando receberam suplementação. Esses novilhos tiveram as

maiores AOL, juntamente com as menores quantidades de GCPR e espessura de gordura ajustada e valores médios para PCQ. Esses dados sugerem que a suplementação durante o período de pastejo aumenta o crescimento muscular e reduz a deposição de gordura. Apesar de terem pastejado por menos tempo, provavelmente os animais de Overton ano 1, consumiram uma forragem de melhor qualidade nutricional, quando comparadas a Uvalde ou ao ano 2 do estudo.

Tabela 2 - Médias do quadrado mínimo para atributos de rendimento ("Yield grade") da carcaça de novilhos Bonsmara avaliados em locais e anos diferentes com 2 níveis de suplementação, diferentes dias de confinamento e estimulação elétrica

Tratamento	PCQ ¹ , kg	AOL ² , cm ²	GCPR ³ ,%	EG ⁴ Ajustada, mm	Yield ⁵ grade
<u>Ano e Local</u>	<,0001 ^d	<,0001 ^d	<,0001 ^d	0,19 ^d	<,0001 ^d
Ano 1, Uvalde	260,5 ^a	71,85 ^a	2,09 ^a	6,05 ^{ab}	2,24 ^a
Ano 1, Overton	254,2 ^a	80,68 ^b	1,25 ^b	4,88 ^a	1,41 ^c
Ano 2, Uvalde	274,7 ^b	78,40 ^b	1,48 ^b	7,18 ^b	1,94 ^b
Ano 2, Overton	244,4 ^c	73,50 ^c	1,42 ^b	6,39 ^{ab}	2,00 ^{ab}
<u>Suplementação</u>	0,07 ^d	0,17 ^d	0,87 ^d	0,50 ^d	0,46 ^d
Não suplementado	254,77	75,12	1,55	6,38	1,94
Suplementado	262,12	77,10	1,57	5,87	1,86
<u>Dias de confinamento</u>	<,0001 ^d	0,0003 ^d	<,0001 ^d	<,0001 ^d	<,0001 ^d
0	231,69 ^b	73,29 ^b	1,13 ^b	3,44 ^b	1,45 ^b
90	285,20 ^a	78,93 ^a	2,01 ^a	8,81 ^a	2,35 ^a
QME ^e	16,15	5,79	0,43	3,0	0,40

¹ PCQ: peso de carcaça quente; ²AOL: área de olho de lombo; ³GCPR: gordura cardíaca, pélvica e renal; ⁴EG: espessura de gordura; ⁵Yield Grade: sistema de classificação americano de rendimento de carcaças.

^{abc}Médias na mesma coluna nos diferentes tratamentos seguidas da mesma letra não diferem entre si (P<0,05).

^dValores de P.

^eQuadrado médio do erro.

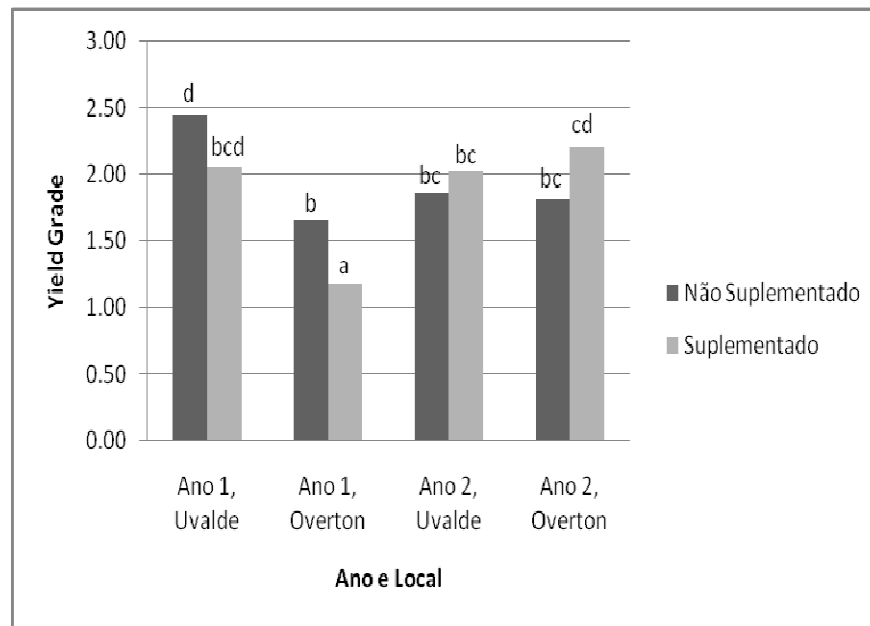


Figura 6 - Efeito da interação entre ano e local e suplementação ($P=0,01$) no “Yield grade” das carcaças de novilhos Bonsmara. ^{abcd} Médias dos quadrados mínimos no gráfico seguidos de mesma letra não diferem entre si ($P<0,05$)

3.3.2 Força de Cisalhamento

Os valores de força de cisalhamento medido pelo Warner Bratzler (FC) foram usados como um indicativo de maciez da carne. Ano e local afetaram os valores de FC ($P=0,01$) e de rendimento no cozimento (Tabela 3). Bifes de carcaças de Uvalde no ano 1 foram considerados mais macios do que os do ano 1 e 2, de ambos os locais. Houve interação entre ano e local e dias de confinamento ($P<0,0001$) para os valores de FC (Figura 7a). Os valores de FC não diferiram entre os animais confinados ou não, exceto para os animais de Overton no primeiro ano de experimento. Os bifes desses animais não confinados foram mais duros do que os dos confinados no mesmo ano. Vários resultados já foram relatados na literatura demonstrando o efeito da alimentação em pastagens versus a alimentação com grãos na maciez da carne. Esses dados mostram que em ambos os anos e locais, a maciez variou e que essa variação foi maior para os animais terminados em pastagens. Os novilhos de Overton no ano 1 ficaram menos tempo no pasto devido a escassez de chuvas e tiveram a carne mais dura quando não confinados. Entretanto, depois de 90 dias no confinamento, os animais do ano 1 foram

mais macios e similares em maciez as novilhas de Uvalde, no mesmo ano. Esses resultados indicam que a alimentação com alto teor de concentrado reduz os efeitos de ano e local na maciez da carne.

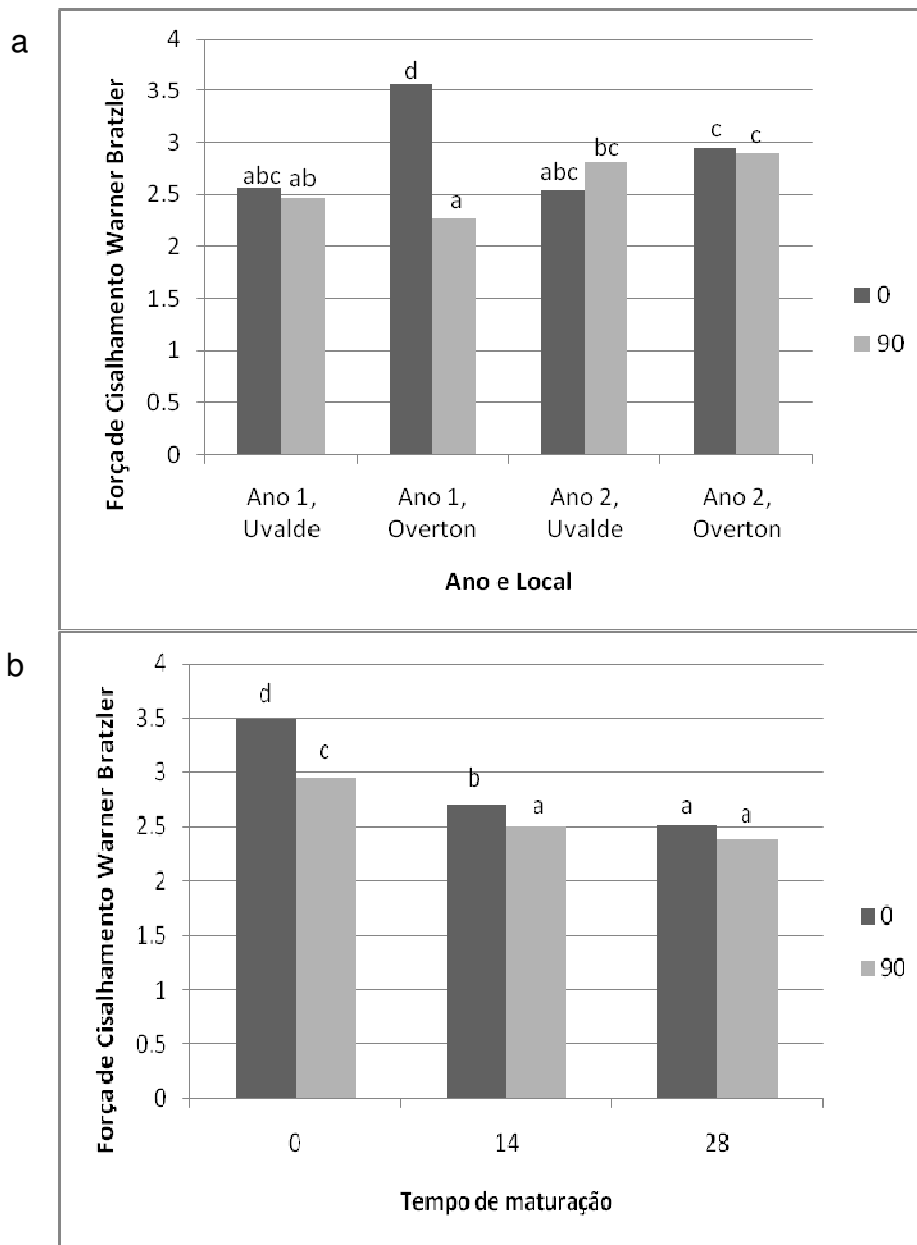


Figura 7- Efeito da interação entre (a) entre ano e local e dias de confinamento ($P < 0,0001$) e entre (b) tempo de maturação e dias de confinamento ($P = 0,0005$) e (b) na Força de cisalhamento medida pelo Warner Bratzler (kg) na carne de novilhos Bonsmara. ^{abcd} Médias dos quadrados mínimos no gráfico seguidos de mesma letra não diferem entre si ($P < 0,05$)

Ano e local afetaram o rendimento no cozimento ($P < 0,0001$), mas não afetaram o tempo de cozimento ($P = 0,25$; Tabela 3). O rendimento de cozimento foi maior para bifes do ano 2; entretanto, a interação para ano e local com dias de confinamento para rendimento foi significativa ($P = 0,02$) (Figura 8). Os bifes de novilhos de Overton no ano 1 não confinados apresentaram o menor rendimento de cozimento entre todos os tratamentos. Esse menor rendimento pode estar relacionado à maior proporção de tecido magro ou a diferenças no ambiente de cozimento. Para verificar se o menor rendimento no cozimento afetou os altos valores de FC nesses bifes, o rendimento foi utilizado nas análises estatísticas como covariável no modelo descrito anteriormente. O rendimento no cozimento foi uma covariável significativa ($P < 0,0001$), mas as médias dos quadrados mínimos não foram muito diferentes entre as duas análises. O ajuste das médias para o rendimento de cozimento não retirou a variação associada aos novilhos não confinados do ano 1 de experimento em Overton ou o efeito do ano na FC.

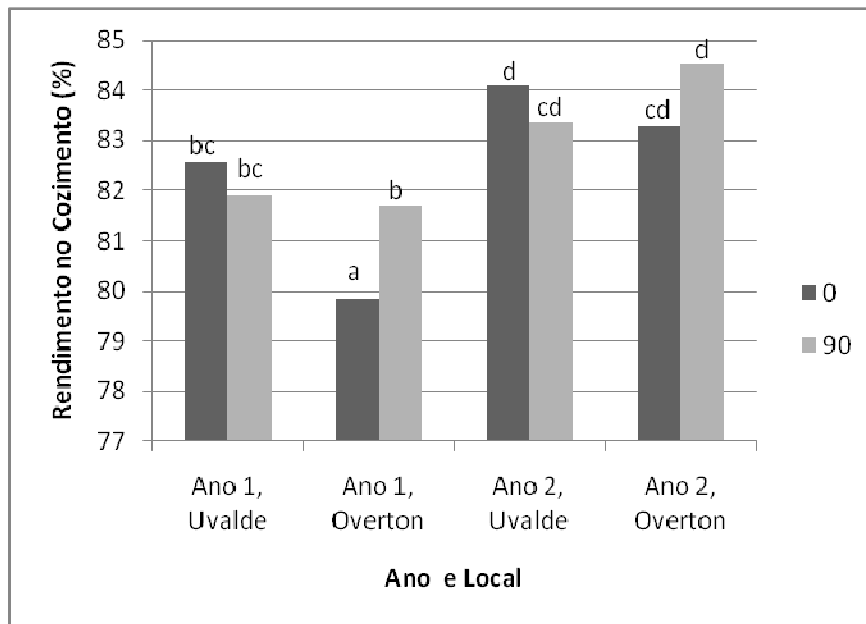


Figura 8 - Efeito da interação entre ano e local e dias de confinamento ($P = 0,02$) no Rendimento de cozimento (%) da carne de novilhos Bonsmara. ^{abcd}Médias dos quadrados mínimos no gráfico seguidos de mesma letra não diferem entre si ($P < 0,05$)

Tabela 3 - Médias do quadrado mínimo para atributos de força de cisalhamento (FC) e de cozimento (rendimento e tempo) da carne de novilhos Bonsmara avaliados em locais e anos diferentes com 2 níveis de suplementação, diferentes dias de confinamento, estimulação elétrica, amaciamento mecânico e diferentes dias de maturação

Tratamento	FC, kg	Rendimento do cozimento, %	Tempo de cozimento, %
<u>Ano e Local</u>	0,01	<,0001 ^d	0,25 ^d
Ano 1, Uvalde	2,52 ^a	82,27 ^a	11,20
Ano 1, Overton	2,92 ^b	80,78 ^b	10,95
Ano 2, Uvalde	2,68 ^{ab}	83,72 ^c	11,34
Ano 2, Overton	2,92 ^b	83,91 ^c	10,48
<u>Suplementação</u>	0,52 ^d	0,67 ^d	0,60 ^d
Não suplementado	2,79	82,59	10,90
Suplementado	2,73	82,74	11,08
<u>Dias de confinamento</u>	0,007 ^d	0,23 ^d	<,0001 ^d
0	2,90 ^a	82,44	10,29 ^a
90	2,62 ^b	83,89	11,69 ^b
<u>Estimulação Elétrica</u>	<,0001 ^d	0,94 ^d	0,33 ^d
Não-estimulado	2,94 ^a	82,65	11,15
Estimulado	2,58 ^b	82,68	10,83
<u>Amaciamento mecânico</u>	<,0001 ^d	0,91 ^d	0,80 ^d
Não-amaciado	2,94 ^a	82,65	11,03
Amaciado	2,58 ^b	82,68	11,95
<u>Tempo de maturação</u>	<,0001 ^d	0,78 ^d	0,01 ^d
0	3,22 ^a	82,53	10,80 ^a
14	2,61 ^b	82,67	10,63 ^a
28	2,45 ^c	82,80	11,55 ^b
QME ^e	0,620	4,329	3,640

^{abc}Médias na mesma coluna nos diferentes tratamentos seguidas da mesma letra não diferem entre si (P<0,05).

^dValores de P.

^eQuadrado médio do erro.

3.3.3 Análises Químicas

Análises de teor de umidade, extrato etéreo, colágeno total e solúvel e comprimento de sarcômero foram realizados para determinar se essas variáveis estão relacionadas com a maciez da carne (Tabela 4). Ano e local afetaram o teor de extrato etéreo ($P=0,001$). Novilhos alimentados em Uvalde no primeiro ano tiveram os maiores teores de gordura intramuscular na carne. Esses resultados corroboram com estudos anteriores que relataram que ano e local afetam o “USDA Quality e Yield grade” e as características de maciez. Como ano e local incluem as variáveis ambientais que não podem ser controladas ou imitadas, esses resultados demonstram que ano e local contribuem para as variações em animais confinados ou não.

Tabela 4 - Médias do quadrado mínimo para teor de umidade, extrato etéreo, colágeno total e solúvel e comprimento de sarcômero no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos avaliados em locais e anos diferentes com 2 níveis de suplementação, diferentes dias de confinamento e estimulação elétrica

Tratamento	Umidade, %	EE ¹ , %	Colágeno total, mg/g	Colágeno solúvel, %	Compr. de sarcômero, μm
<u>Ano e Local</u>	0,092 ^d	0,001 ^d	0,57 ^d	0,40 ^d	0,73 ^d
Ano 1, Uvalde	74,21	3,13 ^a	3,48	11,95	1,76
Ano 1, Overton	74,97	2,16 ^b	3,41	12,21	1,79
Ano 2, Uvalde	74,17	2,15 ^b	3,25	12,75	1,78
Ano 2, Overton	74,61	1,97 ^b	3,16	13,12	1,75
<u>Suplementação</u>	0,007 ^d	0,12 ^d	0,14 ^d	0,18 ^d	0,33 ^d
Não suplementado	74,84	2,19	3,19	12,87	1,76
Suplementado	74,14	2,52	3,46	12,15	1,78
<u>Dias de confinamento</u>	<,0001 ^d	<,0001 ^d	0,67 ^d	0,97 ^d	0,85 ^d
0	75,09 ^a	1,50 ^a	3,21	12,51	1,77
90	73,89 ^b	3,21 ^b	3,36	12,50	1,77
<u>Estimulação Elétrica</u>	--	--	--	--	0,071 ^d
Não-estimulado	--	--	--	--	1,75 ^a
Estimulado	--	--	--	--	1,80 ^b
QME ^e	1,01	0,86	0,72	2,12	0,09

¹ EE: extrato etéreo.

^{abc} Médias na mesma coluna nos diferentes tratamentos seguidas da mesma letra não diferem entre si (P<0,05).

^d Valores de P derivados da tabela de análise de variância.

^e Quadrado médio do erro.

3.3.4 Efeitos da suplementação durante o pastejo e dos dias de confinamento

A suplementação com grãos é uma das estratégias utilizadas para se aumentar a densidade energética da dieta durante o período de pastejo, podendo aumentar os ganhos médios diários, o peso vivo final e reduzindo a variação associada aos efeitos ambientais de ano e local. Entretanto, a suplementação não afetou os escores de "Quality e Yield grade", FC ou os atributos químicos (Tabelas 1, 2, 3 e 4,

respectivamente). Interações da suplementação com ano e local para firmeza da carne e “Yield grade” já foram discutidos anteriormente (Figuras 4a e 6).

Em um estudo conduzido no Texas utilizando novilhos Bonsmara cruzados, pastejando grama bermuda e suplementados com glúten de milho peletizados na quantidade de 0,8% do PV, a suplementação não alterou as características de carcaça dos animais abatidos logo após o pastejo. Todos os atributos de carcaça foram melhorados quando os animais foram confinados por 90 dias (Rouquette et al., 2007). Neste estudo a suplementação utilizada foi de 0,8% do PV e os resultados foram semelhantes aos apresentados anteriormente. Concluí-se que o nível de suplementação utilizado pode não ter sido alto o suficiente para alterar as características de carcaça e a maciez, especialmente no ano 1, que não teve chuva suficiente. Nos anos onde as condições ambientais podem limitar os valores nutricionais das forrageiras, altos níveis de suplementação podem ser necessários para alterar as referidas características.

Os dias de confinamento causaram grande impacto nas características de carcaça. Novilhos não confinados tiveram menor escore de marmoreio, “Quality grade”, maturidade óssea e teor de lipídios; e maior maturidade da carne, pH e teor de umidade; textura mais grosseira e menor tempo de cozimento. Esses resultados foram similares aos previamente reportados. Vários estudos relataram que a carne de animais alimentados em pastagens é mais magra do que a dos animais criados em sistemas convencionais (HEDRICK et al., 1983; MARME et al., 1984; LARICK et al., 1987; FRENCH et al., 2001). Com o aumento no teor de lipídios, uma redução no teor de umidade é esperada (REAGAN et al., 1977; DUCKETT et al., 1993). Em um estudo recente comparando novilhos terminados por 178 dias em pastagem de azevém, 125 dias seguidos de 94 dias recebendo dieta de alto concentrado ou somente 83 dias de confinamento, as características de carcaça como PCQ, espessura de gordura, AOL, GCPR e “Yield grade” foram menores para os novilhos que só pastejaram por 178 dias quando comparados aos que receberam dietas concentradas (KERTH et al., 2007). O valor econômico da carcaça está intimamente ligado ao peso de carcaça e ao “Quality e Yield grade”. Como as carcaças dos animais confinados melhoraram todas essas características, elas tiveram seu valor econômico aumentado.

A maciez é afetada pelos regimes de alimentação em pastagens ou com alimentação concentrada. Schroeder et al. (1980) e Mitchell et al. (1991) relataram maiores valores de FC e menores notas na avaliação sensorial para animais terminados em pastagens. Entretanto, com o aumento nos dias de confinamento, os valores de FC atingiram um pico de maciez que não mais se alterou, independente dos dias de confinamento. O comprimento deste pico é muito variável e está mais relacionado com as diferentes raças, locais e formulações de dieta. Depois de 56 dias (MAY et al., 1992), 84 dias (LARICK et al., 1987), ou entre 105 e 147 dias (Van KOEVERING et al., 1995) recebendo uma dieta de alto concentrado, os valores de FC não diminuem. Em nosso estudo, o confinamento de novilhos Bonsmara por 90 dias proporcionou melhor maciez da carne.

A quantidade total e a solubilidade de colágeno estão relacionadas com a maciez da carne (CROSS et al., 1973). Neste estudo, nenhuma diferença entre os teores de colágeno total ou solúvel foi encontrada, indicando a falta de efeito da dieta de alta energia nesta variável, assim como foi reportado por Dikeman et al. (1986) e Mandell et al. (1998). Contrariando esses resultados, Crouse et al. (1984) relataram que teores mais altos de colágeno total e solúvel foram encontrados no músculo *Longissimus dorsi* de animais que receberam dietas de alta energia em comparação com dietas de baixa energia. A solubilidade de colágeno diminuiu e estava associada com uma melhora na maciez após 70 dias recebendo uma dieta de alto concentrado (ABERLE et al., 1981). Em novilhos Bonsmara, Strydom et al. (2000) relataram que a carne desses animais tinha menor teor de colágeno total do que a carne de gado Pardo Suíço, mas que a solubilidade não diferia entre as raças. Nos resultados deste estudo a quantidade e solubilidade de colágeno pode não ter sido um bom preditor de maciez ou a falta de efeito no colágeno pode ser devido a raça dos animais. A raça Bonsmara foi desenvolvida através de seleção para atingir 0,75 a 1,0 mm de espessura de gordura subcutânea aos 12-14 meses de idade, em ambientes tropicais ou subtropicais, recebendo uma dieta de moderada a alta energia durante 90 a 100 dias de confinamento. O menor teor de colágeno total, assim como o relatado por Strydom et al. (2000) pode ajudar a explicar porque a carne de animais Bonsmara é naturalmente macia.

3.3.5 Uso de tecnologias pós abate

A estimulação elétrica (EE) vem sendo utilizada para diminuir as diferenças em cor, marmoreio e maciez entre as carcaças de animais confinados ou terminados em pastagens (SAVELL et al., 1978a, 1978b; SCHROEDER et al., 1980). A EE teve efeitos positivos na maturidade da carne e maturidade geral (overall), deixando a carne com um aspecto mais “fresco” além de diminuir o aparecimento de “heat ring”, aumentar a maciez e o comprimento de sarcômero (Tabelas 1, 2, 3 e 4). O comprimento de sarcômero foi menor ($P=0,005$) nas carcaças dos animais não estimulados e não confinados. Entretanto, não houve diferença no comprimento de sarcômero nas carcaças eletricamente estimuladas, independente dos animais serem ou não confinados (Figura 9).

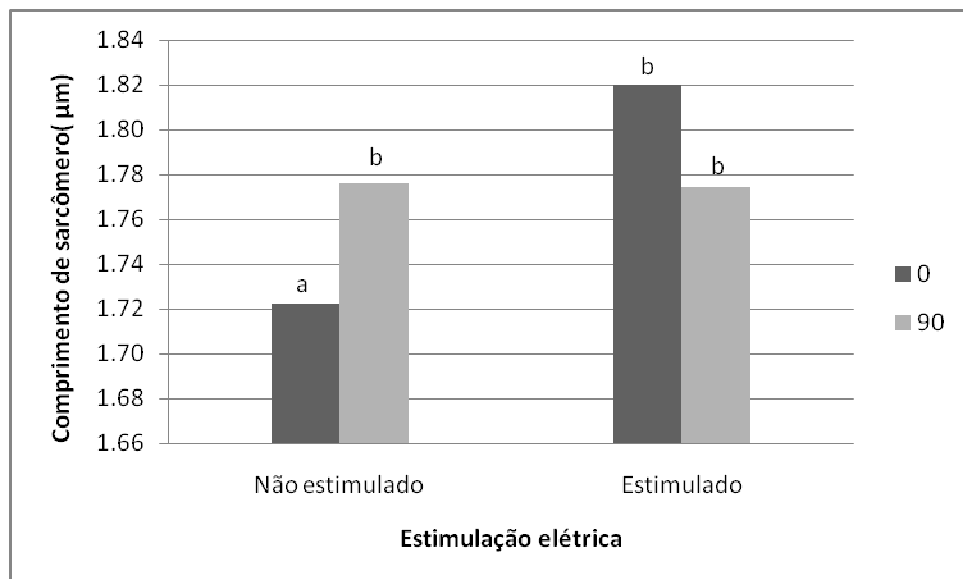


Figura 9 - Efeito da interação entre estimulação elétrica e dias de confinamento ($P=0,005$) no comprimento de sarcômero (%) na carne de novilhos Bonsmara. ^{ab}Médias dos quadrados mínimos no gráfico seguidos de mesma letra não diferem entre si ($P < 0,05$)

De acordo com Savell et al. (1978 a, 1978b) a ES aumentou o comprimento de sarcômero, melhorou a cor, reduziu o “heat ring” e aumentou a maciez de animais terminados em pastagens. Resultados similares foram encontrados por Smith et al.

(1979). Marsh (1986) e Takahashi et al. (1987) relataram que a ES com uma corrente de 60 Hz causou danos às fibras musculares, que foram descritas como áreas de super-contracção e áreas associadas de alongamento das miofibrilas. Em um recente estudo (ESTERHUIZEN et al., 2008) conduzido com novilhos Bonsmara a ES diminuiu os valores de FC em mais de 1Kg quando comparados aos NES ($P < ,001$). Entretanto, o efeito da ES foi mais pronunciado para os tratamentos de pastagem convencional (-2,5 Kg) e orgânica (-1,2 Kg) e não foi significativo pra os confinados (-0,5 Kg). A carne de animais criados em pastagens, e não estimuladas eletricamente foram as menos macias e a carne das carcaças ES, as mais macias. Esses resultados indicam que a ES é uma ferramenta efetiva para melhorar a maciez, especialmente em carcaças de animais jovens produzidos em pastagens.

O amaciamento mecânico é uma tecnologia utilizada para melhorar a maciez que já foi extensivamente estudada (SAVELL et al., 1982; BIDNER et al., 1985; WHEELER et al., 1990). Essa técnica melhorou a maciez ($P < 0,0001$), mas não afetou o rendimento ($P = 0,91$) ou o tempo ($P = 0,80$) de cozimento (Tabela 4). O armazenamento refrigerado da carne, definido como tempo de maturação, aumentou a maciez da carne. Maiores tempos de maturação estão relacionados com menores valores de FC ($P < 0,0001$) e, depois de 28 dias de maturação, os valores de FC foram os menores reportados entre todos os tratamentos. Houve interação significativa ($P < 0,05$) entre os períodos de maturação e os dias de confinamento para os valores de FC (Figura 7b). Os bifes de novilhos não confinados foram mais duros que os de confinados, sem período de maturação. Com o aumento nos dias de maturação, as diferenças nos valores de FC entre os dias de confinamento diminuem. Quando os bifes foram maturados por 28 dias, a maciez entre os dias de confinamento não diferiu. O período de maturação é mais eficiente no processo de amaciamento da carne de animais terminados em pastagens. Nenhuma diferença nos valores de FC iniciais foi encontrada quando comparados animais terminados em pastagens ou confinados, mas os bifes dos animais terminados em pastagens foram mais macios após os 14 dias de maturação (REALINI et al., 2004).

Estimulação elétrica, amaciamento mecânico e tempo de maturação são tecnologias pós-abate utilizadas para melhorar a maciez. O amaciamento mecânico

reduziu os valores de FC em 0,22 kg, enquanto que a ES reduziu os valores em 0,36 kg. Entretanto, o maior impacto na maciez foi devido ao tempo de maturação. Os valores de FC foram reduzidos em 0,61 kg aos 14 dias de maturação e nos 14 dias subsequentes, um incremento de 0,16 kg na redução da FC foi verificado. O período de maturação também foi mais eficiente em aumentar a maciez da carne dos novilhos terminados em pastagens do que de novilhos confinados. Esses resultados destacam que o uso conjunto das três técnicas foi efetivo para melhorar a maciez da carne de novilhos, independente dos dias de confinamento.

3.4 Conclusões

Ano e local tiveram impacto significativo nas características de qualidade, rendimento e maciez da carne de animais terminados em pastagens ou confinados. Suplementação com milho durante o período de pastejo. O nível de suplementação com milho utilizado nesse experimento não foi eficiente para minimizar ou anular os efeitos de ano e local e causar impacto nas características de qualidade de carcaça. O confinamento de novilhos Bonsmara durante 90 dias anulou o efeito de ano e local na carcaça e na carne. Os processos de estimulação elétrica e de amaciamento mecânico foram efetivos em melhorar a maciez e, além da EE ter melhorado os atributos de cor e textura. Entre os três tratamentos o tempo de maturação foi o mais eficiente para melhorar a maciez. Os resultados deste estudo indicam que o uso de novilhos Bonsmara em combinação com os tratamentos pós-abate de ES, amaciamento mecânico e tempo de maturação produziram carne macia e podem auxiliar na remoção dos efeitos de ano e local quando os animais são terminados em pastagens no sul dos Estados Unidos.

Referências

- ABERLE, E.D.; REEVES, E.S.; JUDGE, M.D.; HUNSLEY, R.E.; PERRY, T.W. Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain: time on a high energy diet. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 52, p. 757-763, 1981.
- ALLEN, V.G.; FONTENOT, J.P.; KELLY, R.F.; NOTTER, D.R. Forage systems for beef production from conception to slaughter: III. Finishing systems. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 74, p. 625-638, 1996.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental measurements of fresh meat**. Chicago: National Livestock and Meat Board, 1995. 47p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 16th ed. Washington, 1995. 1015 p.
- BECH-LARSEN, T.; GRUNERT, K.G. The perceived healthiness of functional foods. A conjoint study of Danish, Finnish and American consumers perception of functional foods. **Appetite**, Amsterdam, v. 40, p. 9-14, 2003.
- BIDNER, T.D.; MONTGOMERY, R.E.; BAGLEY, C.P.; MCMILLIN, K.W. Influence of electrical stimulation, blade tenderization and postmortem vacuum aging upon the acceptability of beef finished on forage or grain. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 61, n. 3, p. 584-589, 1985.
- BIDNER, T.D.; SCHUPP, A.R.; MONTGOMERY, R.E.; CARPENTER, J.C. Acceptability of beef finished on all-forage, forage-plus-grain or high energy diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 53, p. 1181-1187, 1981.
- BIDNER, T.D.; SCHUPP, A.R.; MOHAMAD, A.B.; RUMORE, N.C.; MONTGOMERY, R.E.; BAGLEY, C.P.; MCMILLIN, K.W. Acceptability of beef from Angus-Hereford or Angus-Hereford-Brahman steers finished on all-forage or a high energy diet. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 62, p. 381-387, 1986.
- BOWLING, R.A.; RIGGS, J.K.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L.; REDDISH, R.L.; BUTLER, O.D. Production, carcass and palatability characteristic of steers produced by different management systems. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 46, p. 333-340, 1978.
- BOWLING, R.A.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L.; DUTSON, T.R.; OLIVER, W.M. Comparison of forage-finished and grain-finished beef carcasses. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 45, p. 209-215, 1977.

CROSS, H.R.; CARPENTER, Z.L.; SMITH, G.C. Effect of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 38, p. 998-1003, 1973.

CROSS, H.R.; WEST, R.L.; DUTSON, T.R. Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef *semitendinosus* muscle. **Meat Science**, Barking, v. 5, p. 261-266, 1980.

CROUSE, J.D.; CROSS, H.R.; SEIDEMAN, S.C. Effects of a grass or grain diet on the quality of three beef muscles. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 58, p. 619-625, 1984.

DIKEMAN, M.E.; REDDY, G.B.; ARTHAUD, V.H.; TUMA, H.J.; KOCH, R.M. MANDIGO, R.W.; AXE, J.B. Longissimus muscle quality, palatability and connective tissue histological characteristics of bulls and steers fed different energy levels and slaughtered at four ages. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 63, p. 92-101, 1986.

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**, Albany, v. 71, p. 2079-2088, 1993.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Meat evaluation handbook**. Albany: American Meat Science Association, 2001. 164 p.

_____. **Cattle on feed**. Washington, 2010. Disponível em:
<<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1020>>. Acesso em: 20 jun. 2011.

ESTERHUIZEN, J., GROENEWALD, I.B., STRYDOM, P.E.; HUGO, A. The performance and meat quality of Bonsmara steers raised in a feedlot, on conventional pastures or on organic pastures. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v. 38, n. 4, p. 303-314, 2008.

FISHELL, V.K.; ABERLE, E.D.; JUDGE, M.D.; PERRY, T.W. Palatability and muscle properties of beef as influenced by pre- slaughter growth rate. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 61, p. 151-157, 1985.

FRENCH, P.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J.; CAFFREY, P.J.; MOONEY, M.T.; TROY, D.J.; MOLONEY, A.P. The eating quality of meat of steers fed grass and/or concentrates. **Meat Science**, Barking, v. 57, p. 379-386, 2001.

GLOVER, E.E.; FORREST, J.C.; JOHNSON, H.R.; BRAMBLETT, V.D.; JUDGE, M.D. Palatability and cooking characteristics of mechanically tenderized beef. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, p. 866-874, 1977.

HARSHAM, A.; DEYTHERAGE, F.E. **Tenderization of meat**. US patent no. 2544681.1951

HAYWARD, L.H.; HUNT, M.C.; KASTNER, C.L.; KROPF, D.H. Blade tenderization effects on beef longissimus sensory and instron textural measurements. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 45, p. 925-930, 1951.

HEDRICK, H.B.; PATERSON, J.A.; MATCHES, A.G.; MORROW, R.E.; STRINGER, W.C.; LIPSEY, R.J. Carcass and palatability characteristics of beef produced on pasture, corn silage and corn grain. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 68, p. 254-265, 1983.

HILL, F. The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 31, p. 161-166, 1966.

HOFMANN, K. pH: a quality criterion for meat. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v. 68, p. 67-70, 1988.

KOLAR, K. Colorimetric determination of hydroxyproline as measure of collagen content in meat and meat products: NMKL collaborative study. **Journal of Association of Official Analytical Chemists**, Amsterdam, v.73, p. 54-57, 1990.

LARICK, D.K.; HEDRICK, H.B.; BAILEY, M.E.; WILLIAMS, J.E.; HANCOCK, D.L.; GARNER, G.B.; MORROW, R.E. Flavor constituents of beef as influenced by forage- and grain-feeding. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, p. 245-251, 1987.

LEANDER, R.C.; HEDRICK, H.B.; STRINGER, W.C.; CLARK, J.C.; THOMPSON, G.B.; MATCHES, A.G. Characteristics of bovine *longissimus* and *semitendinosus* muscles from grass and grain-fed animals. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 46, p. 965-970, 1978.

MANDELL, I.B.; BUCHANAN-SMITH, J.G.; CAMPBELL, C.P. Effects of forage vs grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, p. 2619-2630, 1998.

MARMER, W.M.; MAXWELL, R.J.; WILLIAMS, J.E. Effects of dietary regimen and tissue site on bovine fatty acid profiles. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 59, n. 1, p. 109-121, 1984.

MARSH, B.B. Temperature and postmortem change: energy use and meat quality. In: MEAT INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE, 1977, Chicago. **Proceedings...** Chicago: American Meat Institute Foundation, 1977. p. 13-23.

_____. The tenderizing mechanisms of electrical stimulation. **Proceedings of IIF-IIR Commission C2**, Bristol, n. 635, p. 75-81, 1986. p.75-81.

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

453, 1992.

MILLER, R.K.; TATUM, J.D.; CROSS, H.R.; BOWLING, R.A.; CLAYTON, R.P. Effects of carcass maturity on collagen solubility and palatability of beef from grain finished steers. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, p. 484-486, 1983.

MITCHELL, G.E.; REED, A.W.; ROGERS, S.A. Influence of feeding regimen on life sensory qualities and fatty acid contents of beef steaks. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, p. 1102-1106, 1991.

MORRIS, S.T.; PURCHAS, R.W.; BURNHAM, D.L. Short-term grain feeding and its effect on carcass and meat quality. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production, New Zealand, v. 57, p. 275-277, 1997.

MUIR, P.D.; SMITH, N.B.; WALLACE, G.J.; CRUICKSHANK, G.J.; SMITH, D.R. The effect of short-term grain feeding on liveweight gain and beef quality. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, London, v. 41, p. 517-526, 1998.

NILZEN, V.; BABOL, J.; DUTTA, P.C.; LUNDEHEIM, N.; ENFALT, A.C.; LUNDSTROM, K. Free range rearing of pigs with access to pasture grazing—effect on fatty acid composition and lipid oxidation products, **Meat Science**, Barking, v. 58, n. 3, p. 267-275, 2001.

REAGAN, J.O.; CARPENTER, J.A.; BAUER, F.T.; LOWREY, R.S. Packaging and palatability characteristics of grass and grass grain fed beef. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 45, p. 716-721, 1977.

REAGAN, J.O.; STRIBLING, K.V.; CARPENTER, L.; CAMPION, D.R. Microbiological, vacuum packaging and palatability attributes of beef produced at varied levels of forages and grain. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 53, p. 1482-1488, 1981.

REALINI, C.E.; DICKETT, S.K.; BRITO, G.W.; DALLA RIZZA, M.; DE MATTOS, D. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. **Meat Science**, Barking, v. 66, p.567-577, 2004.

SAVELL, J.W.; SMITH, G.C., CARPENTER, Z.L. Blade tenderization of four muscles from three weight-grade groups of beef. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, p. 866-870, 1977.

_____. Effect on electrical stimulation on quality and palatability of lightweight beef carcasses. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 46, p. 1221-1228, 1978.

SAVELL, J.W.; DUTSON, T.R.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L. Structural changes in electrically stimulated beef muscle. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, p. 1606-1609, 1978.

SAVELL, J.W.; MCKEITH, F.K.; MURPHEY, C.E.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L. Singular and combined effects of electrical stimulation, postmortem aging and blade tenderization on the palatability attributes of beef from young bulls. **Meat Science**, Barking, v. 6, p. 97-109, 1982.

SCHAAKE, S.L.; SKELLEY, G.C.; HALPIN, E.; GRIMES, L.W.; BROWN, R.B.; CROSS, D.L.; THOMPSON, C.E. Carcass and meat sensory traits of steers finished on fescue and clover, summer forage, or for different periods in drylot. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 71, p. 3199-3205, 1993.

SCHROEDER, J.W.; CRAMER, D.A.; BOWLING, R.A.; COOK, C.W. Palatability, shelf life and chemical differences between forage- and grain-finished beef. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 50, p. 852-859, 1980.

SHONGWE, M.A.; JOOSTE, A.; HUGO, A.; ALEMU, Z.A.; PELSER, A. Will consumers pay for less fat on beef cuts? The case in Bloemfontein, South Africa. **Agrekon**, South Africa, v. 46, n. 4, p. 475-493, 2007.

SLEETH, R.B.; KELLEY, G.G.; BRADY, D.E. Shrinkage and organoleptic characteristics of beef aged in controlled environments. **Food Technology**, Chicago, v. 12, p. 86, 1958.

SMITH, G.C.; CULP, G.R.; CARPENTER, Z.L. Postmortem aging of beef carcasses. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 43, p. 823-826, 1978.

SMITH, M.E.; KASTNER, C.L.; HUNT, M.C.; KROPF, O.H.; ALLEN, O.M. Elevated conditioning temperature effects on beef carcasses from four nutritional regimes. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 44, n. 1, p. 158-163, 1979.

TAKAHASHI, G.; WANG, S.M.; LOCHNER, J.V.; MARSH, B.B. Effects of 2-Hz and 60-Hz electrical stimulation on the microstructure of beef. **Meat Science**, Barking, v. 19, n. 1, p. 65-76, 1987.

VAN KOEVERING, M.T.; GILL, D.R.; OWENS, F.N.; DOLEZAL, H.G.; STRASIA, C.A. Effect of time on feed on performance of feedlot steers, carcass characteristics, and tenderness and composition of longissimus muscles. **Journal of Animal Science**, Albany, v.73, p. 21-28, 1995.

WALSHE, B.E.; SHEEHAN, E.M.; DELAHUNTY, C.M.; MORRISSEY, P.A.; KERRY, J.P. Composition, sensory and shelf stability analyses of Longissimus dorsi muscle from steers reared under organic and conventional production systems. **Meat Science**, Barking, v. 73, p. 319-325, 2006.

WHEELER, T.L.; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R.; LUNT, D.K.; SMITH, S.B. Mechanisms associated with the variation in tenderness of meat from Brahman and Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 68, p. 4206-4202, 1990.

WU, J.J.; KASTNER, C.L.; HUNT, M.C.; KROPF, D.H.; ALLEN, D.M. Nutritional effects on beef collagen and palatability. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 53, p. 1256-1261, 1981.

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

WULF, D.M.; TATUM, D.J.; GREEN, R.D.; MORGAN, J.B.; GOLDEN, B.L.; SMITH, G.C. Genetic influence on beef Longissimus palatability in Charolais- and Limousin-sired steers and heifers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 74, p. 2394-2405, 1996.

ZINN, D.W.; DURHAM, R.M.; HEDRICK, H.B. Feedlot and carcass grade characteristics of steers and heifers as influenced by days on feed. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 31, p. 302-306, 1970.

4 COMPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS E CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DA CARNE DE NOVILHOS BONSMARA SUBMETIDOS A MANEJOS NUTRICIONAIS DIVERGENTES

Resumo

A terminação à pasto, dependendo do nível de suplementação, bem como um período complementar de confinamento tem sido apontados como fatores definidores do perfil de ácidos graxos e de atributos sensoriais da carne. Os objetivos do presente estudo foram identificar os efeitos combinados de diferentes locais de pastejo, níveis de suplementação (S ou NS) ou terminação por sistema de confinamento durante 90 dias recebendo uma dieta de alto concentrado, nas características de cor (objetiva e subjetiva) da carne e da gordura, perfil de ácidos graxos (AG) e nos atributos sensoriais da carne de novilhos Bonsmara. Novilhos confinados (90d) tiveram a carne mais clara (3,8 vs 4,5) e a gordura menos amarelada (1,51 vs 2,23) quando comparados aos novilhos abatidos logo após o período de pastejo (0d). Local, ano e suplementação não afetaram os atributos sensoriais e de cor, com exceção do atributo intensidade de sabor, que foi mais alto nos animais suplementados (6,21 vs 6,55). A carne dos animais confinados apresentou sabor mais característico de carne cozida (5,76 vs 5,44) e sabor menos predominante de grama (0,59 vs 1,01). Os animais que foram criados em Uvalde tiveram maiores teores de ácidos graxos palmítico, vacênico α -linolênico na gordura intramuscular (GIM). A GIM e subcutânea (GSC) dos novilhos não confinados apresentou maiores teores de ácido α -linolênico (0,73 vs 0,07 na GIM; 0,276 vs 0,037 na GSC; $P < 0,05$) quando comparados aos animais confinados.

Palavras-chave: Avaliação sensorial; Cor; Gordura subcutânea; Gordura intramuscular; Suplementação em pastagem

Abstract

Finishing cattle on pasture, depending on the level of supplementation, as well as an additional period at the feedlot has been identified as defining factors of the fatty acid profile and sensory attributes of meat. The objectives were to identify the combined effects of grazing location, extent of supplementation (S or NS) followed by either 0 or 90 days on a high concentrate corn diet on subjective and objective lean and fat color, fatty acid (FA) compositions and meat descriptive sensory attributes of beef from Bonsmara steers. Steers fed 90 d on a high concentrate (90d) had lighter meat (3.8 vs 4.5) and less yellow fat (1.51 vs 2.23) than the meat from steers harvested off forage (0d). Location, year and supplementation did not affect color and sensory attributes, except steaks from S steers had higher overall flavor intensity than steaks from NS steers (6.21 vs 6.55). Steaks from steers fed 90 d had higher cooked beef flavor (5.76 vs 5.44) and lower grassy flavor (0.59 vs 1.01) than steaks from 0d steers. Steers grazed fed in Uvalde had higher levels of palmitic, vaccenic and α -linolenic lean FA. Lean and subcutaneous fat from steers fed 0 d was higher ($P < 0.05$) in α -linolenic FA than lean and subcutaneous fat from steers fed 90 d (0.73 vs 0.07 for lean; 0.276 vs 0.037 for s.c. fat).

Keywords: Color; Intramuscular fat; Sensory; Subcutaneous fat; Supplementation

4.1 Introdução

A carne oriunda de animais criados somente em pastagens já conquistou uma fatia do mercado norte americano. Um dos maiores desafios para os produtores desse setor é obter um produto com sabor e qualidade consistentes. Como a carne produzida nesses sistemas é dependente do tipo de forragem, condições climáticas, precipitação e condições do solo, não é de se surpreender que, o produto final pode sofrer variações.

A cor da carne (FAUSTMAN; CASSENS, 1990; JEREMIAH et al., 1972) e da gordura (YANG et al., 2002b) pode ser afetada quando se trabalha com diferentes sistemas de produção (pastagem vs grãos). A carne de animais produzidos em pastagens é mais escura do que as produzidas no sistema convencional (BIDNER et al., 1986; BENNETT et al., 1995; BAUBLITS et al., 2004; REALINI et al., 2004). Além disso, os diferentes tipos de pastagem podem afetar a cor da gordura, tornando-a mais amarelada, devido à deposição de compostos carotenóides presentes nas forragens (YANG et al., 2002a). Para minimizar os efeitos negativos que esse sistema de produção causa na cor da carne dos animais, a estimulação elétrica vem sendo utilizada (SAVELL et al., 1978; BOLEMAN et al., 1996). Estratégias para melhorar a cor da carne e da gordura incluem a suplementação com grãos durante o período de pastejo e/ ou confinar os animais (utilizando dieta de alto concentrado) por um curto período de tempo após o pastejo (BAUBLITS et al., 2004; LEHESKA et al., 2008).

Diferentes sistemas de produção (forragem vs grãos) podem afetar também o sabor da carne. Vários estudos (REAGAN et al., 1977; DINIUS; CROSS, 1978; HARRISSON et al., 1978; SKELLEY et al., 1978; BROWN et al., 1979; WESTERLING; HEDRICK, 1979; SCHROEDER et al., 1980) demonstraram que os animais criados em pastagens tinham sabor indesejável na carne, quando comparados com animais terminados em confinamento. Animais produzidos em pastagens apresentam um “sabor de grama” na carne, que pode ser reduzido quando os animais recebem uma dieta rica em energia após o período de pastejo (LARICK et al., 1987). De acordo com Melton (1990), a carne de animais alimentados em pastagens, difere em sabor devido ao tipo de forragem utilizada. O tipo de forragem pode afetar o sabor da carne através de dois mecanismos distintos. Pode afetar a composição de ácidos graxos ou pode depositar

alguns compostos específicos das forragens nas células adiposas. Alterações na composição dos ácidos graxos também têm sido associadas com o sabor da carne e os sistemas de produção parecem afetar a composição de ácidos graxos.

Estudos prévios mostraram que animais alimentados em pastagens apresentavam maior quantidade de ácido linoléico conjugado (CLA) e ômega-3 quando comparados a animais alimentados com grãos (MARMER et al., 1984; FRENCH et al., 2000, YANG et al., 2002a; NOCI et al., 2005; LEHESKA et al., 2008).

Para reduzir o impacto negativo que a alimentação com forragens causa na avaliação sensorial da carne, a suplementação com baixos níveis de grãos durante o período de pastejo vem sendo utilizada. A suplementação em pasto utilizando milho, também altera o perfil de ácidos graxos na carne (DESCALZO et al., 2005).

Um aumento na proporção de C10:0 (ácido graxo saturado) e um decréscimo na proporção de C18:3 (ácido graxo insaturado) foi encontrado na carne de animais suplementados em pastagens (FRENCH et al., 2003). Em outro estudo, maior teor de ácidos graxos poliinsaturados e de CLA foi encontrado na carne de animais não suplementados (LORENZEN et al., 2007). Esses efeitos são variáveis dependendo da quantidade e qualidade da forragem disponível aos animais. O efeito da suplementação com milho durante o período de pastejo, combinados ou não com alimentação com dieta de alto concentrado na composição de ácidos graxos e sabor da carne precisa ser determinado.

A proposta desse estudo foi identificar os efeitos combinados de diferentes locais de pastejo, níveis de suplementação (S ou NS), seguidos pelo abate ou pelo confinamento durante 90 dias nas características de cor da carne e da gordura, perfil de ácidos graxos (AG) e nos atributos sensoriais da carne de novilhos Bonsmara. O efeito da estimulação elétrica na cor dessas carcaças também foi avaliado. Uma única raça bovina foi utilizada neste estudo para não haver confundimento entre os efeitos do tipo biológico e dos sistemas de alimentação. A raça Bonsmara é uma raça composta, selecionada em condições subtropicais para produzir carne de alta qualidade em sistemas baseados em forragens ou em sistemas de confinamento com grãos por um curto período de tempo.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Animais e manejo

Os procedimentos usados neste experimento foram aprovados pelo comitê de ética institucional da Texas A&M University (protocolo de uso de animais #2002-151).

Novilhos Bonsmara (n=32) de aproximadamente 12 meses de idade foram aleatoriamente divididos e colocados em 2 locais de pastejo. O primeiro grupo (n=16) foi alocado em Overton (TX, EUA) em pastagens de uma mistura de centeio (*Secale cereale L.*) e azevém anual (*Lolium multiflorum*, var TAM90). O outro grupo (n=16) foi alocado em Uvalde (TX, EUA) em pastagens formadas somente de azevém (*Lolium multiflorum*, var TAM90). Dentro de cada grupo, 8 animais foram suplementados com milho quebrado na quantidade de 0,8% do PV, durante o período de pastejo. Os animais restantes não receberam suplementação. O período de pastejo se iniciou em dezembro de 2005 e depois de um período de 4 meses de pastejo, 8 animais de cada localidade foram aleatoriamente escolhidos para os dois tratamentos, 0 ou 90 dias de confinamento. Um dos grupos (n=8) foi abatido imediatamente após o período de pastejo, definido como 0 dias de confinamento e o outro foi transportado para um confinamento comercial, onde receberam uma dieta de alto concentrado durante 90 dias antes do abate (90 dias de confinamento). Os detalhes de composição da dieta se encontram na Tabela 1. O mesmo design experimental foi repetido no ano seguinte.

Tabela 1 - Composição das dietas nos anos 1 e 2 do experimento

Ingredientes	Ano 1	Ano 2
Milho quebrado, %	56,8	53,2
Ração líquida, %	5,8	5,8
Grãos de destilaria secos, %	6,0	4,0
Subproduto de padaria, %	22,0	25,0
Aparas de algodão, %	7,4	4,5
Caroço de algodão, %	0	7,5
Extrato etéreo, %	20	0
Matéria Seca, %	81,2	80,7
Proteína Bruta, %	14,1	15,3
EM _m ¹ Mcal/kg	2,17	2,13
EM _g ² Mcal/kg	1,42	1,43

¹Energia metabolizável de manutenção; ²Energia metabolizável de ganho

Os animais foram abatidos em um abatedouro comercial (H&B Packing Company, Waco, TX, EUA). Uma meia carcaça de cada animal recebeu estimulação elétrica no intervalo de 30 minutos pós abate, de acordo com a seguinte seqüência: 300 V por 30s, 350 V por 30s, 350 V por 30s, com intervalos de 10s entre os ciclos. As carcaças foram resfriadas por 48 horas a 0°C e após esse período foram cortadas entre a 12^a-13^a costelas e o músculo *Longissimus lumborum* foi retirado da carcaça e transportado para a Universidade Texas A&M (College Station, TX, EUA).

Cada músculo foi cortado na extremidade anterior e, após 20 minutos (tempo necessário para permitir a oxigenação do músculo e restabelecimento da cor natural) as medidas de cor foram realizadas. Uma amostra de carne e outra de gordura foram coletadas da extremidade anterior de cada músculo para a realização da análise de perfil de ácidos graxos. Um bife de 2,54 cm de espessura foi removido de um local aleatório do músculo Longissimus do lado não estimulado eletricamente da carcaça, para a realização de análise sensorial. O bife foi embalado à vácuo, individualmente (OTR 1 cm³/m²/ 24h atm @ 4,4 °C, 0% umidade relativa; WVTR g/100 in²/24 h @ 37,8 °C, 100% umidade relativa) e armazenado a 2°C por 14 dias. Após esse período, as amostras foram congeladas em freezer a -40°C por 24 horas, acondicionadas em bandejas de modo que não houvesse sobreposição entre elas. As amostras congeladas foram mantidas em freezer até a realização das análises.

4.2.2 Avaliações objetivas e subjetivas de cor

Para as avaliações subjetivas de cor, os músculos Longissimus foram retirados da embalagem à vácuo e, após 20 minutos, painelistas treinados da Universidade Texas A&M avaliaram a cor de cada músculo (1=vermelho desbotado, 8=vermelho escuro) e a cor da gordura (1=branca, 5=amarela) (AMSA, 1991). Os painelistas foram treinados segundo o critério da AMSA (American Meat Science Association, 1991, 1995) e participaram de uma sessão de treinamento para se familiarizarem com as escalas de cor, antes da avaliação.

Para as avaliações objetivas, foi utilizado um colorímetro da marca Minolta, modelo CR-310 (Minolta Corp., Ramsey, NJ), calibrado em azulejo branco ($Y = 94,3$, $x = 0,3130$, $y = 0,3199$). Três leituras distintas foram obtidas em locais aleatórios na superfície exterior, da face anterior do Longissimus e da superfície exterior da gordura subcutânea que cobre o músculo. Valores médios de L^* (teor de luminosidade) no sistema CIE, a^* (teor de vermelho) e b^* (teor de amarelo) foram expressos tanto pra carne quanto para gordura.

4.2.3 Perfil de ácidos graxos

Para a análise de perfil de ácidos graxos, amostras de carne e de gordura subcutânea foram obtidas da extremidade anterior do músculo *Longissimus dorsi*. As amostras foram extraídas e metiladas pelo método de Folch (1957) e de Morrison e Smith (1964). As amostras transmetiladas foram analisadas em cromatógrafo a gás modelo Varian CP-3800, com amostrador automático CP-3200 (Varian Walnut Creek, CA, USA). Para as amostras de gordura, 400 μL de lipídios reconstituídos foram adicionados em frascos próprios para cromatografia com 1,6 mL de hexano. Para as amostras de carne, foram utilizados 100 μL de lipídios. A separação dos ácidos graxos foi feita em coluna capilar CP-Sil88 (199 x 0.25 mm i.d.; Chrompack Middleberg, The Netherlands). Como gás de arraste foi utilizado o hélio, numa vazão de 2,0 mL/min. A temperatura inicial do forno foi de 180°C por 32 minutos e então a temperatura aumentava 20°C/min até 225°C, permanecendo por 13,75 min. A temperatura do

vaporizador foi de 250°C e a do detector foi de 300°C. Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos previamente determinados (GLC-68D, NuChek Prep, Inc., Elysian, MN, USA). Os resultados foram expressos em percentual de área (%).

4.2.4 Avaliação Sensorial

As análises de avaliação sensorial foram realizadas em amostras provenientes do lado não estimulado da carcaça, maturadas por 14 dias. As amostras foram descongeladas por 24 horas a temperatura de 4°C. Foram então separadas aleatoriamente para cada dia de avaliação e preparadas de acordo com as orientações da AMSA (1995). Cada amostra foi cozida até atingir uma temperatura interna de 70°C em grill Hamilton Beach HealthSmart grill (model 31605A, Hamilton Beach/ Proctor-Silex, Inc., Southern Pines, NC). As amostras foram colocadas no grill, viradas do outro lado quando atingiam 35°C e cozidas até a temperatura final. A temperatura interna das amostras foi controlada através de um termômetro de cobre inserido no centro geométrico de cada bife e conectado a um medidor de temperatura automático (modelo RD4031, Omega Engineering, Inc., Stamford, CT). Após o cozimento, as amostras foram cortadas em cubos de 1 cm² e 2 cubos foram imediatamente servidos para cada painelista. O painel foi constituído de 5 painelistas treinados para avaliação de atributos descritivos de sabor e aroma de carne (AMSA,1995; MEILGAARD et al., 1999), como demonstrado na Tabela 2, com mais de 20 anos de experiência em análises sensoriais descritivas. Os atributos a serem avaliados foram definidos durante sessões de treinamento utilizando amostras do próprio estudo e amostras compradas no varejo de carne de animais confinados ou criados em sistema de pastagens. Os atributos utilizados foram os descritivos para carne (suculência, maciez das fibras, quantidade de tecido conjuntivo, maciez global, e intensidade de sabor), aroma (carne cozida/caldo de carne, gordura cozida, seroso/sanguinolento, fígado, pútrido, amendoado, avinagrado, azedo e de gramínea), sabores básicos (salgado, azedo e amargo), fatores sensitivos (metálico, adstringente) e sensação final (azedo, amargo e adocicado). Após a definição dos atributos, seis sessões de treinamento foram realizadas, onde referências para

cada atributo foram fornecidas aos painelistas. Após o treinamento, o painel foi validado de acordo com as normas da AMSA (1995). As amostras foram avaliadas usando a escala hedônica de 8 pontos, apresentada na Tabela 2. Para cada dia de análise, uma amostra de contrafilé maturada por 14 dias foi utilizada como calibrador, antes do início das sessões. As amostras foram codificadas com números de 3 dígitos e servidas através de balcão com porta. Os painelistas estavam acomodados em cabines individuais, equipadas com iluminação incandescente vermelha e isolados da área de preparação das amostras. Em cada sessão sete amostras foram avaliadas, com um intervalo de 5 minutos entre cada uma. Um intervalo de 20 minutos foi dado aos painelistas e logo após, outra sessão idêntica foi conduzida. Entre cada amostra, os painelistas realizaram a limpeza do palato com queijo do tipo ricota sem gordura, bolachas água e sal e água bi-destilada.

Tabela 2 - Definição e padrões de referência para atributos descritivos, de sabor aromático, de sabores básicos e sensitivos e suas intensidades onde ¹1=extremamente seco, extremamente duro, abundante e extremamente intenso; 8= extremamente succulento, extremamente macio, nenhum e extremamente intenso ou ²1=nenhum; 8= extremamente intenso.

Atributos Sensoriais	Definição	Valor da escala de referência
<u>Atributos descritivos para carne¹</u>		
Suculência	Quantidade de suco liberado durante a mastigação	Algodão = 1; filé mignon, categoria Choice [#] , cozido a 60°C = 7.
Maciez das fibras	Resistência durante a mastigação associada com fibras musculares	Contrafilé, categoria Choice [#] , maturado por 14 dias e cozido a 70°C= 5 ou 6; bife de Lagarto cozido a 80°C = 3.
Quantidade de tecido conjuntivo	Resíduo de tecido conjuntivo ou cartilagem que sobra na amostra após a mastigação	Contra-filé, categoria Choice [#] , maturado por 14 dias e cozido a 70°C= 6 ou 7; bife de Lagarto cozido a 60°C = 3; filé de peito, de 2,54 cm de espessura, cozido a 60°C = 3.
Maciez geral	Média de maciez das fibras e tecido conjuntivo, exceto quando o tecido conjuntivo for 7 ou 8, maciez geral é considerada a maciez das fibras. Se a classificação do tecido conjuntivo for 6 ou menos, e for menor que a classificação das fibras musculares, é feita uma média entre os dois atributos. Entretanto, a classificação de maciez geral não pode ser diferente da classificação de maciez das fibras em mais que 2 unidades. Se a classificação da quantidade de tecido conjuntivo for maior do que a classificação de maciez das fibras, a classificação de maciez geral não pode ser maior que a de maciez das fibras.	
Intensidade de sabor	Impressão de sabor global na amostra durante a mastigação	Água bi-destilada e deionizada = 1; refresco em pó concentrado KoolAid TM = 8; Contra-filé, categoria Choice [#] , maturado 14 dias e cozido a 70°C = 4 ou 5.
<u>Sabor e aroma de carne²</u>		
Carne cozida/caldo	Aroma associado com carne bovina cozida	Filé de peito cozido a 71°C= 6; Caldo de carne concentrado = 8
Gordura de carne cozida	Aroma associado com gordura de carne cozida	Gordura de carne cozida = 8
Seroso/sanguinolento	Aroma associado com carne crua ou mal passada	Contra-filé, categoria Select [#] cozido a 60°C = 2,5

Fígado	Aroma associado com fígado	Amostra de fígado cozido, 1,27 cm = 8; Contrafilé, categoria Select [#] , cozido a 60°C = 2 tm
Gramma	Aroma de ervas aromáticas associadas com forragem seca, feno, salsa desidratada, chá	1 colher de chá de salsa desidratada em um recipiente de vidro = 3.
<u>Sabores básicos²</u>		
Salgado	Sabor na língua, associado com íons sódio	Batata chips (Pringles, Procter & Gamble, Cincinnati, OH, USA) = 7.
Azedo	Sabor na língua, associado com ácidos	Suco de limão (Real Lemon TM , Mott's Inc., Stanford, CT, USA) = 8.
Amargo	Sabor na língua, associado com agentes amargos como cafeína, quinino, etc.	Cafeína (0,15% solução) = 8.
<u>Fatores sensitivos²</u>		
Adstringente	Sensação de encolhimento na superfície da língua, causada por substâncias como tanino/alumínio	Chá Preto (Lipton®, Englewood Cliffs, NJ, USA), 1 saquinho colocado em água quente por 1h = 3
Metálico	Sensação estimulada pelo metal na língua	Amostra de fígado cozido, 1,27 cm = 8

Choice/Select: Categorias de classificação de carcaças pelo sistema Americano, em ordem crescente de qualidade: Standard, Select, Choice, Prime (para animais de maturidade A e B).

4.2.5 Análise Estatística

Os dados foram analisados pela análise de variância (ANOVA) usando o procedimento Proc GLM do SAS (v 9.12, Cary, NC). O nível de significância foi de 5% ($P < 0,05$). A composição de ácidos graxos e a análise sensorial foram analisados utilizando local e ano, suplementação e dias de confinamento como efeitos principais. Interações duplas foram incluídas no modelo, quando significativas ($P < 0,05$).

Para os dados de análise sensorial, a primeira análise considerou a resposta de cada painelista como uma unidade experimental. Os efeitos do painelista e suas interações com os efeitos principais foram testados ($P < 0,05$). Esta análise mostrou que os efeitos de painelista, enquanto significativas para a maioria dos atributos, foram ao redor de 1 na escala de 8 pontos e as interações com os efeitos principais não foram significativas. Portanto, dentro de cada amostra, as notas dos painelistas foram médias e valores médios foram utilizados na análise final. Dados de atributos sensoriais que foram detectados em níveis muito baixos (menores que 0,1) não foram apresentados. Médias dos quadrados mínimos foram calculadas e, se significativas na análise de variância, as diferenças foram determinadas usando a função PDIFF do SAS ($P < 0,05$).

Para os atributos objetivos e subjetivos de cor, os dados foram analisados como definido anteriormente, com exceção da adição ao modelo dos efeitos de estimulação elétrica e suas interações.

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 Animais

Os novilhos Bonsmara foram criados e manejados sob as orientações sugeridas pela Bonsmara Natural Beef LLC, recebendo apenas as vacinas apropriadas a cada fase de vida e nenhum outro tratamento.

Em Uvalde, os animais pastejaram por 152 dias em ambos os anos do experimento. Já em Overton, condições climáticas adversas prejudicaram a forragem, reduzindo o período nas pastagens. No primeiro ano (dez/2005 a março/2006) os animais pastejaram 82 dias e no segundo ano (dez/2006 a março/2007), 103 dias. A falta de chuvas em Overton no primeiro ano do estudo resultou em diferenças entre

locais e anos. Outra diferença que pode ter prejudicado as pastagens em Overton é que lá, não havia irrigação, ao contrário de Uvalde, onde as pastagens eram irrigadas. Para os animais que foram confinados, houve uma diferença na composição das dietas entre os dois anos do estudo (Tabela 1).

4.3.2 Medidas de cor da carne e da gordura

Os resultados das medidas subjetivas e objetivas da cor da carne e da gordura estão representados na Tabela 3. Os valores da avaliação subjetiva de cor da carne foram maiores ($P < 0,05$) para os animais no primeiro ano do estudo, independente da localidade. A carne dos animais de Overton no segundo ano teve valores menores ($P < 0,05$) na escala de a^* , ou seja, eram menos vermelhas, mas não apresentaram diferenças no valor de L^* (luminosidade). Os valores da escala de b^* (teor de amarelo) foram diferentes entre os anos e locais. A carne dos novilhos de Overton no primeiro ano, onde houve uma seca, foi aquela que apresentou maior teor de amarelo dentre todas, mostrando que o ano e local do estudo interferiram na cor da carne. Os efeitos de ano podem ser devido às variações no treinamento do painel sensorial, aos animais, manejo durante o transporte, procedimentos de abate, mudanças na temperatura, umidade, velocidade do ar da câmara de resfriamento ou mudanças na taxa de resfriamento das carcaças. Este estudo não foi delineado para avaliar estes efeitos, e sim para identificar os efeitos de ano e local. A suplementação não afetou a cor da carne em nenhum dos anos ou locais do estudo. Entretanto, houve interação significativa ($P < 0,01$) entre ano e local e dias de confinamento (Figura 1) na análise subjetiva de cor da carne.

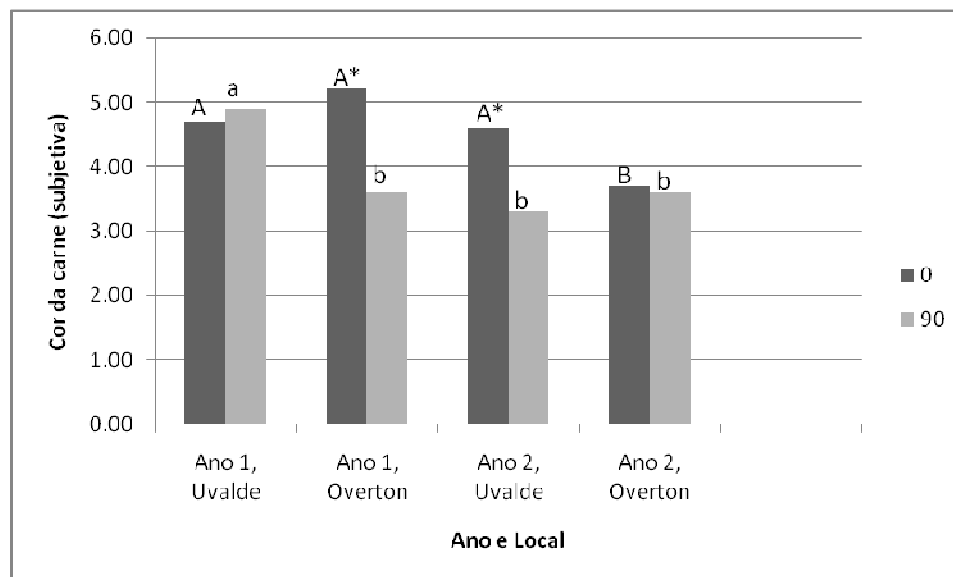


Figura 1 - Cor da carne de novilhos Bonsmara, produzidos nas localidades de Uvalde e Overton (Texas, EUA) em dois anos consecutivos terminados a pasto (■) e confinados por 90 dias (▒), determinada por avaliação subjetiva (1=vermelho desbotado e 8=vermelho escuro). ^{AB} Médias dos quadrados mínimos com letras maiúsculas distintas, entre local/ano dentro de animais terminados à pasto, diferem entre si ($P < 0,05$). ^{ab} Médias dos quadrados mínimos com letras minúsculas distintas, entre local/ano dentro de animais terminados em confinamento, diferem entre si ($P < 0,05$). * Médias dos quadrados mínimos diferem ($P < 0,05$) entre dias de confinamento dentro de local/ano. EPM (Erro padrão da média) = 0,27

Já na avaliação objetiva de cor, a carne de animais confinados foi mais clara e com maior teor de vermelho e amarelo. Houve interação significativa entre ano e local e suplementação nos valores de L^* ($P < 0,05$; Figura 2a) e a^* ($P < 0,05$, Figura 2b) e interação significativa entre ano e local e dias de confinamento nos valores de L^* ($P < 0,001$; Figura 3a), a^* ($P < 0,001$, Figura 3b) e b^* ($P < 0,001$; Figura 3c). Os animais não suplementados de Overton, ano 1, apresentaram a carne mais escura entre todos os anos do estudo. Já os animais confinados do segundo ano do estudo apresentaram as carnes mais claras, independente do local. Os animais confinados apresentaram as carnes com maior teor de vermelho e amarelo, independente do local ou ano de estudo, mas os animais de Overton, ano 1 tiveram os maiores valores. Os resultados indicam que a suplementação e os dias de confinamento podem ajudar a melhorar a cor da carne de animais alimentados em pastagens, mas esses efeitos podem não ser muito consistentes. Alguns pesquisadores relataram que a carne de animais alimentados

somente em pastagens era mais escura que a de animais confinados (CROUSE et al., 1984; BIDNER et al., 1986; BENNETT et al., 1995; BAUBLITS et al., 2004; REALINI et al., 2004). O valor de luminosidade baixo na carne de animais não confinados está associado ao pH final, pouca marmorização ou aumento no teor de mioglobina no músculo associado com maiores idades ao abate (COULON; PRIOLO, 2002).

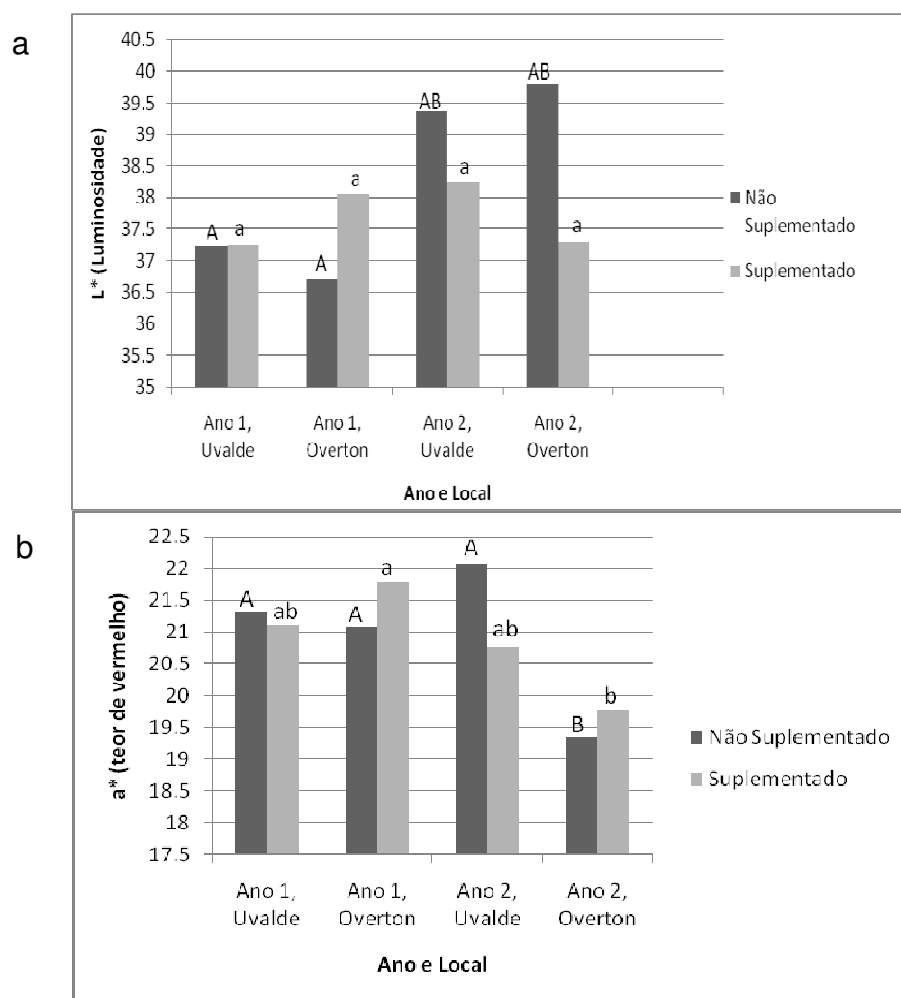


Figura 2 - Cor da carne de novilhos Bonsmara, produzidos nas localidades de Uvalde e Overton (Texas, EUA) em dois anos consecutivos não suplementados (NS) ou suplementados (S), determinada por avaliação objetiva. a) L* (P=0.0130); b) a* (P=0.033). ^{AB} Médias dos quadrados mínimos com letras maiúsculas distintas, entre local/ano dentro de animais não suplementados, diferem entre si (P<0,05). ^{ab} Médias dos quadrados mínimos com letras minúsculas distintas, entre local/ano dentro de animais suplementados, diferem entre si (P<0,05). * Médias dos quadrados mínimos diferem (P<0,05) entre regime de suplementação dentro de local/ano. a) EPM = 0,90, exceto Ano1, Overton, NS – EPM = 0,96 b) EPM = 0,49, exceto Ano1, Overton, NS – EPM = 0,52

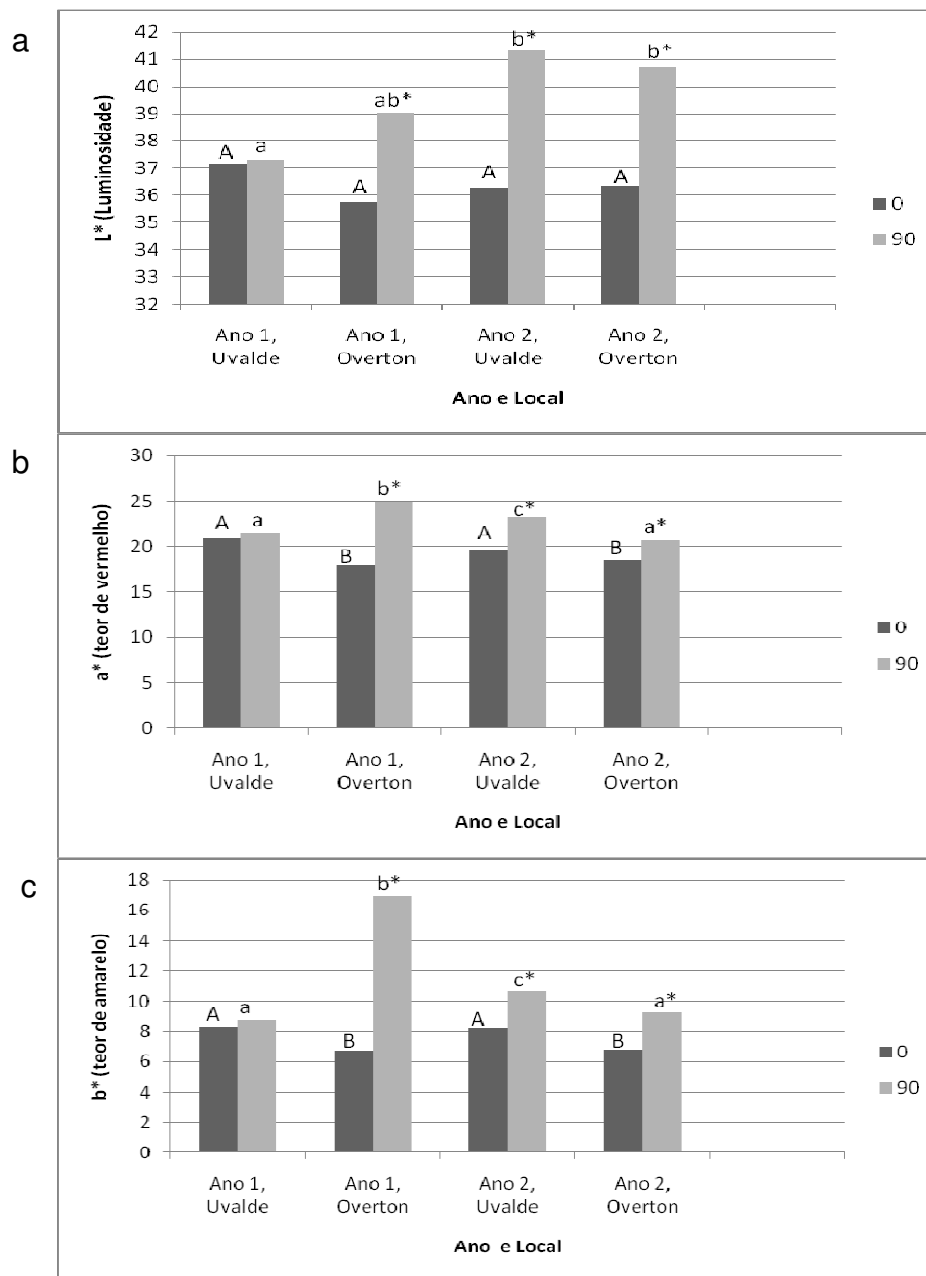


Figura 3 - Cor da carne de novilhos Bonsmara, produzidos nas localidades de Uvalde e Overton (Texas, EUA) em dois anos consecutivos terminados a pasto (■) e confinados por 90 dias (▒), determinada por avaliação objetiva. a) L* ($P=0,0007$); b) a* ($P<,0001$) c) b* ($P<,0001$). ^{AB} Médias dos quadrados mínimos com letras maiúsculas distintas, entre local/ano dentro de animais terminados à pasto, diferem entre si ($P<0,05$). ^{abc} Médias dos quadrados mínimos com letras minúsculas distintas, entre local/ano dentro de animais terminados em confinamento, diferem entre si ($P<0,05$). * Médias dos quadrados mínimos diferem ($P<0,05$) entre dias de confinamento dentro de local/ano. a) EPM = 0,90, exceto Ano1, Overton, terminados a pasto – EPM = 0,96; b) 0,48, exceto Ano1, Overton terminados a pasto EPM = 0,52; c) EPM = 0,29, exceto Ano1, Overton terminados a pasto EPM = 0,32

A carne de carcaças eletricamente estimuladas (EE) foi mais clara na avaliação subjetiva de cor e apresentou maiores valores de a^* e b^* . Houve interação significativa entre EE e suplementação ($P=0,01$; Figura 4a) e dias de confinamento ($P<0,01$; Figura 4b). Outros estudos (SAVELL et al., 1978; DAVIS et al., 1981; McKEITH et al., 1981; AALHUS et al., 1994; TATUM et al., 1999; ROEBER et al., 2000) reportaram que a utilização de EE melhorava a cor da carne quando comparadas com lados não estimulados da carcaça. No geral, a EE melhora a cor da carne por assegurar uma completa glicólise nas primeiras 24 horas pós-morte (SMITH, 1985).

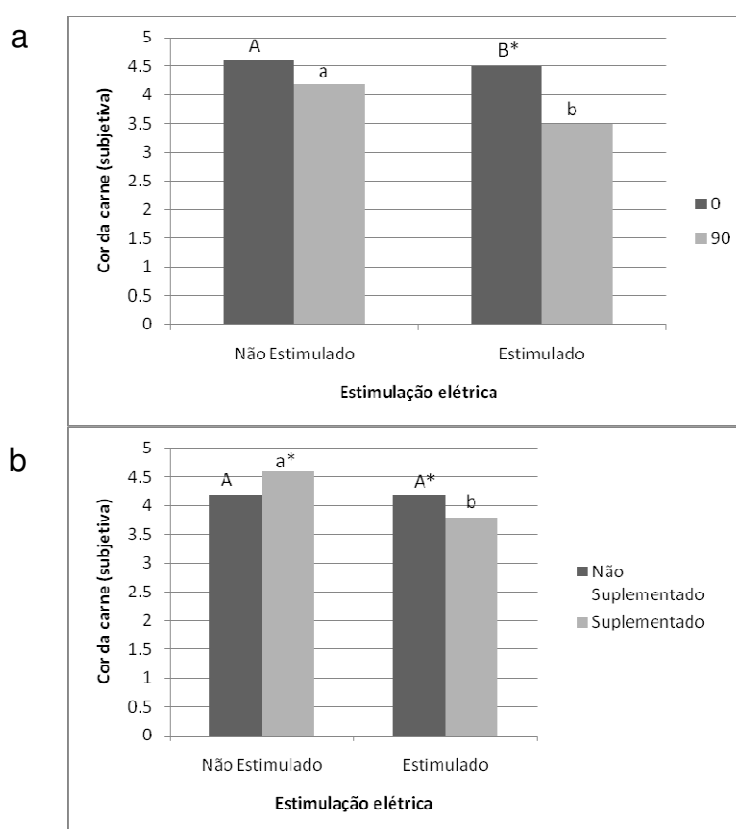


Figura 4 - Cor da carne de novilhos Bonsmara, não estimulada (NE) ou estimulada eletricamente (EE) e a) não suplementados (NS) ou suplementados (S) ou b) terminados a pasto (■) ou confinados por 90 dias (■), determinada por avaliação subjetiva (1=vermelho desbotado e 8=vermelho escuro).^{AB} Médias dos quadrados mínimos com letras maiúsculas distintas entre regime de EE dentro de animais NS/terminados à pasto, diferem entre si ($P<0,05$). ^{ab}Médias dos quadrados mínimos com letras minúsculas distintas, entre regime EE dentro de animais S/terminados em confinamento, diferem entre si ($P<0,05$). * Médias dos quadrados mínimos diferem ($P<0,05$) entre regime de suplementação/dias de confinamento dentro de EE. a) EPM = 0,12; b) EPM = 0,12

A avaliação subjetiva da cor da gordura foi afetada ($P < 0,05$) pelos anos e locais. A gordura subcutânea dos animais no segundo ano do estudo foi mais amarela do que as do primeiro ano. Na avaliação objetiva, não houve diferença significativa entre ano e local, mas a gordura das carcaças do ano 1 apresentou os maiores valores de L^* e os menores de a^* . Esses resultados indicam que os efeitos de ano podem alterar o teor de caroteno das forragens e impactar a cor da gordura nas carcaças. Houve interação significativa entre ano e local e dias de confinamento nos valores de a^* ($P < ,0001$; Figura 5a) e b^* ($P < ,0001$; Figura 5b).

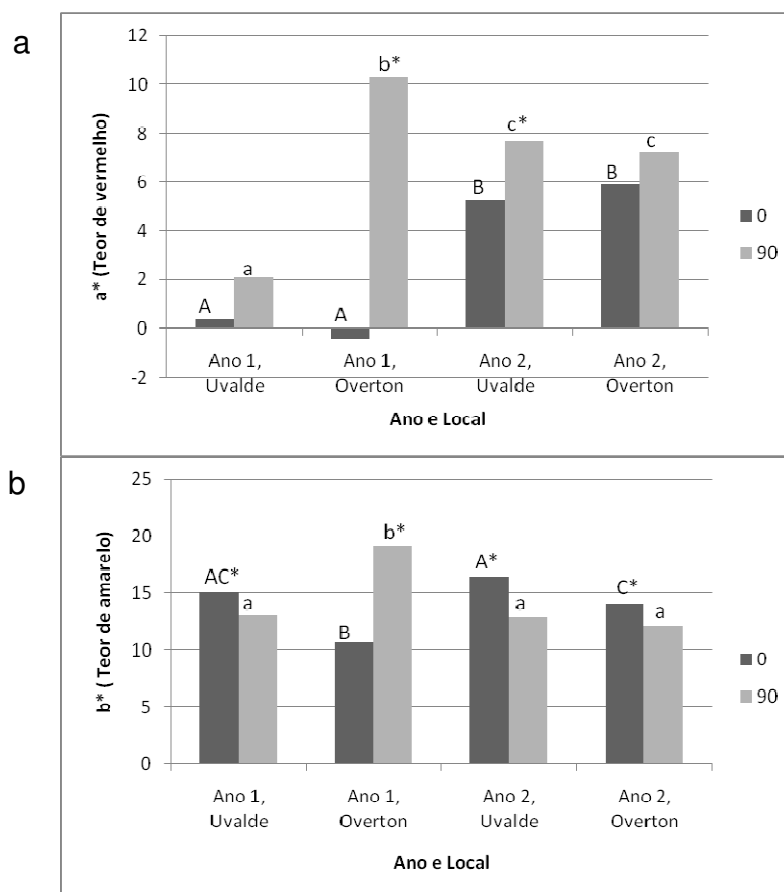


Figura 5 - Cor da gordura de novilhos Bonsmara, produzidos nas localidades de Uvalde e Overton (Texas, EUA) em dois anos consecutivos terminados a pasto (■) e confinados por 90 dias (▒), determinada por avaliação objetiva. a) a^* ($P < ,0001$); b) b^* ($P < ,0001$).^{ABC} Médias dos quadrados mínimos com letras maiúsculas distintas, entre local/ano dentro de animais terminados à pasto, diferem entre si ($P < 0,05$).^{abc} Médias dos quadrados mínimos com letras minúsculas distintas, entre local/ano dentro de animais confinados, diferem entre si ($P < 0,05$). * Médias dos quadrados mínimos diferem ($P < 0,05$) entre dias de confinamento dentro de local/ano. a) EPM = 0,72; b) EPM = 0,66

A suplementação, os dias de confinamento e a EE não reduziram o teor de amarelo da gordura entre os anos de estudo. Enquanto que a suplementação resultou em menores valores de a^* , os dias de confinamento resultaram em gordura com menor teor de amarelo e maiores valores de a^* . A EE não afetou a cor da gordura como era esperado. De acordo com estudos prévios (BIDNER et al., 1976; CROUSE et al., 1984; BAUBLITS et al., 2004; REALINI et al., 2004; KERT et al., 2007; LEHESKA et al., 2008), a gordura de animais terminados em pastagens foi mais amarelada do que a de animais confinados. Altos níveis de β -caroteno nas forragens resultam em grandes concentrações desse composto nas células adiposas, dando cor mais amarelada a gordura desses animais (SIMONNE et al., 1996; YAN et al., 2002b; DESCALZO et al., 2005). Kerth et al. (2007) reportou valores similares de luminosidade (L^*) e teor de vermelho (a^*) no músculo Longissimus de animais tanto terminados em pastagens, quanto confinados, mas com valores superiores de teor de amarelo (b^*) na gordura subcutânea. Uma alta incidência de gordura subcutânea amarelada está relacionada com menor aceitação da carne de animais não confinados pelos consumidores (IRIE, 2001).

Tabela 3 - Média dos quadrados mínimos para características de cor da carne e gordura de novilhos Bonsmara entre diferentes localidades e anos de estudo, suplementação e dias de confinamento

Tratamentos	Cor da Carne				Cor da Gordura subcutânea			
	Cor da carne ¹	Valores do sistema CIE			Cor da gordura ²	Valores do sistema CIE		
		L*	a*	b*		L*	a*	b*
Ano e Local	0,0009 ^d	0,23 ^d	0,0006 ^d	<,0001 ^d	0,004 ^d	<,0001 ^d	<,0001 ^d	0,002 ^d
Ano 1, Uvalde	4,8 ^a	37,24	21,20 ^a	8,53 ^c	1,81 ^b	76,92 ^a	1,23 ^c	14,05 ^a
Ano 1, Overton	4,4 ^a	37,38	21,44 ^a	11,85 ^a	1,50 ^c	78,19 ^a	4,95 ^b	14,91 ^a
Ano 2, Uvalde	3,9 ^b	38,80	21,42 ^a	9,46 ^b	2,12 ^a	70,20 ^b	6,49 ^a	14,68 ^a
Ano 2, Overton	3,7 ^b	38,53	19,55 ^b	8,01 ^c	2,06 ^a	69,36 ^b	6,55 ^a	13,09 ^b
Suplementação	0,93 ^d	0,39 ^d	0,77 ^d	0,99 ^d	0,46 ^d	0,66 ^d	0,02 ^d	0,72 ^d
Não suplementado	4,2	38,27	20,95	9,46	1,83	73,52	5,36 ^a	13,79
Suplementado	4,2	37,70	20,85	9,46	1,92	73,80	4,25 ^b	14,57
Dias de confinamento	0,0006 ^d	<,0001 ^d	<,0001 ^d	<,0001 ^d	<,0001 ^d	0,22 ^d	<,0001 ^d	0,32 ^d
0	4,5 ^a	36,38 ^b	19,25 ^b	7,54 ^b	2,23 ^a	74,06	2,79 ^b	14,04
90	3,8 ^b	39,59 ^a	22,55 ^a	11,38 ^a	1,51 ^b	73,27	6,82 ^a	14,31
Estimulação Elétrica	0,009 ^d	0,12 ^d	0,02 ^d	0,01 ^d	0,48 ^d	0,68 ^d	0,05 ^d	0,23 ^d
Não-estimulado	4,4 ^a	37,66	20,59 ^b	9,21 ^b	1,89	73,80	4,35 ^b	13,97
Estimulado	4,0 ^b	38,31	21,21 ^a	9,71 ^a	1,86	73,54	5,27 ^a	14,40
QME^e	0,75	2,34	1,45	1,07	0,25	3,64	2,71	1,98

¹Cor da carne: 1=vermelho desbotado, 8=vermelho escuro.

²Cor da gordura: 1=gordura branca, 5=gordura amarela.

^{abc}Médias na mesma coluna nos diferentes tratamentos seguidas da mesma letra não diferem entre si (P<0.05).

^dValores de P.

^eQuadrado médio do erro.

4.3.3 Atributos descritivos de sabor e aroma da carne

Os resultados de atributos descritivos estão reportados na Tabela 4. Local/ano não afetaram os atributos descritivos, exceto para carne dos animais de Overton do segundo ano do estudo que foi menos salgada. O tipo e a qualidade da forragem (afetadas pelo local e precipitação pluviométrica) afetam os atributos sensoriais, especialmente os de sabor e aroma da carne (MELTON, 1990). Neste estudo, apesar das diferenças entre os locais (tipo de forragem e precipitação) as características sensoriais não foram afetadas pelos diferentes sistemas utilizados.

A suplementação com milho durante o pastejo é utilizada para aumentar os ganhos médios diários. A suplementação usada neste estudo não foi suficiente para alterar os atributos descritivos da carne, e ocasionou atribuição de valor inferior no quesito intensidade de sabor global, indicando que a suplementação pode alterar o sabor da carne. Reagan et al. (1977) mostraram que a suplementação durante o pastejo reduziu o gosto indesejável na carne. Os animais confinados apresentaram maiores valores para o atributo cheiro de carne cozida e menor nota para o sabor de grama. A intensidade de sabor e aroma de carne foi mais alta para animais confinados em estudo prévios, quando comparadas com animais terminados em pastagens (SCHOROEDER et al., 1980; MITCHELL et al., 1991; CAMFIELD et al., 1997; KERTH et al., 2007). A carne de animais confinados apresentou sabor mais desejável do que a de animais terminados em pastagens, com menor sabor de grama e melhor aroma de carne cozida (LARICK et al., 1987; MARURI et al., 1992; MANDELL et al., 1998). Resultados similares também foram reportados por Melton (1990) e Larick et al. (1987).

Estudos prévios relataram que os dias de confinamento afetaram os atributos de suculência e maciez sensorial (SCHROEDER et al., 1980; CAMFIELD et al., 1997; MANDELL et al., 1998; KERT et al., 2007). Neste estudo, não houve efeito nesses atributos e um dos motivos pode ser devido a raça utilizada. A raça Bonsmara foi selecionada para produzir carne macia em clima subtropical quando alimentada somente em pastagens ou pastagem seguida de confinamento durante um curto período, portanto os efeitos dos dias de confinamento, que já foram extensivamente

reportados em raças produtoras de carne utilizadas nos EUA, possam não se aplicar neste caso.

Em um estudo utilizando novilhos Bonsmara, sistemas baseados em confinamento, pastagem ou sistema orgânico não alteraram a maciez (medida por força de cisalhamento), mas afetaram o peso de carcaça quente, a espessura de gordura e a marmorização (ESTERHUIZEN et al., 2008). Muchenje et al. (2008a) avaliando a maciez em novilhos Nguni, Bonsmara e Angus produzidos em pastagens, não encontrou diferenças nos valores de força de cisalhamento entre os dias 2 e 21 pós abate entre as raças. Strydom et al. (2000) compararam os atributos descritivos e a maciez de touros de 6 raças diferentes recebendo dieta concentrada. Enquanto nenhuma diferença foi encontrada entre as raças nos atributos descritivos, a carne de Bonsmara foi similar em maciez à das raças Pinzgauer, Pardo Suíco, Afrikaner e Nguni e a de Santa Gertrudis foi mais dura. Em outro estudo comparando a maciez e os atributos descritivos de novilhos Nguni e Bonsmara criados em pastagens, a carne de Bonsmara teve os maiores valores de força de cisalhamento aos 14 dias, mas não apresentou diferenças nos atributos sensoriais. Esse resultado demonstra que animais Bonsmara criados em sistema de pastagens tendem a apresentar características sensoriais satisfatórias.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, é razoável assumir que utilizar novilhos Bonsmara pode ser um dos métodos para se reduzir a variação em atributos sensoriais em sistemas de produção baseados em pastagens.

Tabela 4 - Média dos quadrados mínimos para atributos descritivos, de sabor e aroma e sabores básicos na carne de novilhos Bonsmara entre diferentes localidades e anos de estudo, suplementação e dias de confinamento

Tratamento	Atributos descritivos da carne ¹				Sabor e aroma ²				Sabores Básicos ²		
	Suculência	Maciez das fibras	Maciez Geral	Quant. de Tec. Conjuntivo	Intens. Sabor Global	Carne Cozida/ Caldo	Gramas	Soro/ Sangue	Fígado	Sal	Azedo
<u>Ano e Local</u>	0,19 ^c	0,09 ^c	0,06 ^c	0,35 ^c	0,49 ^c	0,21 ^c	0,32 ^c	0,28 ^c	0,23 ^c	0,04 ^c	0,18 ^c
Ano 1, Uvalde	5,9	6,4 ^a	6,4 ^a	6,9	6,3	5,7	0,9	1,1	0,3 ^a	0,8 ^a	2,1 ^b
Ano 1, Overton	6,0	5,9 ^b	5,9 ^b	6,6	6,3	5,2	1,2	1,1	0,2 ^a	0,8 ^a	2,6 ^a
Ano 2, Uvalde	6,3	6,5 ^a	6,5 ^a	6,9	6,5	5,7	0,7	1,3	0,1 ^b	0,8 ^a	2,3 ^b
Ano 2, Overton	5,9	6,1 ^a	6,1 ^a	6,7	6,2	5,6	0,7	0,9	0,1 ^b	0,4 ^b	2,1 ^b
<u>Suplementação</u>	0,68 ^c	0,77 ^c	0,66 ^c	0,96 ^c	0,03 ^c	0,16 ^c	0,50 ^c	0,57 ^c	0,15 ^c	0,11 ^c	0,04 ^c
Não suplementado	6,0	6,2	6,2	6,8	6,5 ^a	5,7	0,8	1,1	0,1	0,8	2,4 ^a
Suplementado	6,0	6,2	6,3	6,8	6,2 ^b	5,4	0,9	1,2	0,2	0,6	2,2 ^b
<u>Dias de confinamento</u>	0,84 ^c	0,28 ^c	0,54 ^c	0,75 ^c	0,40 ^c	0,01 ^c	0,03 ^c	0,26 ^c	0,87 ^c	0,87 ^c	0,70 ^c
0	6,0	6,3	6,3	6,8	6,3	5,4 ^b	1,0 ^a	1,2	0,2	0,7	2,3
90	6,0	6,1	6,2	6,8	6,4	5,8 ^a	0,7 ^b	1,0	0,2	0,7	2,3
QME ^d	0,79	1,07	1,04	0,86	0,79	0,99	0,98	0,83	0,41	0,59	0,72

¹1= extremamente seco, extremamente duro, abundante e extremamente intenso; 8=extremamente suculento, extremamente macio, nenhum, e extremamente intenso. ²1=nenhum; 8=extremamente intenso.

^{a,b}Médias na mesma coluna nos diferentes tratamentos seguidas da mesma letra não diferem entre si (P<0.05).

^cValores de P.

^dQuadrado médio do erro.

4.3.4 Composição de ácidos graxos na carne (GIM) e na gordura subcutânea

A composição de ácidos graxos na carne (gordura intramuscular) e na gordura subcutânea está apresentada nas Tabelas 5 e 6. Comparando os dois anos do estudo, os animais criados em pastagens de azevém em Uvalde tiveram maiores níveis de ácido palmítico ($P=0,001$), cis vacênico ($P=0,0007$) e linolênico ($P=0,0008$) na carne do que os animais criados em Overton. Esses resultados indicam que o tipo de forrageira, em cada local, afetou o perfil de ácidos graxos da carne. Para a gordura, os efeitos foram ainda maiores. Os animais criados em Overton apresentaram maiores teores de ácido mirístico ($P=0,003$) do que os animais de Uvalde. Entretanto, os animais de Overton, no primeiro ano, tiveram os maiores níveis de ácido miristoléico ($P<0,0001$) e de linolênico ($P=0,001$), mas no ano seguinte, elas apresentaram maiores teores de ácido oléico ($P=0,0004$). Novilhos criados em Uvalde, no segundo ano do estudo, apresentaram os maiores teores de ácido trans-vacênico ($P<0,0001$) na gordura. Os resultados acima apresentados indicam que o tipo de forrageira, a localidade e o ano do estudo influenciaram o perfil de ácidos graxos da gordura, em uma extensão muito maior do que o perfil da carne. Essa variação pode ser esperada, de acordo com os locais, anos e do tipo de sistema de produção em pastagem. A suplementação durante o pastejo resultou em maiores níveis de ácido esteárico ($P=0,04$) na carne e menores níveis de trans-vacênico ($P=0,04$) na gordura. Mudanças no teor desses ácidos graxos são indicativas de efeito discreto do aumento de ácidos graxos saturados e diminuição de poliinsaturados. Houve interação significativa entre ano e local e suplementação nos teores de ácido mirístico ($P=0,025$, Figura 6). Novilhos suplementados no segundo ano do estudo apresentaram maior teor desse ácido graxo, independente do local. As concentrações de ácidos linolênico e araquidônico foram maiores na carne dos animais não confinados neste estudo. Resultados similares foram encontrados em vários estudos (ALFAIA et al., 2009; LEHESKA et al., 2008; GARCIA et al., 2008 ; PONNAMPALAM et al., 2006; DESCALZO et al., 2005).

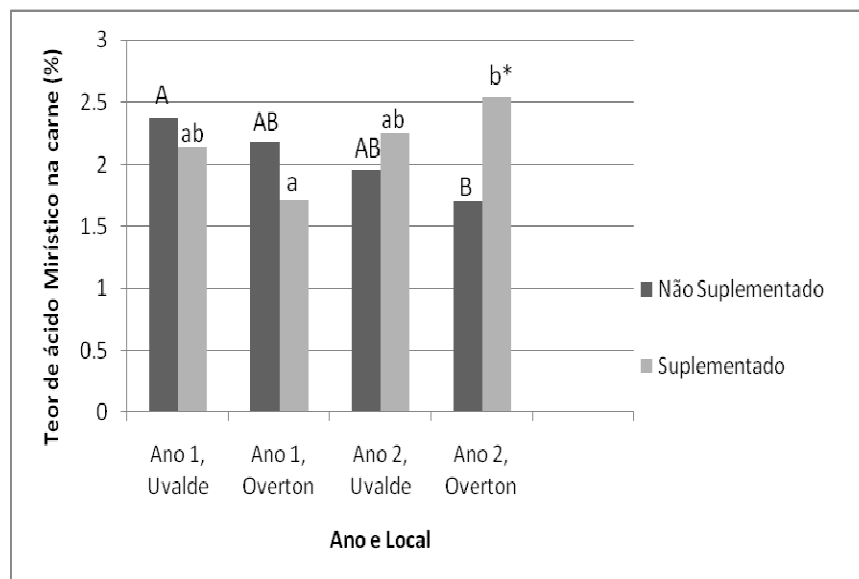


Figura 6 - Teor de ácido mirístico na carne de novilhos Bonsmara, produzidos nas localidades de Uvalde e Overton (Texas, EUA) em dois anos consecutivos não suplementados (NS) ou suplementados (S). ^{AB} Médias dos quadrados mínimos com letras maiúsculas distintas, entre local/ano dentro de animais NS, diferem entre si ($P < 0,05$). ^{ab} Médias dos quadrados mínimos com letras minúsculas distintas, entre local/ano dentro de animais S, diferem entre si ($P < 0,05$). * Médias dos quadrados mínimos diferem ($P < 0,05$) entre regime de suplementação dentro de local/ano. EPM = 0,22

O confinamento dos animais por 90 dias com dietas de alto concentrado resultou em aumento nos níveis de ácido mirístico ($P=0,04$), palmítico ($P < 0,0001$), cis-vacênico ($P=0,02$) e oléico ($P=0,01$) na carne e diminuição nos níveis de ácido esteárico ($P < 0,001$), linolênico ($P < 0,001$) e miristoléico ($P < 0,0001$) na gordura.

Entre os ácidos graxos saturados, o mirístico e o palmítico têm impacto negativo na saúde humana, aumentando os níveis de colesterol sérico. O ácido esteárico não interfere nos níveis de colesterol (AHRENS et al., 1957; HEGSTED et al., 1965; KEYS et al., 1965). Houve interação significativa entre ano e local e dias de confinamento nos teores de ácido cis-vacênico ($P=0,038$; Figura 7a) e linolênico ($P=0,004$; Figura 7b) na carne e para o linolênico ($P=0,0015$; Figura 7c) na gordura. Os animais avaliados no segundo ano do estudo, não tiveram níveis mensuráveis de ácido linolênico, independente do local, sugerindo que a composição de ácidos graxos de animais não confinados é variável e afetada por ano e local do estudo. Animais confinados tiveram níveis mais baixos de linolênico na carne e na gordura. Entretanto, os animais criados

em Overton no primeiro ano do estudo tiveram níveis ligeiramente mais baixos de α -linolênico do que os animais criados em Uvalde, tendo variado apenas para os animais não confinados.

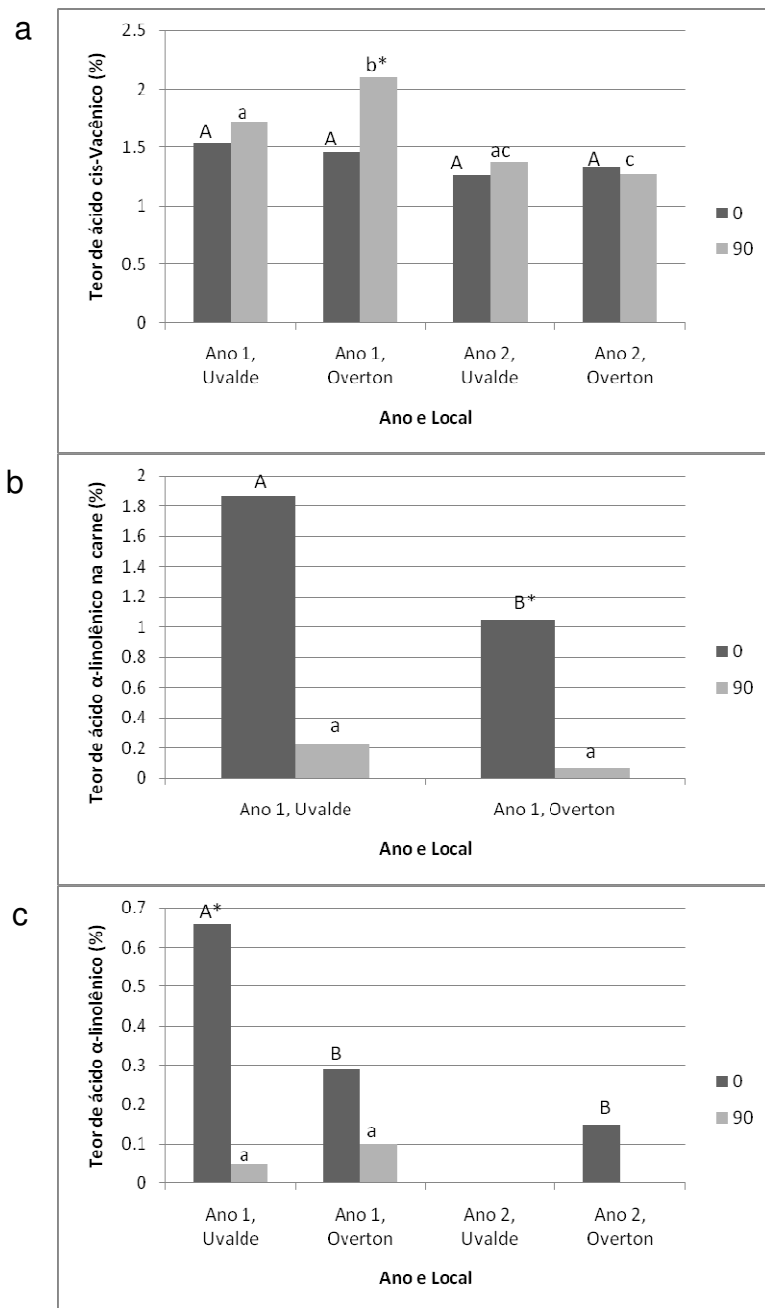
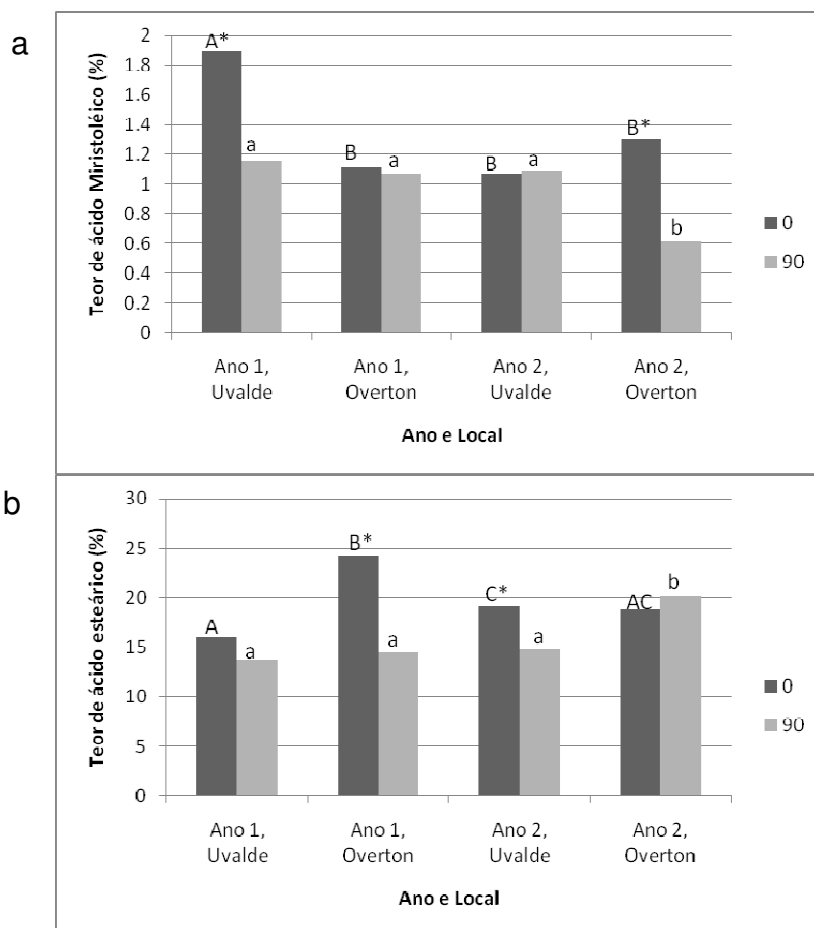


Figura 7 – Teores de ácidos graxos na carne e na gordura de novilhos Bonsmara produzidos nas localidades de Uvalde e Overton (Texas, EUA) em dois anos consecutivos terminados a pasto (■) e confinados por 90 dias (▒). a) cis-Vacênico ($P=0,038$); b) α -linolênico na carne ($P=0,004$); c) α -linolênico na gordura ($P=0,0015$). ^{AB} Médias dos quadrados mínimos com letras maiúsculas distintas, entre local/ano dentro de animais terminados a pasto,

diferem entre si ($P < 0,05$). ^{abc} Médias dos quadrados mínimos com letras minúsculas distintas, entre local/ano dentro de animais terminados em confinamento, diferem entre si ($P < 0,05$). * Médias dos quadrados mínimos diferem ($P < 0,05$) entre regime de suplementação dentro de local/ano. a) EPM = 0,12; b) EPM = 0,25; c) EPM = 0,08

Houve interações significativas entre ano e local e dias de confinamento para os teores de ácido miristoléico ($P = 0,002$; Figura 8a), esteárico ($P < 0,0001$; Figura 8b), trans-Vacênico ($P < 0,0001$; Figura 8c) e oléico ($P = 0,0015$; Figura 8d). Estudos recentes relataram que animais alimentados só com forragens apresentam menores teores de ácido graxos saturados (FRENCH et al., 2000; YANG et al., 2002a; NOCI et al., 2005), com exceção do ácido esteárico, que apresentou os maiores valores (ALFAIA et al., 2009; LEHESKA et al., 2008; GARCIA et al., 2008; REALINI et al., 2004), assim como o encontrado neste estudo.



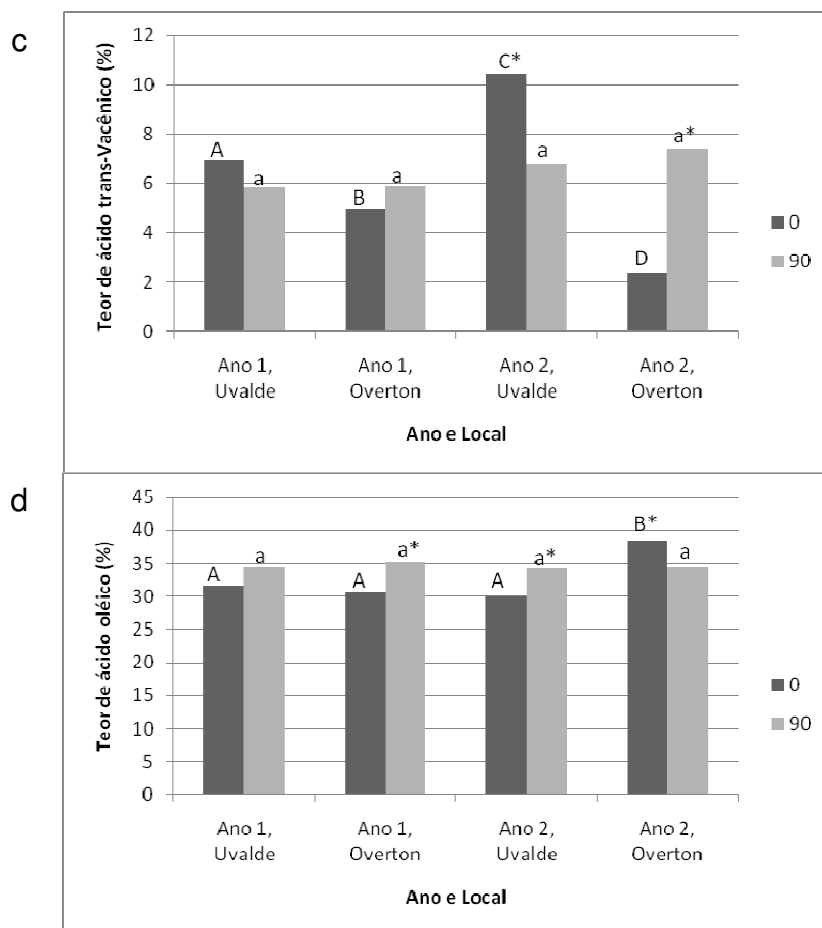


Figura 8 - Teores de ácidos graxos na gordura de novilhos Bonsmara produzidos nas localidades de Uvalde e Overton (Texas, EUA) em dois anos consecutivos terminados a pasto (■) e confinados por 90 dias (▒). a) miristoléico ($P=0,002$); b) esteárico ($P<,0001$); c) trans-vacênico ($P<,0001$); d) oléico ($P=0,0003$). ^{ABCD} Médias dos quadrados mínimos com letras maiúsculas distintas, entre local/ano dentro de animais terminados a pasto, diferem entre si ($P<0,05$). ^{ab} Médias dos quadrados mínimos com letras minúsculas distintas, entre local/ano dentro de animais terminados em confinamento, diferem entre si ($P<0,05$). * Médias dos quadrados mínimos diferem ($P<0,05$) entre regime de suplementação dentro de local/ano. a) EPM = 0,12; b) EPM = 1,02; c) EPM = 0,62; d) EPM = 1,03

Do ponto de vista de dieta/saúde, a composição de ácidos graxos na carne de animais provenientes de sistemas de produção baseados em pastagens parece ser mais apropriada para ajudar na redução dos níveis de colesterol, mas mais estudos são necessários a fim de se determinar se essas mudanças são suficientes para causar

impactos nos níveis de colesterol. As mudanças no perfil de ácidos graxos em combinação com os baixos níveis de gordura associados com a carne proveniente de animais alimentados só com forragens pode não afetar a saúde humana em níveis consideráveis. E mais, a variação no perfil de ácidos graxos que pode ocorrer entre os anos pode interferir no efeito de diminuição do colesterol.

Tabela 5 - Média dos quadrados mínimos para composição de ácidos graxos (%) na carne de novilhos Bonsmara entre diferentes localidades e anos de estudo, suplementação e dias de confinamento

Tratamentos	Perfil de Ácidos Graxos na Carne							
	14:0 ¹	16:0 ²	18:0 ³	18:1n11 ⁴	18:1c9 ⁵	(ω -6)18:2 ⁶	(ω -3)18:3 ⁷	20:4n-6 ⁸
<u>Ano e Local</u>	0,63 ^c	0,001 ^c	0,11 ^c	0,0007 ^c	0,71 ^c	0,75 ^c	0,0008 ^c	0,37 ^c
Ano 1, Uvalde	2,25	28,3 ^a	17,8 ^a	1,62 ^a	32,0	6,6	1,05	1,74
Ano 1, Overton	1,94	27,4 ^a	18,6 ^a	1,78 ^a	33,0	6,87	0,56	2,04
Ano 2, Uvalde	2,10	25,6 ^b	16,7 ^b	1,32 ^b	31,8	7,51	0,00	2,73
Ano 2, Overton	2,12	25,3 ^b	18,3 ^a	1,30 ^b	33,0	7,66	0,00	2,55
<u>Suplementação</u>	0,51 ^c	0,78 ^c	0,04 ^c	0,92 ^c	0,79 ^c	0,29 ^c	0,22 ^c	0,46 ^c
Não suplementado	2,05	26,6	17,3 ^b	1,51	32,3	7,59	0,52	2,43
Suplementado	2,16	26,7	18,4 ^a	1,5	32,6	6,73	0,28	2,1
<u>Dias de confinamento</u>	<0,0001 ^c	0,001 ^c	0,02 ^c	0,26 ^c	0,67 ^c	0,001 ^c	0,004 ^c	0,04 ^c
0	1,94 ^a	25,13 ^b	18,8 ^a	1,40 ^b	31,9	7,00	0,73 ^a	2,92 ^a
90	2,28 ^b	28,19 ^a	16,9 ^b	1,62 ^a	33,0	7,33	0,07 ^b	1,61 ^b
QME ^d	0,66	2,37	2,30	0,37	3,89	3,23	0,80	1,78

¹ Mirístico; ² Palmítico, ³ Esteárico, ⁴ Cis-Vacênico, ⁵ Oléico, ⁶ Linoléico, ⁷ Linolênico, ⁸ Araquidônico

^{ab} Médias na mesma coluna nos diferentes tratamentos seguidas da mesma letra não diferem entre si (P<0,05).

^c Valores de P.

^d Quadrado médio do erro.

Tabela 6 - Média dos quadrados mínimos para composição de ácidos graxos (%) na gordura subcutânea de novilhos Bonsmara entre diferentes localidades e anos de estudo, suplementação e dias de confinamento

Perfil de Ácidos Graxos na Gordura Subcutânea								
Tratamentos	14:0 ¹	14:1 ²	16:0 ³	18:0 ⁴	18:1n-11 ⁵	18-1n-9 ⁶	18:2(ω-6) ⁷	18:3(ω-3) ⁸
<u>Ano e Local</u>	0,003 ^e	<,0001 ^e	0,20 ^e	<,0001 ^e	<,0001 ^e	0,0004 ^e	0,46 ^e	0,001 ^e
Ano 1, Uvalde	4,54 ^a	1,52 ^a	28,58	14,93 ^c	6,36 ^b	32,99 ^b	1,57	0,36 ^a
Ano 1, Overton	4,07 ^b	1,10 ^b	28,54	19,34 ^a	5,44 ^c	33,00 ^b	1,50	0,19 ^b
Ano 2, Uvalde	3,91 ^b	1,08 ^b	28,92	16,96 ^b	8,62 ^a	32,17 ^b	1,34	0,00 ^c
Ano 2, Overton	3,65 ^b	0,96 ^b	27,00	19,50 ^a	4,89 ^d	36,52 ^a	1,45	0,07 ^c
<u>Suplementação</u>	0,25 ^e	0,40 ^e	0,50 ^e	0,85 ^e	0,04 ^e	0,80 ^e	0,70 ^e	0,12 ^e
Não suplementado	3,95	1,13	27,9	17,61	6,79	33,58	1,44	0,20
Suplementado	4,14	1,20	28,3	17,75	5,87	33,76	1,48	0,12
<u>Dias de confinamento</u>	0,29 ^e	<,0001 ^e	0,02 ^e	<,0001 ^e	0,49 ^e	0,01 ^e	<,0001 ^e	<,0001 ^e
0	4,13 ^a	1,35 ^a	27,39 ^b	19,56 ^a	6,18	32,73 ^b	0,83 ^b	0,276 ^a
90	3,96 ^b	0,98 ^b	28,80 ^a	15,80 ^b	6,47	34,61 ^a	2,09 ^a	0,037 ^b
QME ^d	0,66	0,34	2,38	2,93	1,75	2,92	0,42	0,21

¹ Mirístico, ² Miristoléico, ³ Palmítico, ⁴ Esteárico, ⁵ T-Vacênico, ⁶ Oléico, ⁷ Linoléico, ⁸ α-Linolênico

^{abc}Médias na mesma coluna nos diferentes tratamentos seguidas da mesma letra não diferem entre si (P<0,05).

^d Quadrado médio do erro.

^eValores de P.

4.4 Conclusões

Ano e local do experimento afetaram a cor da carne, da gordura e a composição de ácidos graxos, mas não interferiram no sabor e nos atributos sensoriais. O tipo de forrageira e o clima afetaram a textura da carne. A suplementação com milho não alterou a cor da carne de forma consistente. O confinamento dos animais alterou o perfil de ácidos graxos, diminuindo os teores de ácido linolênico. A estimulação elétrica foi mais eficiente em melhorar a cor e aspecto visual da carne em animais que receberam dieta concentrada.

Agradecimentos

Parte deste trabalho foi financiada pela Texas Beef Initiative.

A CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Ministério da Educação (Capes - MEC), Brasil, pela bolsa de estudos concedida à Carolina de Castro Santos.

A Texas A&M (Texas-EUA), na pessoa da Dra. Rhonda Miller, que possibilitou acesso e treinamento no Laboratório de Carnes do Animal Science Department.

Referências

AALHUS, J.L.; JONES, D.M.S.; LUTZ, S.; BEST, D.R.; ROBERTSON, W.M. The efficacy of high and low voltage electrical stimulation under different chilling regimes. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 74, p. 433-442, 1994.

AHRENS, E.H. JR.; INSULL JR., W.; BLOOMSTRAND, R.; HIRSCH, J.; TSALTAS, T.T.; PETERSON, M.L. The influence of dietary fats on serum-lipid levels in man. **The Lancet**, London, v. 269, p. 943-953, 1957.

ALFAIA, C.P.M.; ALVES, S.P.; MARTINS, S.I.V.; COSTA, A.S.H.; FONTES, C.M.G.A.; LEMOS, J.P.C.; BESSA, R.J.B.; PRATES, J.A.M. Effect of feeding system on intramuscular fatty acids and conjugated linoleic acid isomers of beef cattle, with emphasis on their nutritional value and discriminatory ability. **Journal of Food Chemistry**, Oxford, v. 114, p. 939-946, 2009.

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION. **Guidelines for meat color evaluation**. Chicago: American Meat Science Association, 1991. 17 p.

_____. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental measurements of fresh meat.** Chicago: National Livestock and Meat Board, 1995. 47p.

BAUBLITS, R.T.; BROWN, A.H.; POHLMAN, F.W.; JOHNSON, Z.B.; ONKS, D.O.; LOVEDAY, H.D. Carcass and beef color characteristics of three biological types of cattle grazing cool-season forages supplemented with soyhulls. **Meat Science**, Barking, v. 68, p. 297-303, 2004.

BENNETT, L.L.; HAMMOND, A.C.; WILLIAMS, M.J.; KUNKLE, W.E.; JOHNSON, D.D.; PRESTON, R.L.; MILLER, M. F. Performance, carcass yield, and carcass quality characteristics of steers finished on rhizoma peanut (*Arachis glabrata*)-tropical grass pasture or concentrate. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, p. 1881-1887, 1995.

BESSA, R.J.B.; SANTOS-SILVA, J.; RIBEIRO, J.M.R.; PORTUGAL, A.V. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 63, p. 201-211, 2000.

BHATTACHARYA, A.; BAMU, J.; RAHMAN, M.; CAUSEY, J.; FERNANDES, G. Biological effects of conjugated linoleic acid in health and disease. **Journal of Nutritional Biochemistry**, Stoneham, v. 17, p. 789-810, 2006.

BIDNER, T.D.; SCHUPP, N.R.; MOHAMAD, A.B.; RUMORE, N.C.; MONTGOMERY, R.E.; BAGLEY, C.P.; MCMILLIN, K.W. Acceptability of beef from Angus-Hereford or Angus-Hereford-Brahman steers finished on all forage or a high energy diet. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 62, p. 381-387, 1986.

BOLEMAN, S.J.; MILLER, R.K.; BUYCK, M.J.; CROSS, H.R.; SAVELL, J.W. Influence of realimentation of mature cows on maturity, color, collagen solubility, and sensory characteristics. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 74, p. 2187-2194, 1996.

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**, Albany, v. 46, p. 333-340, 1978.

BROWN, H.G.; MELTON, S.L.; RIEMANN, M.J.; BACKUS, W.R. Effects of energy intake and feed source on chemical changes and flavor of ground beef during frozen storage. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 48, p. 338-347, 1979.

CAMFIELD, P.K.; BROWN JR., A.H.; LEWIS, P.K.; RAKES, L.Y.; JOHNSON, Z.B. Effects of frame size and time-on-feed on carcass characteristics, sensory attributes, and fatty acid profiles of steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 75, p. 1837-1844, 1997.

COULON, J.B.; PRIOLO, A. Influence of forage feeding on the composition and organoleptic properties of meat and dairy products: bases for a "terroir" effect. In: EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, 19., 2002, La Rochelle. **Proceedings...** La Rochelle, 2002. p. 513-524.

CROUSE, J.D.; CROSS, H.R.; SEIDEMAN, S.C. Effects of a grass or grain diet on the quality of three beef muscles. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 58, p. 619-625, 1984.

DAVIS, G.W.; COLE, A.B.; BACKUS, W.R.; MELTON, S.L. Effect of electrical stimulation on carcass quality and meat palatability of beef from forage- and grain-finished steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 53, p. 651-657, 1981.

DESCALZO, A.M.; INSANI, E.M.; BIOLATTO, A.; SANCHO, A.M.; GARCIA, P.T.; PENSEL, N.A.; JOSIFOVICH, J.A. Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. **Meat Science**, Barking, v. 70, p. 35-44, 2005.

DINIUS, D.A.; CROSS, H.R. Feedlot performance, carcass characteristics and meat palatability of steers fed concentrate for short periods. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 47, n. 5, p. 1109-1113, 1978.

ESTERHUIZEN, J.; GOENEWALD, I.B.; STRYDOM, P.E.; HUGO, A. The performance and meat quality of Bonsmara steers raised in a feedlot, on conventional pastures or on organic pastures. **South African Journal of Animal Science**, Pretoria, v. 38, n. 4, p. 303-314, 2008.

FAUSTMAN, C.; CASSENS, R.G. The biochemical basis for discoloration in fresh meat: a review. **Journal of Muscle Foods**, Trumbull, v. 1, p. 217-243, 1990.

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

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**, Albany, v. 78, p. 2849-2855, 2000.

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

GARCIA, P.T.; PENSEL, N.A.; SANCHO, A.M.; LATIMORI, N.J.; KLOSTER, A.M.; AMIGONE, M.A.; CASAL, J.J. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. **Meat Science**, Barking, v. 79, p. 500-508, 2008.

GRIINARI, J.M.; CORL, B.A.; LACY, S.H.; CHOUINARD, P.Y.; NURMELA, K.V.V.; BAUMAN, D.E. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by $\Delta 9$ - desaturase. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 130, p. 2285-2291, 2000.

GROFF, J.L.; GROPPER, S.S. Lipids. In: **Advanced nutrition and human metabolism**. 3rd ed. Stanford: Wadsworth/Thomson Learning, 1999. p. 123-162.

HARRISON, A.R.; SMITH, M.E.; ALLEN, D.M.; HUNT, M.C.; KASTNER, C.L.; KROPF, D.H. Nutritional regime effects on quality and yield characteristics of beef. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 47, n. 2, p. 383-388, 1978.

HEGSTED, D.M.; MCGANDY, R.B.; MYERS, M.L.; STARE, F.J. Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 17, p. 281-295, 1965.

IRIE, M. Optical evaluation of factors affecting appearance of bovine fat. **Meat Science**, Barking, v. 57, p. 19-22, 2001.

JEREMIAH, L.E.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L. Beef color as related to consumer acceptance and palatability. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 37, n. 3, p. 476-479, 1972.

KERTH, C.R.; BRADEN, K.W.; COX, R.; KERTH, L.K.; RANKINS, D.L. Carcass, sensory, fat color, and consumer acceptance characteristics of Angus-cross steers finished on ryegrass (*Lolium multiflorum*) forage or a high-concentrate diet. **Meat Science**, Barking, v. 75, p. 324-331, 2007.

KEYS, A.; ANDERSON, J.T.; GRANDE, F. Serum cholesterol response to changes in the diet. IV: Particular saturated fatty acids in the diet. **Metabolism**, Duluth, v. 14, p. 776-787, 1965.

LARICK, D.K.; HEDRICK, H.B.; BAILEY, M.E.; WILLIAMS, J.E.; HANCOCK, D.L.; GARNER, G.B.; MORROW, R.E. Flavor constituents of beef as influenced by forage- and grain-feeding. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 52, p. 245-251, 1987.

LEHESKA, J.M.; THOMPSON, L.D.; HOWE, J.C.; HENTGES, E.; BOYCE, J.; BROOKS, J.C.; SHRIVER, B.; HOOVER, L.; MILLER, M.F. Effects of conventional and grass feeding systems on the nutrient composition of beef. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 86, n. 12, p. 3575-3585, 2008.

LORENZEN, C.L.; GOLDEN, J.W.; MARTZ, F.A.; GRUN, I.U.; ELLERSIECK, M.R.; GERRISH, J.R.; MOORE, K.C. Conjugated linoleic acid content of beef differs by feeding regime and muscle. **Meat Science**, Barking, v. 75, p. 159-167, 2007.

MANDELL, I.B.; BUCHANAN-SMITH, J.G.; CAMPBELL, C.P. Effects of forage vs grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in limousin-

cross steers when time on feed is controlled. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 76, p. 2619–2630, 1998.

MARMER, W.M.; MAXWELL, R.J.; WILLIAMS, J.E. Effects of dietary regimen and tissue site on bovine fatty acid profiles. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 59, p. 109-121, 1984.

MARURI, J.L.; LARICK, D.K. Volatile concentration and flavor of beef as influenced by diet. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 57, p. 1275-1281, 1992.

MCKEITH, F.K.; SAVELL, J.W.; SMITH, G.C. Tenderness improvement of the major muscle of the beef carcass by electrical stimulation. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 46, n. 6, p. 1774-1776, 1981.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 1999. 387 p.

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

MITCHELL, G.E.; REED, A.W.; ROGERES, S.A. Influence of feeding regimen on the sensory qualities and fatty acid contents of beef steaks. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 4, p. 1102-1103, 1991.

MORRISON, W.R.; SMITH, L.M. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride-methanol. **Journal of Lipid Research**, Bethesda, v. 5, p. 600-608, 1964.

MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; RAATS, J.G.; STRYDOM, P.E. Meat quality of Nguni, Bonsmara and Aberdeen Angus steers raised on natural pasture in the Eastern Cape, South Africa. **Meat Science**, Barking, v. 79, p. 20-28, 2008a.

MUCHENJE, V.; DZAMA, K.; CHIMONYO, M.; STRYDOM, P.E.; HUGO, A.; RAATS, J.G. Sensory evaluation and its relationship to physical meat quality attributes of beef from Nguni and Bonsmara steers raised on natural pasture. **Animal**, Cambridge, v. 2, n. 11, p. 1700-1706, 2008b.

NOCI, F.; MONAHAN, F.J.; FRENCH, P.; MOLONEY, A.P. The fatty acid composition of muscle fat and subcutaneous adipose tissue of pasture-fed beef heifers: influence of the duration of grazing. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 83, p. 1167-1178, 2005.

PARIZA, M.W.; PARK, Y.; COOK, M.E. Mechanisms of action of conjugated linoleic acid: evidence and speculation. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, Malden, v. 32, p. 853-858, 2000.

PONNAMPALAM, E.N.; MANN, N.J.; SINCLAIR, A.J. Effect of feeding systems on omega-3 fatty acids, conjugated linoleic acid and trans fatty acids in Australian beef

cuts, potential impact on human health. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, Victoria, v. 15, n. 1, p. 21-29, 2006.

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

REAGAN, J.O.; CARPENTER, A.; BAUER, F.T.; LOWREY, R.S. Packaging and palatability characteristics of grass and grass-grain fed beef. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 45, n. 4, p. 716-721, 1977.

REALINI, C.E.; DICKETT, S.K.; BRITO, G.W.; DALLA RIZZA, M.; DE MATTOS, D. Effect of pasture vs. concentrate feeding with or without antioxidants on carcass characteristics, fatty acid composition, and quality of Uruguayan beef. **Meat Science**, Barking, v. 66, p. 567-577, 2004.

ROEBER, D.L.; CANNELL, R.C.; BELK, K.E.; TATUM, J.D.; SMITH, G.C. Effects of a unique application of electrical stimulation on tenderness, color, and quality attributes of the beef longissimus muscle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 78, p. 1504-1509, 2000.

SAVELL, J.W.; SMITH, G.C.; CARPENTER, Z.L. Effect of electrical stimulation on quality and palatability of light-weight beef carcasses. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 46, p.1221-1228, 1978.

SCHROEDER, J.W.; CRAMER, D.A.; BOWLING, R.A.; COOK, C.W. Palatability, shelf life and chemical differences between forage-and grain-finished beef. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 50, n. 5, p. 852-859, 1980.

SEHAT, N.; RICKERT, R.; MOSSOBA, M.M.; KRAMER, J.K.G.; YURAWECZ, M.P.; ROACH, J.A.G.; ADLOF, R.O.; MOREHOUSE, K.M.; FRITSCH, J.; EULITZ, K. D.; STEINHART, H.; KU, Y. Improved separation of conjugated fatty acid methyl esters by silver ion high-performance liquid chromatography. **Lipids**, Heidelberg, v. 34, p. 407-413, 1999.

SIMONNE, A.H.; GREEN, N.R.; BRANSBY, D.I. Consumer acceptability and beta-carotene content of beef as related to cattle finishing diets. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, p. 1254-1256, 1996.

SKELLEY, G.C.; EDWARD, R.L.; WARDLAW, F.B.; TORRENCE, A.K. Selected high forage rations and their relationship to beef quality, fatty acids and amino acids. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 47, n. 5, p. 1102-1108, 1978.

SMITH, G.C. Effects of electrical stimulation on meat quality, color, grade, heat ring, and palatability. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. (Ed.). **Advances in meat research: electrical stimulation**. 1985. Westport: AVI Publishing, 1985. v. 1, p. 121-158.

STRYDOM, P.E.; NAUDE, R.T.; SMITH, M.F.; SCHOLTZ, M.M.; VAN WYK, J.B. Characterization of indigenous African cattle breeds in relation to meat quality traits. **Meat Science**, Barking, v. 55, p. 79-88, 2000.

TATUM, J.D.; BELK, K.E.; GEORGE, M.H.; SMITH, G.C. Identification of quality management practices to reduce the incidence of retail beef tenderness problems: Development and evaluation of a prototype quality system to produce tender beef. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 77, p. 2112-2118, 1999.

TRICON, S.; YAQOOB, P. Conjugated linoleic acid and human health: A critical evaluation of the evidence. **Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care**, Baltimore, v. 9, p. 105-110, 2006.

YANG, A.; BREWSTER, M.J.; LANARI, M.C.; TUME, R.K. Effect of vitamin E supplementation on alpha-tocopherol and beta-carotene concentrations in tissues from pasture and grain-fed cattle. **Meat Science**, Barking, v. 60, n. 1, p. 35-40, 2002a.

YANG, A.; LANARI, M.C.; BREWSTER, M.; TUME, R.K. Lipid stability and meat color of beef from pasture-and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. **Meat Science**, Barking, v. 60, n.1, p. 41-50, 2002b.

ZEMBAYASHI, M.; NISHIMURA, K.; LUNT, D.K.; SMITH, S.B. Effect of breed type and sex on the fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular lipids of finishing steers and heifers. **Journal of Animal Science**, Albany, v.73, p. 3325-3332, 1995.

5 QUALIDADE DA CARNE E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS EM DOIS CORTES PROVENIENTES DE NOVILHAS CRUZADAS BOS TAURUS E BOS INDICUS, ALIMENTADAS COM CAROÇO DE ALGODÃO

Resumo

O genótipo pode influenciar a deposição diferenciada de ácidos graxos na carne devido à manipulação da dieta, especialmente devido à precocidade de acabamento dos animais. O objetivo deste estudo foi avaliar as características de qualidade e maciez da carne de novilhas com diferentes proporções de genótipo taurino e zebuíno, abatidas em sistema super precoce (12-14 meses de idade) sob influência de dietas contendo caroço de algodão visando a modificação do perfil de ácido graxos. A avaliação foi feita em dois músculos distintos (Longissimus dorsi, LD e Gluteo bíceps, GB) no intuito de trazer mais informações sobre a qualidade de diferentes cortes muito utilizados e valorizados no Brasil. Foram utilizadas 36 fêmeas oriundas de cruzamentos entre fêmeas meio sangue Nelore/Angus e Nelore/Caracu com touros Brahman ($\frac{3}{4}$ *Bos indicus* - zebuínos) ou Caracu e Pardo Suíço ($\frac{3}{4}$ *Bos taurus* - taurinos). As novilhas foram confinadas aos 6 meses de idade, recebendo dietas com e sem caroço de algodão. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente ao acaso em parcela subdividida, sendo os fatores das parcelas compostos pelos tipos biológicos e o das subparcelas pelas dietas e músculos estudados. Não houve influência dos tipos biológicos, dietas ou músculos estudados para os valores de pH. Houve diferença entre os músculos avaliados para os parâmetros de cor a^* , b^* , Cromo e ângulo Hue, sendo observado um maior teor de vermelho para o LD. A maior diferença de cor foi verificada entre os músculos de animais taurinos. Os zebuínos apresentaram maior teor de ácido mirístico (14:0) e a menor relação $\omega 6/\omega 3$. A inclusão de caroço de algodão na dieta diminuiu os níveis de ácido α -linolênico na gordura intramuscular (GIM), independente de tipo biológico ou músculo. Maior teor de ácidos graxos foi verificado na GIM do GB, o que ocasionou aumento na relação $\omega 6/\omega 3$. Os valores de força de cisalhamento (FC) foram menores para o músculo GB de taurinos. A maturação reduziu a FC do LD de zebuínos. Maior teor de GIM foi verificado no músculo GB de taurinos, independente da dieta. Maior maciez foi encontrada para o músculo GB, independente do tipo biológico ou dieta utilizada. A taxa de amaciamento do GB não interferiu na maciez, já que a carne apresentou valores iniciais de FC bem baixos (menores que 4,0 kgf).

Palavras-chave: Maciez; Composição centesimal; Manejo nutricional; *Gluteo bíceps*; Bovinos cruzados

Abstract

The genotype may influence the deposition of different fatty acids in meat according to dietary manipulation, particularly due to early finishing of animals. The aim of this study was to evaluate the quality and meat tenderness of heifers with different proportions of taurine and zebu genotype, slaughtered with 12-14 months old and fed with diets containing or not cottonseed, aiming the modification of fatty acid profiles in

the meat. The evaluation was performed in two different muscles (Longissimus dorsi, LD and Gluteus biceps, GB) in order to provide more information about the quality of different cuts widely used and valued in our country. Thirty six females resulted of crosses from $\frac{1}{2}$ Nelore $\frac{1}{2}$ Angus and $\frac{1}{2}$ Nelore $\frac{1}{2}$ Caracu with bulls from Brahman, Caracu and Brown Swiss breeds. The progeny were considered $\frac{3}{4}$ Taurus (Caracu and Brown Swiss) or $\frac{3}{4}$ Zebu (Brahman). The heifers entered the feedlot at 6 months old, receiving diets containing or not cottonseed as the main ingredient. The experimental design was completely randomized in a split plot, considering the biological types as the main factors of the plot and the diet and muscles as the subplot. The pH was not influenced by the biological types, diets or muscles. The color parameters a^* , b^* , Chroma e Hue were higher for the LD muscle, with a higher content of red than the GB. The largest color difference was found between the muscles of *Bos Taurus* genotype. The Zebu showed higher content of myristic acid (14:0) and the best value of the ratio $\omega 6/\omega 3$. The inclusion of cottonseed in the diet decreased the levels of α -linolenic acid in the intramuscular fat (IMF) of heifers, regardless of biological type or muscle. Higher content of fatty acids were found in GB muscle, which caused the increase in the ratio $\omega 6/\omega 3$. Shear force (SF) was lower for the GB muscles of *Bos taurus* genotype. Aging was effective in reducing the SF values of the LD from zebu cattle. Higher content of IMF was found in the GB muscles from taurus cattle, regardless of the diets used. Higher tenderness was found for the GB muscles, regardless of the biological type or diet used. For the GB, the tenderizing process does not interfere in the final tenderness, since the meat had very low values of FC (less than 4.0 kgf) before aging.

Keywords: Tenderness; Chemical composition; Nutritional management; *Gluteus biceps*; Crossbred heifers

5.1 Introdução

O Brasil é considerado o maior exportador de carne do mundo, tendo fechado o ano de 2010 com 1,800 mil toneladas exportadas para países como Rússia, Egito e Irã (ABIEC, 2010). A maciez é o fator determinante na aceitação da carne bovina por parte dos consumidores (MORGAN et al., 1991; BOLEMAN et al., 1997) e é dependente de fatores *ante e post mortem*, como manejo nutricional, manejo dos animais nos momentos pré-abate e de uso de tecnologias aplicadas à carne. Aspectos genéticos e fatores ambientais presentes durante o processo de criação do bovino predispõem a produção de carne mais ou menos macia (FELÍCIO, 1993).

Existem variações na maciez entre e dentro das raças bovinas (SHACKELFORD et al., 1994; WULF et al., 1996; SHERBECK et al., 1996; MAHER et al., 2004; SORIA; CORVA, 2004). Vários estudos demonstram que à medida que se aumenta o grau de

sangue *Bos indicus*, há uma redução na maciez da carne (O'CONNOR et al., 1997; SHERBECK et al., 1995, 1996; Johnson et al. 1990; WHIPPLE et al., 1990a; CROUSE et al., 1987; McKEITH et al., 1985). O sexo dos animais influencia o ganho de peso e a composição da carcaça de bovinos, afetando a maciez. As fêmeas atingem o ponto de abate mais cedo e mais leves que os machos castrados, que terminam antes e mais leves que os machos inteiros (PURCHAS, 1991).

Vasta literatura está disponível relacionando o efeito de tratamentos distintos sobre a maciez do músculo *Longissimus dorsi* (FIELD et al., 1997; MONSÓN et al., 2004). Não obstante, se tem observado uma correlação de baixa a moderada entre a maciez do Longissimus e de outros músculos da carcaça (SLANGER et al., 1985; SHACKELFORD et al., 1995; WHEELER et al., 2000), o que limita as extrapolações a partir da informação disponível de um único músculo. As diferenças entre os músculos são atribuídas principalmente, a variações no comprimento de sarcômero e ao teor de colágeno (McKEITH et al., 1985; WHEELER et al., 2000), bem como a magnitude da atividade proteolítica pós-morte (WHEELER et al., 2000; ILIAN et al., 2001).

Além do aspecto da maciez que representa um aspecto de qualidade organoléptica, a carne bovina enfrenta outro desafio que diz respeito a sua qualidade como alimento saudável. Neste contexto, a carne vem sendo descrita como a vilã na alimentação, por conter grandes quantidades de ácidos graxos saturados, que aumentam os níveis de colesterol em humanos. Na gordura da carne predominam os ácidos graxos saturados e monoinsaturados (DUGAN Jr., 1984), que podem ser alterados pela idade do animal, raça e principalmente pela dieta (DUCKETT et al., 1993; WEBB et al., 1998; ENSER et al., 1998; ARICETTI et al., 2008; SMITH et al., 2009). A inclusão de caroço de algodão na dieta de bovinos tem a função de proporcionar a produção de um perfil mais insaturado da gordura contida na carne (HUERTA-LEIDENZ et al., 1991; MEDEIROS et al., 2005). Os ácidos graxos linoléico e linolênico são considerados essenciais, por não serem produzidos no organismo e apresentarem propriedades nutritivas especiais, além do efeito hipocolesterolêmico (BRESSAN et al., 2004).

A proposta deste estudo é identificar o efeito do fornecimento de caroço de algodão nas características físicas, maciez, teor de gordura e perfil de ácidos graxos na

carne de novilhas oriundas de cruzamentos entre *Bos indicus* e *Bos taurus* com diferentes proporções de cada genótipo. Variações desse efeito serão avaliadas em dois músculos diferentes na carcaça. A escolha do *Gluteo biceps*, além do *Longissimus dorsi* normalmente presente nos trabalhos de qualidade de carne, está relacionada à maior deposição de gordura intramuscular do corte denominado picanha, que possivelmente esteja ligada à grande preferência dos brasileiros e alto valor comercial deste corte.

5.2 Material e métodos

5.2.1 Animais

Para obtenção dos animais utilizados neste estudo foram realizados cruzamentos tripos entre as seguintes raças: 50 matrizes $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore (AN) e 60 matrizes $\frac{1}{2}$ Caracu + $\frac{1}{2}$ Nelore (CN) na estação de monta de 2008-2009 (novembro a janeiro). Essas matrizes foram inseminadas com touros Caracu (CR), Pardo-Suíço Corte (PS) e Brahman (BR), resultando em progênie com as seguintes composições: $\frac{3}{4}$ Zebuínos e $\frac{1}{4}$ Taurinos (touros BR e fêmeas AN e CN) ou $\frac{3}{4}$ Taurinos e $\frac{1}{4}$ Zebuínos (touros CR e PS e fêmeas AN e CN). Desses cruzamentos, foram selecionadas 36 fêmeas, sendo 17 de tipo biológico Zebuíno ($\frac{3}{4}Z + \frac{1}{4}T$) e 19 de tipo biológico Taurino ($\frac{3}{4}T + \frac{1}{4}Z$; Tabela 1).

Tabela 1 - Grupos genéticos e número de novilhas provenientes de cada cruzamento entre touros e matrizes meio sangue Caracu X Nelore e Angus X Nelore

Raça do Touro	Grupo Genético da Vaca	
	Caracu X Nelore	Angus X Nelore
Caracu (T)	5 ($\frac{3}{4}T + \frac{1}{4}Z$)	5 ($\frac{3}{4}T + \frac{1}{4}Z$)
Brahman (Z)	7 ($\frac{3}{4}Z + \frac{1}{4}T$)	10 ($\frac{3}{4}Z + \frac{1}{4}T$)
Pardo Suíço (T)	5 ($\frac{3}{4}T + \frac{1}{4}Z$)	4 ($\frac{3}{4}T + \frac{1}{4}Z$)

As bezerras foram pesadas ao nascimento e aos 120 e 240 dias de idade. Após os quatro meses de idade, receberam suplementação tipo “creep feeding”, com um consumo médio de 1kg/cabeça/dia de dieta a base de milho e farelo de soja com 22% de PB e 70% de NDT, até os 240 dias de idade, quando foram desmamadas. Ao desmame, foram vacinadas, vermifugadas e submetidas a confinamento com duração programada de cerca de 5-6 meses, para produção de novilhas para abate com 12-14 meses.

Antes do confinamento, as novilhas foram mantidas durante 15 dias em piquetes coletivos, recebendo dieta a base de silagem com aumento gradativo de concentrado, até chegarem ao nível de 60% de concentrado. Após o período de adaptação, os animais foram divididos em 2 grupos (A e B) e colocados em baias individuais. A seleção dos animais para cada dieta foi feita de modo que a mesma quantidade de animais de cada grupo genético recebesse cada dieta. Os animais do Grupo A receberam dieta de alto amido (sem caroço de algodão) e os do Grupo B, dieta de baixo amido (com caroço de algodão). Nas dietas consideradas de alto amido, o principal ingrediente utilizado foi o milho. As dietas de baixo amido levam em consideração a utilização do caroço de algodão como fonte principal de fibra e energia na dieta. As composições da dieta bem como seus principais níveis nutricionais estão representadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição das dietas fornecidas às novilhas durante o período de confinamento

Ingredientes	Sem Caroço % MS	Com Caroço
Silagem de Sorgo	40,00	40,00
Caroço de algodão	0,00	15,00
Milho grão	53,16	19,56
Farelo de Soja 45%	3,67	3,13
Casca de Soja	0,00	20,00
Calcário	1,00	1,00
Uréia	1,41	0,51
Sal Mineral	0,76	0,80
NDT (nutrientes digestíveis totais)	73,7	73,0
Extrato etéreo (gordura)	3,6	5,8
PDR (proteína degradável no rúmen)	10,3	9,5
Proteína Bruta	14,5	14,4

As novilhas foram abatidas com aproximadamente 12 meses (em sistema super precoce), quando atingiam o acabamento adequado (em torno de 4 mm de gordura na carcaça), avaliado por medidas de ultra-som, entre a 12^a e 13^a costelas, na região do contrafilé. O abate foi realizado em abatedouro experimental, nas dependências da Embrapa Gado de Corte (município de Campo Grande, MS), em 6 datas diferentes entre outubro e dezembro de 2010. Os animais fazem parte do Projeto “Cruzamentos que otimizem o desempenho materno e reprodutivo de vacas de corte para a produção de carne de qualidade na região Centro-Oeste”, sob a coordenação do Dr. Roberto Augusto de Almeida Torres Júnior.

5.2.2 Medidas de pH e cor dos músculos

Após o abate, medidas de pH (pH 1h) foram tomadas nos músculos *Longissimus dorsi* (contra-filé) e *Gluteo biceps* (picanha) e, após as medidas as carcaças foram resfriadas em câmara fria a 2°C por 24 horas, para posterior avaliação da qualidade da carcaça, medidas de pH às 24 h, medidas de cor e retirada dos músculos da carcaça. Após o resfriamento, as meia carcaças foram serradas entre a 12^a-13^a vértebra torácica para avaliação da espessura de gordura e da cor da carne.

Os valores de pH foram obtidos em um local aleatório na extremidade anterior de cada músculo com um medidor de pH digital (modelo HI 99163, Hanna Instruments, Inc., Woonsocket, RI). As medidas de cor foram realizadas no músculo Longissimus ainda na carcaça, na superfície do corte entre a 12^a-13^a vértebra torácica utilizando um Espectrocolorímetro da marca HunterLab, modelo Miniscan XE PLUS n°45/0-L (Hunter Associates Laboratory, Inc., Reston, VA), com iluminante A, 10° para observação padrão, calibrado utilizando os padrões preto e branco. O sistema utilizado foi o CIELAB (CIE, 1976) e o espaço L*C*h foi utilizado para avaliar as características de Saturação (C*) e Tonalidade (H*). Para o cálculo de Cromo e ângulo Hue foram utilizadas as seguintes fórmulas (HUNTER; HAROLD, 1987):

$$\text{Croma} = \sqrt{(a^* + b^*)^2}$$

$$\text{Hue} = \tan^{-1} (a^*/b^*)$$

Após todas as avaliações, os músculos *Longissimus dorsi* e os músculos *Gluteo biceps* foram retirados da carcaça. Imediatamente as medidas de cor foram feitas no músculo *Gluteo biceps* e os dois músculos foram fatiados para a coleta de amostras para perfil de ácidos graxos, força de cisalhamento, teor umidade e de gordura intramuscular.

5.2.3 Perfil de ácidos graxos

Para obtenção do perfil de ácidos graxos na carne das novilhas, amostras de cada músculo, livres de tecido conjuntivo e gordura aparentes, foram extraídas e metiladas segundo o método de Hara et al. (1978) e Christie (1982).

Para a extração, as amostras de carne livres de tecido conjuntivo e gordura aparente foram trituradas, ainda congeladas, em liquidificador do tipo Waring (modelo 33BL79, Waring Products Division, New Hartford, CT). Depois, 5 gramas foram homogeneizadas em homogeneizador do tipo Polytron (modelo PT10-35 Brinkman Instruments, Inc., USA) em 28 ml de solução HIP (Hexano:Isopropanol - 3 partes de hexano : 2 partes de isopropanol) durante 60 segundos. Após um descanso até a parte

sólida ficar no fundo do tubo, as amostras foram filtradas sob vácuo e o conteúdo transferido para tubos limpos de 50 ml. Após a transferência, foram adicionados 12 ml de sulfato de sódio (7 mM) e as amostras descansaram por 10 minutos, até a separação do isopropanol e hexano. Depois disso, as amostras foram centrifugadas a 5°C, por 5 minutos a 3200 rpm. Após a separação das fases, a camada superior foi transferida para tubos de extração com fundo em V (16X150 mm), contendo 1 g de sulfato de sódio. As amostras foram insufladas com N₂ (nitrogênio) e descansaram por 30 minutos. A camada superior foi transferida para frascos âmbar de 10 ml e as amostras foram colocadas em banho maria (40°C) e sob N₂, até todo hexano evaporar e restar no frasco apenas a gordura.

Para a metilação, 40 mg de amostra de lipídios foram colocados em tubos de extração e homogeneizados com 2 ml de hexano e 40 µl de metil acetato (Fisher, código M203-500) e em seguida foram adicionados 40 µl de solução de metilação (1,75 ml de metanol; 1 M de NaOMe). Os tubos foram fechados, agitados por 2 minutos cada e deixados descansar por 10 minutos. Depois da reação se completar, foi adicionado 60 µl da solução de terminação (1 g de ácido oxálico; 30 ml de dietil éter) e em seguida foram adicionados 200 mg de cloreto de cálcio. Após serem misturados, a solução permaneceu em descanso por 1 hora. Após esse tempo, os tubos foram centrifugados a 3200 rpm, a 5°C por 5 minutos e a fase superior foi transferida para recipientes próprios para cromatografia. Neste ponto as amostras estavam prontas para serem injetadas no cromatógrafo.

As amostras transmetiladas foram analisadas em cromatógrafo a gás modelo Focus CG-Finnigan, com detector de ionização de chama, coluna capilar CP-Sil 88 (Varian) com 100 m de comprimento por 0,25 µm de diâmetro interno e 0,20 µm de espessura do filme. Como gás de arraste foi utilizado o hidrogênio, numa vazão de 1,8 mL/min. O programa de temperatura do forno inicial foi de 70 °C, tempo de espera 4 min, 175°C (13°C/min) tempo de espera 27 min, 215°C (4 °C/min) tempo de espera 9 min. e, em seguida aumentando 7°C/min. até 230°C, permanecendo por 5min., totalizando 65 min. A temperatura do vaporizador foi de 250°C e a do detector foi de 300°C. Uma alíquota de 1 µL do extrato esterificado foi injetada no cromatógrafo e a identificação dos ácidos graxos foi feita pela comparação dos tempos de retenção e as

percentagens dos ácidos graxos foram obtidas através do *software* – *Chromquest 4.1* (Thermo Electron, Italy). Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga e quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos. Os resultados foram expressos em percentual de área (%). Os padrões utilizados foram:

- BCR-CRM 164, Anhydrous Milk-Fat Producer (BCR Institute for Reference Materials and Measurements).
- Supelco TM Component FAME Mix, (cat 18919, Supelco, Bellefonte, PA).

5.2.4 Força de cisalhamento

Para as medidas de força de cisalhamento, bifes de aproximadamente 2,54 cm foram retirados de cada músculo. A porção mais caudal de ambos os músculos foi utilizada para essa avaliação. Os bifes foram identificados, embalados à vácuo individualmente e posteriormente congelados de acordo com os tempos de maturação em condição refrigerada, 1 e 14 dias. Para a análise, os bifes foram descongelados em geladeira por 18 horas e assados em forno elétrico aquecido à 300°C até atingirem a temperatura interna de 71°C, medida com termômetro inserido no centro geométrico de cada bife (AMSA, 1995). Após o resfriamento (cerca de 4 horas), seis cilindros (2,54 cm) foram obtidos de cada bife, paralelamente ao eixo longitudinal das fibras musculares (WHEELER et al., 1997), por um elemento vazado acoplado a uma furadeira presa a um suporte em posição vertical. O cisalhamento foi realizado em um texturômetro modelo TA.XT Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Inc, Surrey, England). Cada cilindro foi cisalhado por completo em seu centro geométrico por um acessório Warner-Bratzler Meat Shear (Model 2000D, G-R Manufacturing Company) com uma célula com capacidade de 25 kg acoplada. A média dos seis cilindros foi usada para representar a FC de cada bife e o valor de força foi obtido em Kgf (quilograma-força).

5.2.5 Teor de umidade e de gordura intramuscular

As determinações de umidade e gordura intramuscular foram realizadas segundo a metodologia da AOAC (1990) nos músculos *Longissimus dorsi* e *Gluteo biceps*. Cinco gramas de carne, livres de tecido conjuntivo e gordura aparente foram pesadas em bandejas de alumínio individuais e colocadas na estufa de circulação forçada a 105°C por 12 horas. Após esse período, foram pesadas novamente para obtenção do teor de umidade em cada amostra. Essas mesmas amostras, secas, foram trituradas em liquidificador do tipo Waring (modelo 33BL79, Waring Products Division, New Hartford, CT) até ficarem finamente moídas. Depois disso, aproximadamente dois gramas de amostra foram pesadas e acondicionadas em envelopes feitos de papel filtro (papel de filtro nº1, Whatman, Maidstone, England). As amostras foram colocadas em aparelho extrator do tipo Soxhlet, durante 8 horas para extração do extrato etéreo através do refluxo com éter de petróleo. Após a extração, os balões volumétricos foram colocados em estufa durante 2 horas para permitir a evaporação do éter. Após o resfriamento, os balões foram pesados individualmente e calculou-se a porcentagem de gordura total na amostra, baseado no teor de matéria seca de acordo com a seguinte fórmula:

$$EE (\%) = \frac{\text{peso do balão pós extração} - \text{peso do balão seco}}{\text{Peso da amostra}} \times \%MS$$

O teor de EE foi representado pela média das duplicatas. Uma variação de até 10% foi aceita entre as duplicatas. Variações maiores implicavam na repetição da análise da referida amostra.

5.2.6 Análise Estatística

Os dados foram analisados pela análise de variância (ANOVA) usando o procedimento MIXED do SAS (v 9.2, Cary, NC) em que o modelo estatístico incluiu os efeitos de grupo genético, de dieta, de músculos e suas interações. As médias foram

comparadas pelo teste de Tukey, considerando o nível de significância de 5% de probabilidade para o teste F. Medidas de extrato etéreo, perfil de ácidos graxos e cor da carne foram analisados utilizando o delineamento de parcelas subdivididas, tendo tipo biológico e dieta como efeitos principais e o músculo como subparcela. As variáveis pH e força de cisalhamento foram analisadas utilizando o delineamento de parcelas subdivididas com medidas repetidas no tempo onde o tipo biológico e dieta foram utilizados como efeitos principais, o músculo como sub-parcela e os tempos como sub-subparcela. Para a variável Extrato Etéreo o peso de carcaça quente (PCQ) foi utilizado como covariável no modelo. Para a variável teor de Ácidos Graxos o extrato etéreo foi utilizado como covariável. Para as demais variáveis (pH, cor e FC) a ordem de abate foi utilizada como covariável.

5.3 Resultados e discussão

5.3.1 Animais

Devido a um problema de falta do caroço de algodão para fornecimento na dieta das novilhas confinadas, no mês de novembro de 2010 a dieta sofreu uma alteração e no lugar do caroço de algodão foi adicionado grão de soja. No momento da substituição, todos os animais passaram a receber a mesma dieta, independente da dieta que começaram o experimento.

5.3.2 Medidas de pH e cor da carne

A acidificação natural da carne foi observada nos dois músculos com os menores valores de pH ($P < 0,05$) encontrados às 24 horas (Tabela 3). A queda nos valores de pH é esperada de acordo com o tempo pós abate e é reflexo do acúmulo de ácido láctico na musculatura, devido ao processo de quebra do glicogênio muscular (glicólise anaeróbica) (BRISKEY; LAWRIE, 1961; BENDALL, 1973; HAMM, 1977; WARRISS et al., 1989), e à hidrólise do ATP durante o processo de estabelecimento do *rigor mortis*. O animal recém-abatido, após um período de descanso, apresenta em seus músculos pH em torno de 6,9 a 7,2. A velocidade de queda do pH, bem como o pH final da carne

após 24-48 horas, é muito variável. Para bovinos, normalmente a glicólise se desenvolve lentamente; o pH inicial (1 horas) em torno de 7,00 cai para 6,4-6,8 após 5 horas e para 5,5-5,9 após 24 horas. Mudanças no pH final da carne podem alterar as características físicas da cor e a capacidade de retenção de água (Roça, 2000). Os valores obtidos neste estudo caracterizam uma curva de queda de pH normal. Resultados similares foram encontrados por Whipple et al. (1990b). Estudando animais jovens cruzados Shahiwal x Hereford, com idade entre 15 e 17 meses, os autores observaram valores médios de pH às 3, e 12 horas *post-mortem*, iguais a 6,4 e 5,8, respectivamente. Abularach et al. (1998) verificaram valores médios finais de pH no músculo *Longissimus dorsi*, de animais jovens, da raça Nelore, não castrados, iguais a 5,57, variando entre 5,40 e 5,60. Novilhas cruzadas $\frac{5}{8}$ Brahman $\frac{3}{8}$ Angus com idade entre 15 e 17 meses apresentaram valores médios de pH 0 e 24 horas *post mortem* de 6,68 e 5,45, respectivamente (SHACKELFORD et al., 1991), com valor de pH final inferior ao encontrado neste estudo.

Tabela 3 - Médias de quadrados mínimos para valores de pH medidos nos tempos 1 e 24 horas pós abate nos músculos *Longissimus dorsi* e *Gluteo biceps* de animais provenientes de dois tipos biológicos recebendo dietas com e sem caroço de algodão

Valores de pH			
Tipo Biológico	Tempo (T)		Efeitos
	pH 1 hora	pH 24 horas	
Zebuíno	6,44 A	5,77 B	*
Taurino	6,49 A	5,79 B	
<u>Dieta</u>			
Com caroço	6,43 A	5,74 B	*
Sem caroço	6,49 A	5,82 B	
<u>Músculos</u>			
Longissimus dorsi	6,47 A	5,78 B	*
Gluteo biceps	6,46 A	5,78 B	
Desvio Padrão	0,25	0,24	

^{AB} Médias dos quadrados mínimos seguidas de letra distinta na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Efeitos: [¶]T – tempo pós-abate; * $P < 0,05$.

Os parâmetros a^* (teor de vermelho), b^* (teor de amarelo), Cromo (saturação de cor) e ângulo Hue (tonalidade) foram diferentes entre os músculos estudados (Tabela 4). A dieta não influenciou nenhum dos parâmetros de cor avaliados. Resultados similares foram encontrados por Costa (2009) estudando características de qualidade em novilhos Nelore alimentados com diferentes níveis de caroço de algodão na dieta. Os valores de a^* , b^* , Cromo e Hue foram maiores ($P < 0,05$) para o músculo *Longissimus dorsi*. Um maior valor de a^* determina cor mais vermelha no músculo. Os resultados obtidos para os valores de a^* neste estudo corroboram com os previamente relatados por Yang et al. (2002) e por King et al. (2010), mostrando maior estabilidade de cor para o Longissimus, portanto maior valor de a^* . Houve interação significativa ($P = 0,016$) entre tipos biológicos e músculos para o valor de a^* , mostrando diferenças significativas na comparação entre músculos, dentro de cada tipo biológico, sendo o maior valor de a^* encontrado para o LD de taurinos (Figura 1a).

A intensidade de vermelho está diretamente ligada à quantidade e ao estado da mioglobina presente na carne (HEDRICK et al., 1983). Algumas enzimas competem com a mioglobina por oxigênio, resultando em maiores concentrações de deoximioglobina, que é mais susceptível a oxidação do que a oximioglobina, causando alteração na cor. O consumo de oxigênio e consequentemente de estabilidade de cor são características ditadas por diferenças na distribuição dos tipos de fibras entre os músculos, que por sua vez diferem consideravelmente dependendo do local e função do músculo no animal (HUNT; HEDRICK, 1977; KLONT et al., 1998). Músculos com alta proporção de fibras vermelhas têm maiores concentrações de mitocôndrias, resultando em maior consumo de oxigênio e menor estabilidade de cor (RENERRE; LABAS, 1987; KLONT et al., 1998; McKENNA et al., 2005). As variações de cor encontradas segundo o tipo de músculo podem ser explicadas pela velocidade de oxidação, sendo a profundidade superficial de cor vermelho vivo (devido a formação de oximioglobina), inversamente proporcional a atividade respiratória dos músculos. O músculo Longissimus é considerado de metabolismo intermediário por apresentar menor conteúdo de mioglobina e mitocôndrias (menor taxa respiratória) e uma maior proporção de fibras brancas (JUDGE et al., 1989). Já o Glúteo bíceps é de metabolismo mais rápido, por conter maior proporção de fibras vermelhas e maior taxa respiratória, o que acarreta baixa estabilidade de cor (O'KEEFE; HOOD, 1982; FAUSTMAN; CASSENS, 1991). Resultados similares foram relatados em um estudo avaliando a estabilidade de cor entre músculos bovinos. O músculo Longíssimus apresentou a menor concentração de mioglobina e maior estabilidade, enquanto que o Glúteo médio apresentou maior concentração de mioglobina e menor estabilidade de cor (KING et al., 2010).

Valores mais altos de b^* no Longissimus significam maior teor de amarelo. O teor de amarelo nos músculos está relacionado com a quantidade de carotenóides presentes nas forragens. Animais que se alimentam de forragens apresentam gordura mais amarelada que os alimentados com grãos (SIMONNE et al., 1996; YANG et al., 2002; DESCALZO et al., 2005). Neste estudo os animais foram alimentados com dietas concentradas, e o valor de b^* pode ter sido influenciado pelo tempo em que se levou para fazer a leitura dos parâmetros de cor.

As medidas de cor no músculo *Longissimus* foram feitas de 60-80 minutos após a carcaça ser cortada entre as vértebras, com um tempo maior de exposição ao oxigênio, enquanto que as medidas no *Gluteo biceps* foram feitas após a retirada do músculo da carcaça e logo que o músculo foi cortado, com tempo inferior de exposição ao oxigênio, portanto como o valor de b^* ainda não tinha estabilizado, isso pode ter ocasionado as leituras mais baixas.

O período de exposição da superfície do corte ao oxigênio permite que a mioglobina se transforme em oximioglobina fazendo com que a carne adquira uma coloração vermelho-cereja, de maior luminosidade e que os valores de a^* e b^* se estabilizem. O aumento de tempo de exposição ao oxigênio, de 0 a 90 minutos, foi relacionado com um aumento gradual dos valores de b^* , com estabilização das leituras por volta de 78 minutos de exposição ao oxigênio (WULF et al., 1999). Houve interação significativa entre os tipos biológicos e músculos para o valor de Cromo, mostrando diferenças significativas na comparação entre músculos dentro de cada tipo biológico, sendo que o LD de taurinos apresentou valor mais elevado que o GB, enquanto em zebuínos esta diferença não foi observada (Figura 1b). O maior valor de Cromo significa a mais pura e intensa cor (POMERANZ; MELOAN, 1971; RODRIGUES et al., 2003). Segundo Ferreira (1991), Cromo é a “força da cor”, que pode ser utilizada na distinção de uma cor fraca e uma cor forte, ou seja, a intensidade de um tom distinto ou a intensidade da cor. Como os valores de a^* e b^* foram mais altos para o músculo *Longissimus*, o que significa uma maior intensidade de cor, já era esperado que os valores de Cromo também fossem superiores para o LD. Em um estudo avaliando características metabólicas de músculos de suínos e a influência na cor, um aumento no valor de Cromo está relacionado com a diminuição da atividade das enzimas mitocondriais que consomem oxigênio, permitindo uma maior transformação da mioglobina em oximioglobina (TIKK et al., 2006). Neste estudo, os maiores valores de Cromo para o LD podem ser decorrentes da menor taxa respiratória que este músculo apresenta.

Maiores valores do ângulo Hue foram encontrados para o músculo *Longissimus dorsi*. O ângulo Hue é uma medida que representa a mudança de cor do eixo vermelho em direção ao amarelo, onde quanto mais próximo de 0° , mais vermelha e mais

próximo de 90°, mais amarelada a carne (RENTFROW et al., 2004). Um maior valor do Hue para o Longissimus pode ser explicado através do tempo de exposição ao oxigênio.

Valores crescentes do ângulo Hue foram observados para o músculo LD de bovinos, de acordo com o aumento do tempo de exposição ao oxigênio, mas após 6 minutos de exposição os valores se estabilizaram (RENTFROW et al., 2004). As medidas no GB foram feitas sem a espera do tempo de oxigenação necessário para os valores de Hue se estabilizarem, o que pode ter ocasionado os menores valores de Hue para o GB.

Tabela 4 - Médias de quadrados mínimos para valores de L*, a*, b*, Chroma e Hue para os músculos *Longissimus dorsi* e *Gluteo biceps* de animais provenientes de dois tipos biológicos recebendo dietas com e sem caroço de algodão

Cor da Carne					
<u>Tipos Biológicos (TB)</u>	Valores do sistema CIE				
	L*	a*	b*	Chroma [#]	Hue [‡]
Zebuíno	40,67	24,10	15,17	28,49	32,05
Taurino	41,31	23,82	15,30	28,33	32,56
<u>Dieta (D)</u>					
Com caroço	41,11	23,97	15,12	28,36	32,06
Sem caroço	40,87	23,96	15,35	28,46	32,56
<u>Músculo (M)</u>					
<i>Longíssimus dorsi</i>	40,85	24,93 A	16,31 A	29,80 A	33,10 A
<i>Gluteo biceps</i>	41,14	22,99 B	14,16 B	27,01 B	31,52 B
Desvio Padrão	0,83	1,59	1,77	2,28	1,41
<u>Efeitos</u>					
M	-	*	**	**	**
TB*M	-	*	-	*	-

^{AB} Médias dos quadrados mínimos seguidas de letra distinta na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). Efeitos: *P<0,05. **P<0,01.

[#]Saturação de cor; [‡]Tonalidade.

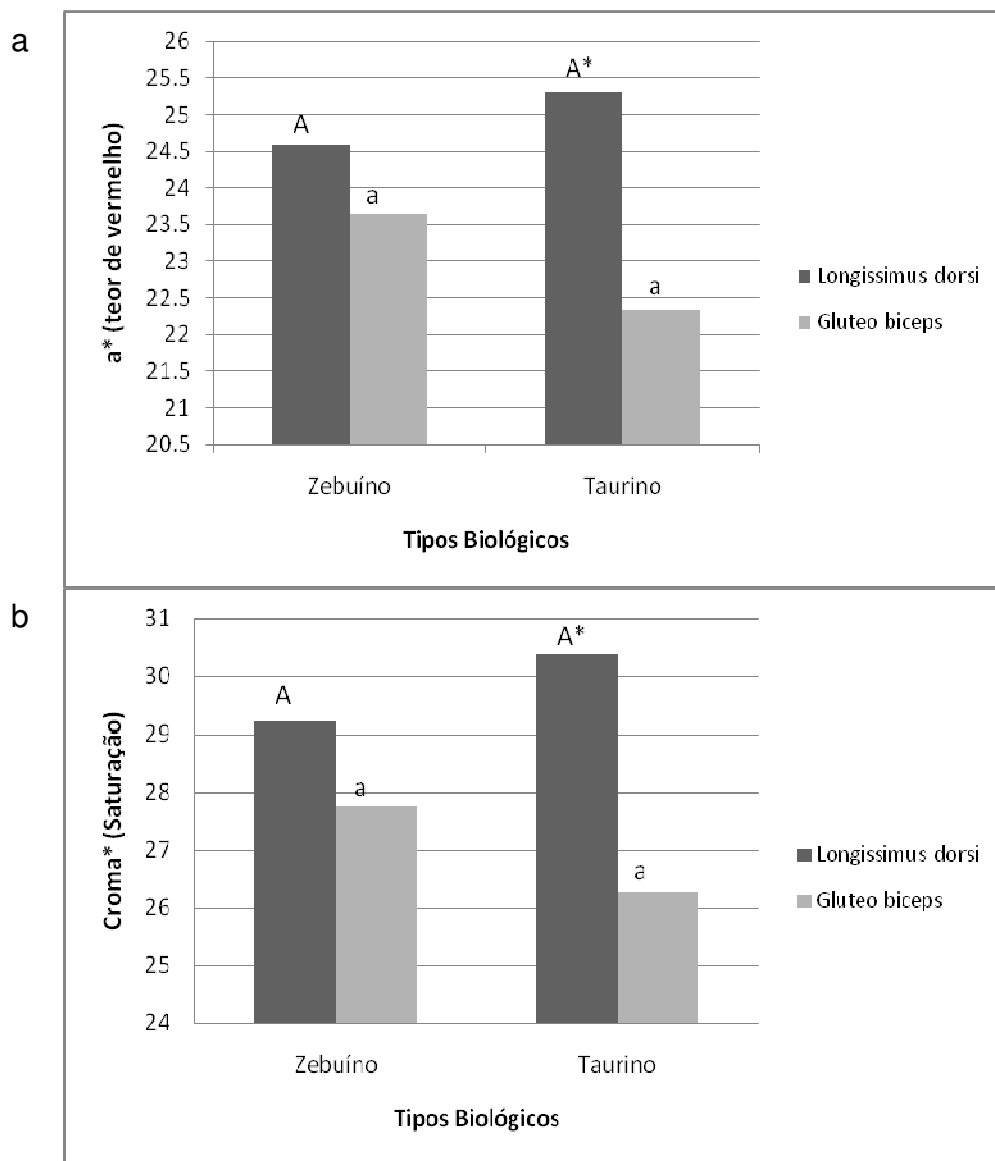


Figura 1 - Valores de parâmetros de cor nos músculos *Longissimus dorsi* e *Gluteo biceps* de animais provenientes de dois tipos biológicos recebendo dietas com e sem caroço de algodão. a) Valor de a^* (teor de vermelho, $P=0,016$); b) Valor de Cromo* (saturação de cor, $P<,0001$); ^{AB} Médias dos quadrados mínimos com letras maiúsculas distintas, entre tipos biológicos dentro do músculo Longissimus, diferem entre si ($P<0,05$). ^{ab} Médias dos quadrados mínimos com letras minúsculas distintas, entre tipos biológicos dentro do músculo Gluteo biceps, diferem entre si ($P<0,05$). * Médias dos quadrados mínimos diferem ($P<0,05$) entre músculos dentro de tipos biológicos. a) EPM (erro padrão da média) = 0,39; b) EPM = 0,58

5.3.3 Perfil de ácidos graxos

O teor de ácido mirístico (14:0) foi maior ($P < 0,05$) na carne dos animais zebuínos (Tabela 5). Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo avaliando características de qualidade e perfil de ácidos graxos na carne de animais Nelore e Angus (ROSSATO et al., 2010). Os ácidos graxos podem ser saturados, insaturados, monoinsaturados ou poliinsaturados. Dentre os ácidos graxos saturados, o mirístico é conhecido por aumentar os níveis de colesterol em humanos, sendo o seu consumo excessivo perigoso para a saúde (AHRENS et al., 1957; HEGSTED et al., 1965; KEYS et al., 1965). Segundo Woollett et al. (1992), os ácidos graxos saturados C16:0 e C14:0 enriquecem os fosfolípidos das membranas celulares, interferem com a função normal dos receptores de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), reduzem sua remoção e aumentam sua concentração no plasma, sendo, portanto, considerados hipercolesterolêmicos. Além disso, estudos epidemiológicos realizados por Kata e Mensink (1993) em pessoas que consomem grandes quantidades de C14:0 oriundos de produtos lácteos comprovaram colesterol total elevado e altas incidências de doença coronariana. Entre os ácidos graxos saturados, o C14:0 é considerado o mais hipercolesterolêmico, pois tem potencial para elevar 4 a 6 vezes mais a concentração plasmática de colesterol em comparação ao C16:0 (MENSINK; KATA, 1992) quando ambos são provenientes de gorduras naturais. Existem 3 fatores principais que influenciam a composição de ácidos graxos na carne: a idade do animal, a dieta e a raça. A idade e a raça influenciam especificamente a concentração de ácidos graxos monoinsaturados (DUCKETT et al., 1993; WEBB et al., 1998), enquanto que a dieta é a fonte principal dos ácidos graxos essenciais, linoléico e α -linolênico (ENSER et al., 1998; ARICETTI et al., 2008; SMITH et al., 2009).

O músculo *Gluteo biceps* apresentou os maiores teores de ácidos mirístico, palmítico, palmitoléico, esteárico, cis-vacênico, oléico, linoléico e linolênico ($P < 0,05$). Uma possível hipótese para esse fato pode estar relacionada com a maior quantidade de gordura presente neste músculo. A enzima Δ^9 dessaturase, que é responsável pela conversão de C14:0; 16:0 e 18:0 em seus respectivos produtos monoinsaturados é quantitativamente mais importante no tecido adiposo do que no muscular (STURDIVANT et al., 1992). Deposição diferencial de ácidos graxos foi observada em

diferentes tecidos em novilhos, mostrando um maior teor de ácido palmitoléico na gordura mais externa (subcutânea) (ROBERTS, 1966). Relações positivas entre o teor de GIM e ácidos graxos saturados e monoinsaturados foram encontradas em alguns estudos (MALMFORS et al., 1978; CAMERON; ENSER, 1991; SELLIER, 1998; NTAWUBIZI et al., 2009). Em um estudo avaliando o índice de atividade de enzimas em suínos foi encontrada correlação positiva ($r=0,58$) entre o conteúdo de GIM e a atividade da enzima Δ^9 dessaturase (NTAWUBIZI et al., 2009).

A inclusão de caroço de algodão na dieta afetou negativamente os teores de ácido linolênico, sendo os maiores valores encontrados na carne dos animais que receberam dieta sem caroço de algodão ($P<0,01$). Resultado semelhante foi encontrado por Andrade (2010). O caroço de algodão tem na sua composição o ácido graxo ciclopropeno, que é um potente inibidor da atividade da enzima Δ^9 dessaturase (RAJU; REISER, 1972), o que explicaria os baixos valores de ácido linolênico na carne dos animais que receberam a dieta com caroço de algodão, como encontrado no presente estudo.

A razão entre ω -6/ ω -3 foi influenciada pelo tipo biológico e pelos músculos avaliados. Os taurinos apresentaram maior razão ω -6/ ω -3, que se traduz em uma maior quantidade de ω -6 na carne. A picanha apresentou a maior razão entre ω 6/ ω 3. Os níveis recomendados para o consumo de lipídios na relação de ω -6/ ω -3, que evitam riscos cardiovasculares, são valores abaixo de 4,0 (Department of Health, 1994). Os animais de tipo biológico zebuínico apresentaram a melhor relação quando comparados aos taurinos (3,39 versus 3,96, respectivamente). Uma das possíveis hipóteses para isso está relacionada com a deposição de gordura corporal. Segundo Ruiz et al. (2005) animais *Bos indicus* castrados apresentaram maiores valores para a relação ω -6/ ω -3 e os maiores teores de gordura corporal, quando comparados a machos inteiros. No caso deste estudo, as fêmeas taurinas apresentaram maior teor de extrato etéreo no músculo *Gluteo biceps*, o que pode explicar a piora na relação ω -6/ ω -3 para os taurinos, que depositam uma maior quantidade de gordura intramuscular quando comparados aos zebuínos, em menor tempo (SHACKELFORD et al., 1994).

Segundo De Smet et al. (2004), a razão ω -6/ ω -3 é mais influenciada pelo efeito da dieta que pelo efeito genético, verificando-se que, em animais terminados a pasto, a

razão varia de 1,4 a 2,0 e em animais terminados com concentrado, de 6,0 a 10 (NÜERNBERG et al., 2005; GARCIA et al., 2008), pois as gramíneas temperadas são ricas em C18:3 n -3 e os grãos, em C18:2 n -6 (GOFFMAN; BÖHME, 2001; BOUFAIED et al., 2003).

De qualquer forma, a carne dos animais avaliados neste estudo, independente do tipo biológico, dieta ou músculos apresentou níveis inferiores aos recomendados, sendo potencialmente saudável.

Tabela 5 - Médias de quadrados mínimos para perfil de ácidos graxos (em g/100g de músculo) dos músculos *Longissimus dorsi* e *Gluteo biceps* de animais provenientes de dois tipos biológicos recebendo dietas com e sem caroço de algodão

Tipos Biológicos (TB)	Perfil de Ácidos Graxos									
	14:0 ^a	16:0 ^b	16:1 ^c	18:0 ^d	18:1n11 ^e	18:1 ^f	18:2n6 ^g	18:2 ^h	18:3n3 ⁱ	n6:n3 ^j
Zebuíno	0,45 A	2,89	0,44	1,57	0,23	4,24	0,38	0,05	0,034	3,39 B
Taurino	0,39 B	2,99	0,48	1,48	0,25	4,32	0,39	0,05	0,032	3,96 A
<u>Dieta (D)</u>										
Com caroço	0,41	2,94	0,44	1,51	0,24	4,12	0,39	0,05	0,030B	3,79
Sem caroço	0,45	2,95	0,48	1,53	0,25	4,44	0,38	0,04	0,036A	3,56
<u>Músculo (M)</u>										
<i>Longissimus dorsi</i>	0,38 B	2,78B	0,42 B	1,39B	0,22B	3,97B	0,32B	0,043B	0,028B	3,50 B
<i>Gluteo biceps</i>	0,47 A	3,10A	0,50 A	1,66A	0,27A	4,59A	0,45A	0,052 A	0,038A	3,84 A
Desvio Padrão	0,09	0,23	0,06	0,24	0,04	0,56	0,10	0,008	0,008	0,46
<u>Efeitos</u>										
TB	*	-	-	-	-	-	-	-	-	*
M	**	**	**	*	**	*	**	*	**	*
D	-	-	-	-	-	-	-	-	**	-

^{AB} Médias dos quadrados mínimos no gráfico seguidos de mesma letra não diferem entre si (P<0,05). * Significativo a P<0,05. ** Significativo a P<0,01. ^aMirístico, ^bPalmítico; ^cPalmitoléico; ^dEstearico; ^eCis-Vacênico; ^fOléico; ^gLinoléico(ω-6); ^hLinoléico Conjugado (CLA); ⁱLinolênico (ω-3); ^jRazão ω-6/ ω-3. Ácidos graxos utilizados ω-6 (C18:2c9c12, C18:3n6) e ω-3 (C18:3n3, C20:3n3, C20:5, C22:5, C22:6).

5.3.4 Força de cisalhamento

A utilização de caroço de algodão na dieta não afetou os valores de FC (Tabela 6). Resultados semelhantes foram encontrados por Costa (2009), investigando o efeito de diferentes níveis de inclusão de caroço de algodão na dieta de novilhos Nelore.

Houve interação significativa ($P < 0,01$) entre os tipos biológicos e os músculos estudados, mostrando que o músculo *Longissimus dorsi* de zebuínos apresenta maiores valores de FC que o de taurinos e que para o músculo Gluteo biceps, não há diferença de FC entre os tipos biológicos (Figura 2). Vários estudos já foram publicados relatando prejuízos na maciez à medida que se aumenta o genótipo zebuíno (WHEELER et al., 1990, WHIPPLE et al., 1990a). Diferença de maciez entre os tipos biológicos pode ser explicada pelo maior conteúdo de calpastatina nos músculos provenientes de animais zebuínos (KOOHMARAIE et al., 1992; KOOHMARAIE, 1994).

Foram observadas diferenças significativas entre os tempos de maturação para os tipos biológicos, dietas e para o músculo LD. Em ambos os casos, a FC foi menor no dia 14 de maturação. Diferenças no processo de maturação refrigerada são esperadas devido a ação das enzimas proteolíticas (Lawrie, 1985). O tempo de maturação afeta a textura da carne (WHIPPLE et al., 1990a). Em um estudo com animais jovens da raça Brahman, foram encontrados valores de FC iguais a 7,5 e 6,1 kgf, maturados por 1 e 14 dias (PRINGLE et al., 1997). Já O'Connor et al. (1997), estudando a maciez de bovinos cruzados $3/8$ *Bos taurus indicus*, jovens, encontraram resultados médios de força de cisalhamento de 4,07, 3,48 e 2,71 kgf, maturados por 1, 7 e 21 dias.

Nos músculos estudados, houve interferência do tempo de maturação apenas para o músculo *Longissimus*, que teve sua FC reduzida com o tempo. Para o *Gluteo biceps*, não houve diferença significativa entre os tempos de maturação, o que indica que o processo de maturação não foi tão eficiente, visto que a carne já era bem macia no primeiro dia após o abate.

Estudos realizados em todo mundo, principalmente nos Estados Unidos, revelaram que o genótipo zebuíno e sua proporção nos cruzamentos com raças européias introduzem uma grande variação na maciez da carne. À medida que há maior participação do genótipo zebuíno dentro de uma raça, ocorre um aumento na

força de cisalhamento e uma diminuição dos escores de avaliação sensorial da maciez. Esta variação da maciez atribuiu-se ao genótipo zebuíno e foi independente do ambiente onde os animais foram produzidos e da composição da carne (CROUSE et al, 1989; PRINGLE Et al., 1997). Vários autores sugerem um limite máximo de 5 kgf de FC medida no Warner Bratzler para que a carne seja considerada macia (JOHNSON et al., 1988; JUDGE et al., 1988). Já Shackelford et al. (1991) sugerem uma FC limite igual a 4,6 kgf, acima da qual a carne é considerada dura. Shackelford et al. (1995) relataram em um estudo avaliando a diferença de maciez entre 10 músculos diferentes na carcaça de bovinos *Bos taurus* e meio sangue *Bos indicus* que o músculo *Longissimus dorsi* foi considerado mais macio que o *Gluteo biceps* na avaliação por painel sensorial e de igual maciez na avaliação de FC medida pelo texturômetro. Neste caso, os autores relatam que o equipamento não conseguiu detectar diferenças entre a maioria dos músculos estudados, com exceção do Psoas major e do Infraespinhoso, que foram considerados os mais macios tanto na avaliação sensorial, quanto na objetiva. Um dos problemas relacionados ao músculo Longissimus é a variação na maciez, devido a variação no componente miofibrilar dentro dos músculos (KOOHMARAIE et al., 1995). Em outro estudo avaliando alguns parâmetros de qualidade na carne de novilhos Holandeses, o músculo Glúteo bíceps (GB) foi considerado o menos macio ($P < 0,001$) entre os 5 músculos avaliados (*Gluteo biceps*, GB; *Longissimus dorsi*, LD; *Psoas major*, PS; *Semimembranosus*, SM; *Semitendinosus*, ST) , sendo os valores de FC para o GB iguais a $5,7 \pm 0,11$ kg e para o LD iguais a $3,51 \pm 0,11$ kg.

Tabela 6 - Médias de quadrados mínimos para Força de cisalhamento (Kgf) medida pelo Warner Bratzler nos tempos de maturação 1 e 14 dos músculos *Longissimus dorsi* e *Gluteo biceps* de animais provenientes de dois tipos biológicos recebendo dietas com e sem caroço de algodão

Força de Cisalhamento (FC)					
Tipo Biológico (TB)	Tempo (T)		Efeitos		
	DIA 1	DIA 14	TB	T	TB*T
Zebuíno	6,83 A	5,32 B	-	*	-
Taurino	6,22 A	4,58 B			
<u>Dieta (D)</u>			D	T	D*T
Com caroço	6,87 D	5,09 EF	-	*	-
Sem caroço	6,18 DE	4,80 F			
<u>Músculos (M)</u>			M	T	M*T
<i>Longissimus dorsi</i>	8,96 G	6,48 H		*	
<i>Gluteo biceps</i>	4,09 I	3,41 I	*	-	*
Desvio Padrão	1,95	1,95			

^{ABDEFGHI} Médias dos quadrados mínimos seguidas de mesma letra não diferem entre si (P<0,05).

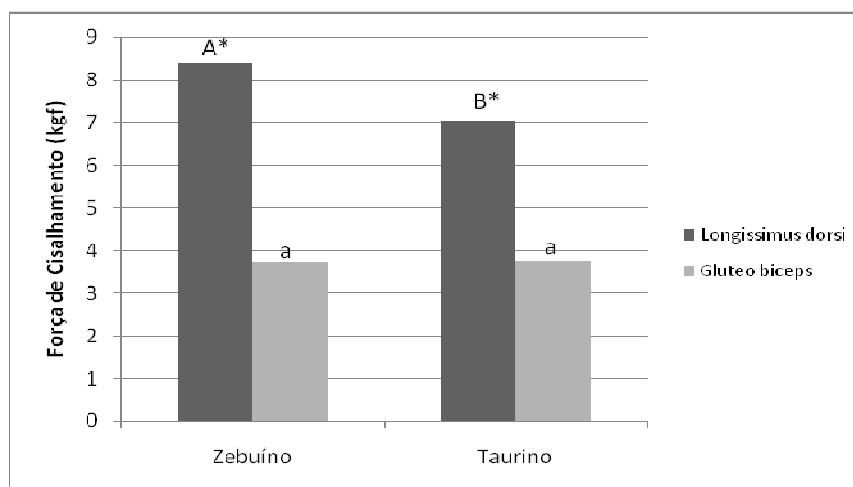


Figura 2 - Valores de força de cisalhamento (Kgf) nos músculos *Longissimus dorsi* e *Gluteo biceps* de animais provenientes de dois tipos biológicos recebendo dietas com e sem caroço de algodão. ^{AB} Médias dos quadrados mínimos com letras maiúsculas distintas, entre tipos biológicos dentro do músculo *Longissimus*, diferem entre si (P<0,05). ^{ab} Médias dos quadrados mínimos com letras minúsculas distintas, entre tipos biológicos dentro do músculo *Gluteo biceps*, diferem entre si (P<0,05). * Médias dos quadrados mínimos diferem (P<0,05) entre músculos dentro de tipos biológicos. EPM = 0,33

5.3.5 Teor de gordura intramuscular (Extrato Etéreo- EE)

Maior teor de EE foi encontrado nos músculos das fêmeas taurinas, resultado este ligado a uma maior marmorização do Longissimus neste tipo biológico (Figura 3a). No geral, a quantidade de gordura intramuscular (GIM) decresce à medida que aumenta a proporção de genes zebuínos na carcaça (Crouse et al., 1989). Estudos prévios relataram que os animais puros e cruzamentos de *Bos indicus* possuem menos marmoreio que os de *Bos taurus* (DAMON et al., 1960; COLE et al., 1963; LUCKETT et al., 1975; YOUNG et al., 1978; PEACOCK et al., 1979; KOCH et al., 1982; CROUSE et al., 1988). Diferenças entre os padrões de deposição de gordura, nos diferentes sítios de depósito, foram observadas entre os tipos biológicos *Bos taurus* e *Bos indicus* (KOCH et al., 1982).

Interação significativa ($P < 0,05$) foi encontrada entre as dietas e os músculos avaliados, sendo que o músculo GB apresenta os maiores teores de EE, independente da dieta utilizada (Figura 3b).

Em um estudo recente com animais *Bos indicus* e *Bos taurus* alimentados em pastagens, Pagán et al. (2007) reportaram valores semelhantes de GIM entre os músculos Longissimus e Glúteo médio. Embora exista relato de animais alimentados com grãos onde a porcentagem de gordura entre os músculos Longissimus e Glúteo também foi semelhante (PATTEN et al., 2008), a comparação foi feita em animais com maturidade fisiológica superior aos utilizados neste estudo. Já Enser et al. (1998) encontraram valores superiores de conteúdo de gordura para bovinos e ovinos no músculo *Gluteo biceps*, quando comparados com outros músculos da carcaça, inclusive com *Longissimus dorsi*. A diferença de quantidade de GIM entre os músculos avaliados pode ser explicada pela maior proporção de fibras do tipo I presentes no músculo *Gluteo biceps*, que apresentou o maior teor de %EE. Fibras do tipo I são ricas em lipídios e contribuem para maior suculência e “flavour” na carne. Alguns estudos correlacionam maciez sensorial ou objetiva com os tipos de fibras e há uma tendência de músculos que apresentam maior teor de fibras do Tipo I ser mais suculentos e macios, enquanto que os que apresentam maior quantidade de fibras do tipo IIB, ser negativamente correlacionados com maciez e com maiores valores de força de cisalhamento (TAYLOR, 2004).

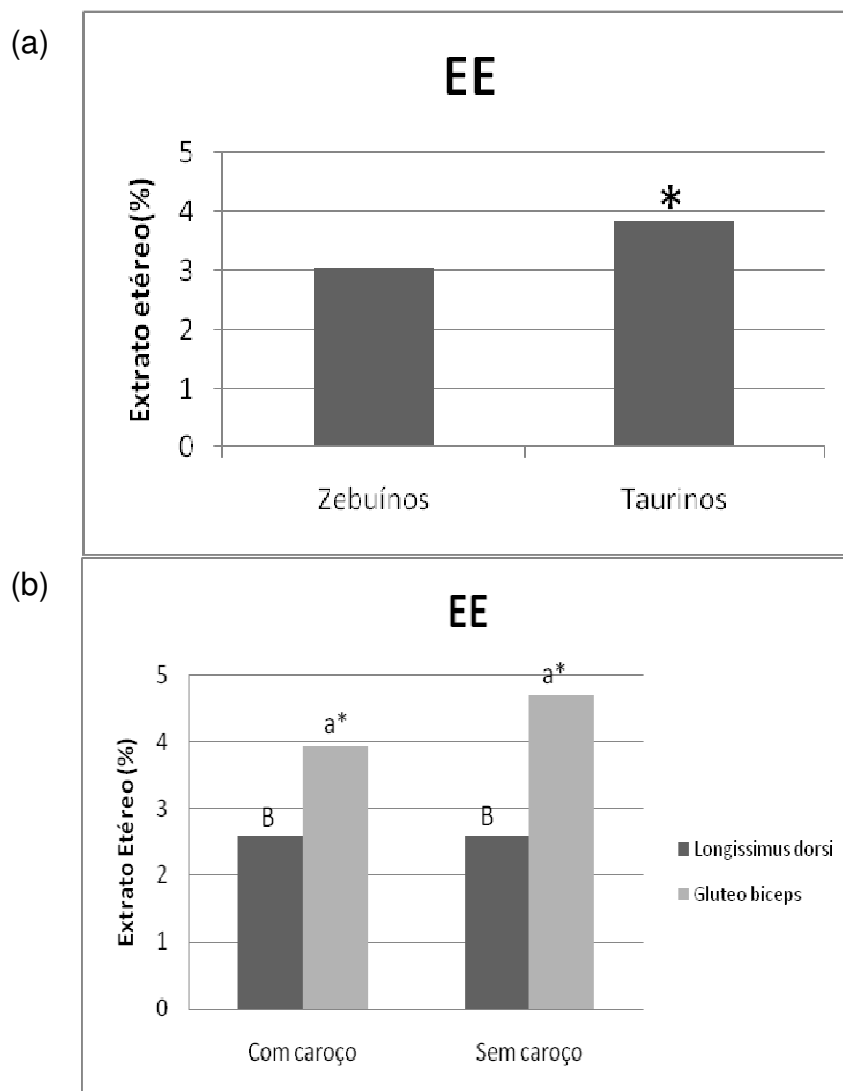


Figura 3 – Teor de Extrato Etéreo nos músculos *Longissimus dorsi* e *Gluteo biceps* de animais provenientes de dois tipos biológicos recebendo dietas com e sem caroço de algodão. a) * tipo biológico ($P=0,038$); b) interação entre dieta e músculos ($P=0,030$). ^{AB} Médias dos quadrados mínimos com letras maiúsculas distintas, entre dietas dentro do músculo Longissimus, diferem entre si ($P<0,05$). ^{ab} Médias dos quadrados mínimos com letras minúsculas distintas, entre dietas dentro do músculo Gluteo biceps, diferem entre si ($P<0,05$). * Médias dos quadrados mínimos diferem ($P<0,05$) entre músculos dentro de dietas. a) EPM = 0,24; b) EPM = 0,26

5.4 Conclusões

O fornecimento de caroço de algodão na dieta não foi suficiente para provocar modificação relevante no perfil de ácidos graxos nem nas características de qualidade da carne. A maturação melhorou a maciez do *Longissimus dorsi*, embora os valores obtidos ainda possam ser considerados insatisfatórios. O problema com a maciez do Longissimus não se refletiu nos resultados do *Glúteo biceps*. A relação ω -6/ ω -3 mais favorável no LD dos animais zebuínos parece estar relacionada a uma menor deposição de gordura intramuscular. Este estudo permite concluir que independente do tipo biológico utilizado, é possível se obter cortes de picanha macios em animais abatidos jovens. Para o contrafilé, animais jovens podem ainda apresentar problemas com maciez, sendo o período de maturação ou a utilização de animais com maior contribuição de genótipo taurino necessários para diminuir a variabilidade desse corte.

Implicações

O abate de animais jovens confinados é considerado uma alternativa viável para a produção de carne de qualidade, que atenda a demanda do consumidor no quesito maciez, apenas para o músculo GB. A inconsistência na maciez do LD continua sendo um problema para a indústria de produção de carnes, especialmente em sistemas de produção baseados em animais com grande proporção de genes *Bos indicus*.

Agradecimentos

A Embrapa Gado de Corte (Campo Grande- MS), nas pessoas dos pesquisadores Roberto Augusto de Almeida Torres Júnior, Gélson Dias Feijó e Sérgio Raposo de Medeiros, pelo fornecimento do material biológico, disponibilização das instalações e orientação. Aos estagiários da Embrapa Gado de Corte pela ajuda na coleta de amostras, dados e na execução de análises.

Referências

- ABULARACH, M.L.S.; ROCHA, C.E.; FELÍCIO, P.E. Características de qualidade do contrafilé (*M. l. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.
- AHRENS, E.H. JR.; INSULL JR., W.; BLOOMSTRAND, R.; HIRSCH, J.; TSALTAS, T.T.; PETERSON, M.L. The influence of dietary fats on serum-lipid levels in man. **The Lancet**, London, v. 269, p. 943-953, 1957.
- ANDRADE, E.N. **Influência da utilização de lipídio protegido na dieta sobre o perfil de ácidos graxos e qualidade da carne de bovinos jovens nelore-angus**, 2010. 98 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2010.
- ARICETTI, J. A.; ROTTA, P.P.; PRADO, R.M.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J.L.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I.N. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of Longissimus muscle of bulls and steers finished in a pasture system. **Asian- Australasian Journal of Animal Science**, Seoul, v. 21, p. 1441-1448, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES. **Exportações de carne bovina do Brasil. 2010**. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/download/EXP_JAN-DEZ_10.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2011.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 15th ed. Washington, 1990. 1298 p.
- BEHRENDTS, J.M. **Metamioglobin reducing ability and visual characteristics of nine selected bovine muscles**. 2004. 312 p. Thesis (Master em Animal Science) - Texas A&M University, College Station, 2004.
- BEHRENDTS, J.; MIKEL, W.; ARMSTRONG, C.; NEWMAN, M. Color stability of *Semitendinosus*, and *Biceps femoris* steaks in a high oxygen modified atmosphere. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 81, p. 2230- 2238, 2003.
- BENDALL, J.R. Postmortem changes in muscle. In: BOURNE, G.H. (Ed.). **The structure and function of muscle**. New York: Academic Press, 1973. v. 2, pt. 2: Structure, p. 243-309.
- BOLEMAN, S.J.; BOLEMAN, S.L.; MILLER, R.K. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 75, n. 6, p. 1521-1524, 1997.
- BOUFAIED, H.; CHOUINARD, P.Y.; TREMBLAY, G.F. et al. Fatty acids in forages. I Factors affecting concentrations. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 83, p. 501-511, 2003.

BRESSAN, M.C.; ODA, S.N.I.; CARDOSO, M.G.; FREITAS, R.T.F.; MIGUEL, G.Z.; FARIA, P.B.; VIEIRA, J.O.; PISA, A.C.C.; SAVIAN, T.V. Efeitos dos métodos de abate e sexo na composição centesimal, perfil de ácidos graxos e colesterol da carne de capivaras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 236-242, 2004.

BRISKEY, E.J.; LAWRIE, R.A. Comparative in vitro activities of phosphorylase and cytochrome oxidase in preparation from two ox muscles. **Nature**, London, v. 192, p. 263-264, 1961.

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

COLE, J.W., RAMSEY, C.B.; HOBBS, C.S.; TEMPLE, R. S. Effects of type and breed of British, Zebu and dairy cattle on production, palatability and composition. I. Rate of gain, feed efficiency and factors affecting market value. **Journal of Animal Science**, Albany, v.22, p. 702-707, 1963.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE. **Colorimetry**. 2nd ed. Vienna, 1986. 74 p. (Publications, 15.2).

COSTA, D.P.G. **Características da carne de novilhos nelore alimentados com caroço de algodão**, 2009. 59 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2009.

CROUSE, J.D.; SEIDEMAN, S.C; CUNDIFF, L.V. The effect of carcass electrical stimulation on meat obtained from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Journal of Food Quality**, Westport, v. 10, p. 407, 1987.

CROUSE, J.D.; SEIDEMAN, S.C.; CUNDIFF, L.V. The effect of carcass electrical stimulation on meat obtained from *Bos indicus* and *Bos taurus* Cattle. **Journal of Food Quality**, Westport, v. 10, p. 407-416, 1988.

CROUSE, J.D.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M.; KOOHMARAIE, M.; SEIDEMAN, S.C. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 67, p. 2661-2668, 1989.

DAMON JR, R.A.; CROWN, R.M.; SINGLETARY, C.B.; MCCRAINE. S.E. Carcass characteristics of purebred and crossbred beef steers in the Gulf Coast Region. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 19, p. 820-844, 1960.

DEPARTMENT OF HEALTH. Nutritional aspects of cardiovascular disease. **Report on Health and Social Subjects**, London, n. 46, p. 37-46, 1994.

DE SMET, S.; RAES, K.; DEMEYER, D. Meat fatty acid composition as affected by fatness and genetic factors: a review. **Animal Research**, Les Ullis, v. 53, p. 81-98, 2004.

DESCALZO, A.M.; INSANI, E.M.; BIOLATTO, A.; SANCHO, A.M.; GARCIA, P.T.; PENSEL, N.A.; JOSIFOVICH, J.A. Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. **Meat Science**, Barking, v. 70, p. 35-44, 2005.

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**, Albany, v. 71, n. 5, p. 2079-2088, 1993.

DUGAN JUNIOR, L.R. Composición química de los tejidos animales: grasas. In: PRICE, J.F.; SCHWEIGHT, B.S. **Ciencia de la carne y de los productos cárnicos**. 2. ed. Madrid: ACRIBIA, 1984. p. 137-149.

ENSER, M.; HALLETT, K.G.; HEWETT, B.; FURSEY, G.A.J.; WOOD, J.D. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Science**, Barking, v. 49, n. 3, p. 329-341, 1998.

FAUSTMAN, C.; CASSENS, R.G. The effect of cattle breed and muscle type on discoloration and various biochemical parameters in fresh beef. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 69, p. 184-193, 1991.

FELÍCIO, P.E. de Fatores ante e post mortem que Influenciam na qualidade da carne vermelha. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p. 43-52.

FERREIRA, V.L.P. **Colorimetria em alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1991. 43 p.

FIELD, R.; MCCORMICK, R.; BALASUBRAMANIAN, V.; SANSON, D.; WISE, J.; HIXON, D.; RILEY, M.; RUSSELL, W. Tenderness variation among steaks from A and C maturity carcasses of heifers similar in chronological age. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 75, p. 693-699, 1997.

FRANCO, J.; FEED, O.; BIANCHI, G.; GARIBOTTO, G.; BALLESTEROS, F.; NAN, F.; PERCOVICH, M.; PIRIZ, M.; BENTANCUR, O. Parámetros de calidad de carne en cinco músculos de novillos Holando durante la maduración *post-mortem*. II. Evolución del color durante su almacenamiento. **Agrociencia**, Chapingo, v. 12, n. 1, p. 69-73, 2008.

GARCIA, P.T.; PENSEL, N.A.; SANCHO, A.M.; LATIMORI, N.J.; KLOSTER, A.M.; AMIGONE, M.A.; CASAL, J.J. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. **Meat Science**, Barking, v. 79, p. 500-508, 2008.

GOFFMAN, F.D.; BÖHME, T. Relationship between fatty acid profile and vitamin E content in maize hybrids (*Zea mays* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, p. 4990-4994, 2001.

HAMM, R. Postmortem breakdown of ATP and glycogen in ground muscle: A review. **Meat Science**, Barking, v. 1, n. 1, p. 15-39, 1977.

HARA, A.; RADIN, N.S. Lipid extraction of tissues with low-toxicity solvent. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 90, p. 420-426, 1978.

HEDRICK, H.B.; PATERSON, J.A.; MATCHES, A.G.; THOMAS, J.D. ; MORROW, R.E.; STRINGER, W.G.; LIPSEY, R.J. Carcass and palatability characteristics of beef produced on pasture, corn silage and corn grain. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 57, p. 791-801, 1983.

HEGSTED, D.M.; MCGANDY, R.B.; MYERS, M.L.; STARE, F.J. Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 17, p. 281-295, 1965.

HUERTA-LEIDENZ, N.O.; CROSS, H.R.; LUNT, D.K. Growth, carcass traits, and fatty acid profiles of adipose tissues from steers fed whole cottonseed. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 69, n. 9, p. 3665-3672, 1991.

HUNT, M.C.; HEDRICK, H.B. Profile of fiber types and related properties of five bovine muscles. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, p. 513-517, 1977.

HUNTER, R.S.; HAROLD, R.W. **The measurement of appearance**. 2nd ed. Reston: Hunter Association Laboratory, 1987. 501p.

ILIAN, M.A.; MORTON, J.D.; BEKHIT, A.E.; ROBERTS, N.; PALMER, B.; SORIMACHI, H. Effect of preslaughter feed withdrawal period on longissimus tenderness and the expression of calpains in the ovine, **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 49, n. 4, p. 1990-1998, 2001.

JOHNSON, D.D.; HUFFMAN, R D.; WILLIAMS, S.E.; HARGROVG, D.D. Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age-season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 68, p. 1980-1986, 1990.

JOHNSON, D.D.; LUNT, D.K.; SAVELL, J.W.; SMITH, G.C. Factors affecting carcass characteristics and palatability of young bulls. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 66, p. 2568-2577, 1988.

JUDGE, M.D.; ABERLE, E.D.; FORREST, J.C.; MERKEL, R.A. **Principles of meat science**. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company, 1988. 101 p.

KATAN, M.B.; MENSINK, R.P. Dietary fat quality and serum lipoproteins: an update. **Scandinavian Journal of Nutrition**, Colchester, v. 37, p. 52-54, 1993.

KEYS, A.; ANDERSON, J.T.; GRANDE, F. Serum cholesterol response to changes in the diet. IV: Particular saturated fatty acids in the diet. **Metabolism**, Duluth, v. 14, p. 776-787, 1965.

KING, D.A.; SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T.L. Relative contributions of animal and muscle effects to variation in beef lean color stability. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 89, p. 1434-1451, 2010.

KLONT, R.E.; BROCKS, L.; EIKELBOOM, G. Muscle fibre type and meat quality. **Meat Science**, Barking, v.49, p. S219–S229, 1998.

KOCH, R.M.; DIKEMAN, M.E.; CROUSE, J.D. Characterization of biological types of cattle (Cycle III). III. Carcass composition, quality and palatability. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 54, p. 35-45, 1982.

KOOHMARAIE, M. The role of Ca^{2+} - dependent proteinases (calpains) in *post mortem* proteolysis and meat tenderness. **Biochimie**, Paris, v. 74, p. 239-245, 1992.

_____. Muscle proteinases and meat ageing. **Meat Science**, Barking, v. 36, p. 93-104, 1994.

KOOHMARAIE, M., KILLEFER, J.; BISHOP, M.D.; SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T.L.; ARBONA, J.R. Calpastatin-based methods for predicting meat tenderness. In: OUALI, A.; DEMEYER, D.; SMULDERS, F. (Ed.). **Expression of muscle proteinases and regulation of protein degradation as related to meat quality**. Audet Tijdschriften B.V.; Nijmen, 1995. p. 395-412.

LAWRIE, R.A. **Meat science**. 4th ed. New York: Pergamon Press, 1985. 267p.

LIZASO, M.G. **Calidad de la carne de razas Pirenaica y Frizona**. 1998. 268 p. Tesis (Doutorado em Ciências del Medio Natural) - Universidad Pública de Navarra, Pamplona, 1998.

LUCKETT, R.L.; BIDNER, T.D.; ICAZA, E.A.; TURNER, J.W. Tenderness studies in straightbred and crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 40, p. 468-475, 1975.

MacDOUGALL, D. Colour in meat. In: BIRCH, B.J.; PARKER, K. (Ed.). **Sensory properties of foods**. London: Applied Science, 1977. p. 59–62.

MAHER, S.C.; MULLEN, A.M.; KEANE, M.G.; BUCKLEY, D.J.; KRREY, J.P.; MOLONEY, A.P. Variation in the quality of M. Longissimus dorsi from Holstein-Friesian bulls and steers of New Zealand and Eupoean/North American descent, and Belgian Blue x Holstein-Friesians, slaughtered at two weights. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 90, p.271-277, 2004.

- McKEITH, F.K.; SAVELL, J.W.; SMITH, G.C.; DUTSON, T.R.; CARPENTER, Z.L. Physical, chemical, histological and palatability characteristics of muscles from three breed-types of cattle at different times-on-feed. **Meat Science**, Barking, v. 15, p. 37, 1985.
- McKENNA, D.R.; MIES, P.D.; BAIRD, B.E.; PFEIFFER, K.D.; ELLEBRACHT, J.W.; SAVELL, J.W. Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles. **Meat Science**, Barking, v. 70, p. 665–682, 2005.
- MEDEIROS, S.R.; TORRES, R.A.A.; BITENCOURT, L.P. 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: SBZ, 2005. 1 CD-ROM.
- MENSINK, R.P.; KATA, M.B. Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins: a meta-analysis of 27 trials. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology**, Dallas, v. 12, p. 911-919, 1992.
- MONSÓN, F.; SAÑUDO, C.; SURRE, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 68, p. 565-602, 2004.
- MORGAN, J.B.; SAVELL, J.W.; HALE, D.S.; MILLER, R.K.; GRIFFIN, D.B.; CROSS, H.R.; SHACKELFORD, S.D. National beef tenderness survey. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 69, p. 3274-3283, 1991.
- NÜERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; NÜERNBERG, G.; ENDER, K.; VOIGT, J. SCOLLAN, N.D.; WOOD, J.D.; NUTE, G.R.; RICHARDSON, R.I. Effect of a grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of longissimus muscle in different cattle breeds. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 94, p. 137-147, 2005.
- O’CONNOR, S.F.; TATUM, J.D.; WULF, D.M.; GREEN, R.D.; SMITH, G.C. Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 75, p. 1822 -1830, 1997.
- O’KEEFE, M.; HOOD, D.E. Biochemical factors influencing metmyoglobin formation on beef from muscles of differing colour stability. **Meat Science**, Barking, v. 7, p. 209–228, 1982.
- PAGÁN, M.; CASAS, A.; CIANZIO, D. Physical and sensory characteristics of hindquarter muscles of young Holstein, Brahman and Charbray bulls grown under grazing. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Rio Piedras, v. 91, p. 183-195, 2007.
- PATEN, L.E.; HODGEN, J.M.; STELZLENI, A.M.; CALKINS, C.R.; JOHNSON, D.D.; GWARTNEY, B.L. Chemical properties of cow and beef muscles: benchmarking the

differences and similarities. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 86, p. 1904-1916, 2008.

PEACOCK, F.M.; PALMER, A.Z.; CARPENTER, J.W.; KOGER, M. Breed and heterosis effects on carcass characteristics of Angus, Brahman, Charolais and crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 49, p. 391- 395, 1979.

POMERANZ, Y.; MELOAN, C.E. **Food analysis: theory and practice**. Westport: The AVI Publishing, 1971. 669 p.

PRINGLE, T.D.; WILLIAMS, S.E.; LAMB, B.S. JOHNSON, D.D.; WEST, R.L. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 75, p. 2955 - 2961, 1997.

PURCHAS, R.W. Effect of sex and castration on growth and composition. In: PEARSON, A.J.; DUTSON, T. R. **Growth regulation in farm animals: advances in meat research**. London: Elsevier Applied Science, 1991. chap. 8, p. 203-254.

RAJU, P.K.; REISER, R. Inhibition of stearyl coenzyme-A desaturase by sterculate in mouse liver microsomes. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 247, p. 3700–3708, 1972.

RENERRE, M. La couleur de la viande et sur mesure. **Bulletin Technologique**, St Genès-Champanelle, v. 47, p. 47-54, 1982.

RENERRE, M.; LABAS. R. Biochemical factors influencing metmyoglobin formation in beef muscles. **Meat Science**, Barking, v. 19, p. 151-165, 1987.

RENTFROW, G.; LINVILE, M.L.; STAHL, C.A.; OLSON, K.C.; BERG, E.P. The effects of the antioxidant lipoic acid on beef Longissimus bloom time. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 82, p. 3034–3037, 2004.

ROBERTS, W.K. Effects of diet, degree of fatness and sex upon fatty acid composition of cattle tissues. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 46, p. 181-190, 1966.

ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: UNESP, FCA, Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, 2000. 201 p.

RODRIGUES, A.C.C.; CUNHA, R.L.; HUBINGER, M.D. Rheological properties and colour evaluation of papaya during osmotic dehydration processing. **Journal of Food Engineering**, London, v. 59, p. 129-135, 2003.

ROSSATO, L.V.; BRESSAN, M.C.; RODRIGUES, E.C.; GAMA, L.T.; BESSA, R.J.B.; ALVES, S.P.A. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 1127-1134, 2010.

RUIZ, M.R.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J.V.; HERNANDEZ, J.A.; RIBEIRO, E.L.; 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**, Pretoria, v. 35, p. 13-18, 2005.

SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, p. 3333-3340, 1995.

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**, Albany, v. 69, p. 171-177, 1991.

SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E.; ROHRER, G.A.; SAVELL, J.W. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine post rigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner Bratzler shear force, retail product yield and growth rate. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 72, p. 857-863, 1994.

SHERBECK, J.A.; TATUM, J.D.; FIELD, T.G.; MORGAN, J.B.L SMITH, G.C. Feedlot performance, carcass traits and palatability traits of Hereford and Hereford x Brahman steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 73, p. 3613-3620, 1995.

_____. Effect of phenotypic expression of Brahman breeding on marbling and tenderness traits. **Journal of Animal Science**, Albany, v.74, p.304-309, 1996.

SIMONNE, A.H.; GREEN, N.R.; BRANSBY, D.I. Consumer acceptability and beta-carotene content of beef as related to cattle finishing diets. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 61, p. 1254-1256, 1996.

SLANGER, W.D.; MARCHELLO, M.J.; DANIELSON, R.B. Muscle tenderness, other carcass traits and the effect of crossbreeding on these traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Barking, v. 61, n. 6, p. 1402-1410, 1985.

SMITH, S.B.; GILL, C.A.; LUNT, D.K.; BROOKS, M.A. Regulation of fat and fatty acid composition in beef cattle. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 22, n. 9, p. 1225-1233, 2009.

SORIA, L.A.; CORVA, P.M. Factores genéticos y ambientales que determinan la ternera de la carne bovina. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Maracaibo, v. 12, p. 73-88, 2004.

TAYLOR, R.G. Muscle fibre types and meat quality. In: JENSEN, W.K.; CARRICK, D.; DIKEMAN, M. **Encyclopedia of meat sciences**. Oxford: Elsevier's Academic Press, 2004. p. 876-882.

WARRISS, P.D.; BEVIS, E.A.; EKINS, P.J. The relationships between glycogen stores and muscle ultimate pH in commercially slaughtered pigs. **The British Veterinary Journal**, London, v. 145, n. 4, p. 378-383, 1989.

WEBB, E.C.; DE SMET, S.C.; VAN NEVEL, C.; MARTENS, B.; DEMEYER, D.I. Effect of anatomical location on the composition of fatty acids in double muscled Belgian Blue cows. **Meat Science**, Barking, v. 50, n. 1, p. 45-53, 1998.

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

WHEELER, T.L.; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R.; LUNT, D.K.; SMITH, S.B. Effect of postmortem treatments on the tenderness of meat from Hereford, Brahman and Brahman-cross beef cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 68, p. 3677-3683, 1990.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.E.; CROUSE, J.D. Predicting beef-longissimus tenderness from various biochemical and histological muscle traits. **Journal of Animal Science**, Albany, v.68, p.4193 - 4199, 1990a.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.E.; CROUSE, J.D.; HUNT, M.C.; KLEMM, R.D. Evaluation of attributes that affect *Longissimus* muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 68, p. 2716-2728, 1990b.

WOOLLETT, A.L.; SPADY, K.D.; DIETSCHY, M.J. Saturated and unsaturated fatty acids independently regulate low-density lipoprotein receptor activity and production rate. **Journal of Lipid Research**, Bethesda, v. 33, p. 77-88, 1992.

WULF, D.M.; WISE, J.W. Measuring muscle color on beef carcasses using the L* a* b* color space. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 77, p. 2418-2427, 1999.

WULF, D.M.; TATUM, D.J.; GREEN, R.D.; MORGAN, J.B.; GOLDEN, B.L.; SMITH, G.C. Genetic influence on beef Longissimus palatability in Charolais and Limousin-sired steers and heifers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 74, p. 2394-2405, 1996.

YANG, A.; LANARI, M.C.; BREWSTER, M.; TUME, R.K. Lipid stability and meat color of beef from pasture-and grain-fed cattle with or without vitamin E supplement. **Meat Science**, Barking, v. 60, n. 1, p. 41-50, 2002.

YOUNG, L.D.; CUNDIFF, L.V.; CROUSE, J.D.; SMITH, G.M.; GREGORY, K.E. Characterization of biological types of cattle. VIII. Postweaning growth and carcass traits

of three-way cross steers. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 46, p. 1178-1191, 1978.