

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 04/02/2018.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DESEMPENHO DE BOVINOS CRUZADOS TERMINADOS
EM CONFINAMENTO E QUALIDADE DOS MÚSCULOS
longissimus E semitendinosus in natura E MATURADOS**

Fabio Borba Ferrari

Zootecnista

2016

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**DESEMPENHO DE BOVINOS CRUZADOS TERMINADOS
EM CONFINAMENTO E QUALIDADE DOS MÚSCULOS
longissimus E semitendinosus in natura E MATURADOS**

Fabio Borba Ferrari

Orientador: Prof. Dr. Maurício Mello de Alencar

Coorientadoras: Prof^a. Dr^a. Hrasilva Borba

Prof^a. Dr^a. Renata Tieko Nassu

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

2016

Ferrari, Fábio Borba
F375d Desempenho de bovinos cruzados terminados em confinamento e qualidade dos músculos *longissimus* e *semitendinosus in natura* e maturados / Fábio Borba Ferrari. -- Jaboticabal, 2016
xv, 81 f. : il. ; 28 cm

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016
Orientador: Mauricio Mello de Alencar
Banca examinadora: Rymer Ramiz Tullio, André Pastori D'Aurea, Wignez Henrique, Pedro Alves de Souza
Bibliografia

1. Área de olho de lombo. 2. Eficiência alimentar. 3. Colesterol. 4. Comprimento de sarcômero. 5. Força de cisalhamento. 6. Índice de fragmentação miofibrilar. I. Título. II. Jaboticabal - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636.082

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

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

FÁBIO BORBA FERRARI – nascido em 20 de Janeiro de 1985, na cidade de Ribeirão Preto, estado de São Paulo. Filho de Jesus Aparecido Ferrari e Luci Borba Ferrari. Ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Estadual de Londrina, março de 2005. Graduiu-se em dezembro de 2009. Em março de 2010, ingressou no Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento Animal, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp – Campus de Jaboticabal. Foi bolsista da Fundação de Amparo e Pesquisa do estado de São Paulo (FAPESP). Em fevereiro de 2012 obteve o Título de Mestre em Genética e Melhoramento Animal. Em março de 2012 inicia o Curso de Doutorado pela mesma instituição.

SIMPLE MAN

“Mama told me when I was young
Come sit beside me, my only son
And listen closely to what I say
And if you do this
It will help you some sunny day
Take your time... Don't live too fast
Troubles will come and they will pass
Go find a woman and you'll find love
And don't forget son
There is someone up above

And be a simple kind of man
Be something you love and understand
Baby, be a simple kind of man
Won't you do this for me son
If you can?

Forget your lust for the rich man's gold
All that you need is in your soul
And you can do this if you try
All that I want for you my son
Is to be satisfied

Boy, don't you worry... you'll find yourself
Follow you heart and nothing else
And you can do this if you try
All that I want for you my son
Is to be satisfied”

Lynyrd Skynyrd

“Seja você quem for, seja qual for a posição social que você tenha na vida, a mais alta ou a mais baixa, tenha sempre como meta muita força, muita determinação e sempre faça tudo com muito amor e com muita fé em Deus, que um dia você chega lá. De alguma maneira você chega lá”.

Ayrton Senna

Aos meus pais por sempre apoiarem todas as minhas decisões na vida, me auxiliando para enfrentar as dificuldades.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por me dar saúde, força e paciência quando necessário;

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal e ao Programa de Pós-Graduação do Curso de Zootecnia pela oportunidade de realizar o doutorado;

À EMBRAPA Pecuária Sudeste – São Carlos – SP, por conceder os animais experimentais e a estrutura;

À minha mãe e ao meu pai por incentivarem, apoiarem e o carinho incondicional;

Aos meus irmãos que sempre alegraram meus dias tristes com seus sorrisos e risadas;

A todos meus tios e primos que de alguma forma foram importantes para a realização do meu doutorado;

À minha namorada, Maria Letícia Melloni, por todo amor, carinho, apoio, dedicação e pela paciência em momentos difíceis. TE AMO;

Ao Prof. Dr. Mauricio Mello de Alencar pela orientação, ajuda e paciência;

À Prof^a. Dr^a. Hirasilva Borba pela coorientação, ajuda, companheirismo e por ser minha segunda mãe;

Ao Prof. Dr. Pedro Alves de Souza, pela amizade, ensinamentos e paciência;

À Prof^a. Dr^a. Renata Tieko Nassu pela coorientação, ajuda e paciência;

Ao Prof. Dr. Rymer Ramiz Tullio pela ajuda dentro e fora do Laboratório de Carne (LAC);

Ao Dr. Alexandre Berndt pela ajuda durante todo o período de confinamento e ensinamentos;

Aos estagiários do LAC que me ajudaram nas análises físicas realizadas na EMBRAPA;

Ao amigo Jorge que me concedeu moradia durante o período de experimento em São Carlos;

Aos empregados da EMBRAPA – São Carlos – SP pela imensa ajuda durante o período de confinamento dos animais;

Aos amigos e colegas de Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal pela imensa ajuda;

À técnica de laboratório Tânia, que sempre com carinho soube passar seus conhecimentos e sempre disposta a ajudar e ensinar;

Ao meu primo Rodrigo (ROKO) pela amizade, companheirismo e que sempre me ajudou quando precisei, te considero meu irmão mais velho;

À CAPES por conceder a bolsa de estudos durante o doutorado;

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, pela concessão de Auxílio de Projeto para executar meu experimento (Processo nº 2013/12952-6).

Muito obrigado a todos!!

SUMÁRIO

RESUMO-	iii
ABSTRACT-	vi
CAPÍTULO 1 - Considerações gerais.....	1
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO DE LITERATURA	3
Sexo do animal e qualidade da carcaça e da carne.....	3
Desempenho De Animais Puros <i>Versus</i> Cruzados.....	4
Maturação e qualidade da carne bovina.....	5
Colágeno.....	6
Índice De Fragmentação Miofibrilar (IFM).....	7
Perfil de ácidos graxos e saúde humana.....	8
REFERENCIAS.....	9
CAPÍTULO 2 – Desempenho e características de carcaça de bovinos cruzados terminados em confinamento	14
RESUMO-	14
ABSTRACT-	16
INTRODUÇÃO	17
MATERIAL E MÉTODOS	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	34
CAPÍTULO 3 - Parâmetros qualitativos dos músculos <i>longissimus e semitendinosus in natura</i> e maturados de bovinos cruzados.....	36
RESUMO-.....	36
ABSTRACT-.....	38
INTRODUÇÃO	40
MATERIAL E MÉTODOS	41
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	46
CONCLUSÃO.....	62
REFERÊNCIAS.....	62



Pecuária Sudeste**DECLARAÇÃO****PRT 02/2015**

Declaramos que o projeto intitulado: Estratégias de cruzamento e de manejo para melhorar a eficiência de produção e a qualidade da carne bovina no Brasil (Atividades 2.1, 3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 4.2 e 4.3), sob responsabilidade da pesquisador científico Rymer Ramiz Tullio, está de acordo com os princípios éticos e de experimentação animal da Embrapa Pecuária Sudeste e foi aprovado pela referida instituição.

(We hereby declare that the research: Crossbreeding and management strategies to improve cattle production efficiency and beef quality in Brazil , utilizing *Bos taurus taurus* and *Bos taurus indicus* animals under the responsibility of the scientific researcher Rymer Ramiz Tullio, is in agreement with ethical principles of animal experimentation of Embrapa Southeast Livestock and was approved to be carried out at that institution).

São Carlos, 15 de abril de 2015.

Dra. Márcia Cristina de Sena Oliveira
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais
Embrapa Pecuária Sudeste

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Rod. Washington Luiz, km 234 - Caixa Postal 339 13560-970 São Carlos, SP
Telefone (16) 3411-56100 - Fax (16) 3361-5754

DESEMPENHO DE BOVINOS CRUZADOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO E QUALIDADE DOS MÚSCULOS LONGISSIMUS E SEMITENDINOSUS IN NATURA E MATURADOS

RESUMO- O cruzamento entre raças bovinas e a maturação da carne podem contribuir para o aumento da produtividade e da qualidade da carne produzida no País. Nesse trabalho objetivou-se avaliar o desempenho em confinamento e características de carcaça e da carne de machos castrados e fêmeas de diferentes grupos genéticos. O experimento foi desenvolvido na Embrapa Pecuária Sudeste, no município de São Carlos, São Paulo. Foram utilizados 124 bezerros (72 machos e 52 fêmeas) filhos de touros das raças Canchim, Bonsmara ou Brangus e vacas Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore ou $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore, nascidos do final de setembro de 2012 a início de janeiro de 2013. Durante toda a fase de cria dos bezerros, as vacas permaneceram em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubadas, em pastejo rotacionado no período das águas e suplementação volumosa no período seco. Entre o desmame (julho a agosto de 2013) e o final do período seco (outubro/novembro de 2013) os animais dos nove grupos genéticos foram mantidos em piquetes de capim mombaça, suplementados com silagem de milho (5 a 8 kg/animal/dia) e 1,0 kg de concentrado, em grupos separados por sexo. Os animais machos foram castrados aos 16 meses de idade e, juntamente com as fêmeas, foram submetidos a confinamento, aos 18 meses de idade aproximadamente. O confinamento, iniciado em 03/06/2014, foi realizado em oito baias coletivas providas de bebedouro e de dois cochos eletrônicos cada uma. Os animais foram abatidos quando atingiram peso e acabamento adequados. Após divisão das carcaças e resfriamento por 24 horas (2 a 4 °C) em câmara frigorífica, foram retirados o contrafilé com osso na seção da 6ª até 12ª costela do traseiro esquerdo e o *semitendinosus* foi retirado inteiro durante a desossa. Foram estudadas características de desempenho (pesos, ganhos em peso, consumo de alimento e eficiência alimentar) no confinamento, características da carcaça (pesos, rendimentos, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea, cortes cárneos) e da carne (força de cisalhamento, pH, cor, capacidade de retenção de água, perda por cozimento, índice de fragmentação miofibrilar, colágeno, proteína solúvel, oxidação lipídica, comprimento do sarcômero, colesterol, perfil de ácidos graxos e cor da gordura), algumas delas medidas apenas na carne *in natura* e outras também após maturação por 7 e 14 dias. Os dados foram analisados pelo procedimento MIXED, cujos modelos estatísticos incluíram os efeitos fixos de raça do touro (RT), grupo genético da vaca (GGV), sexo, músculo, tempo de maturação (TM; medida repetida) e suas interações, além dos efeitos aleatórios de animal aninhado em RT - GGV - sexo e residuais, dependendo da característica. Apenas o sexo do animal apresentou efeitos significativos sobre o peso de abate e o ganho médio diário, com os machos apresentando médias maiores do que as fêmeas, permanecendo também menos tempo em confinamento. Apenas GGV apresentou efeito significativo sobre o ganho de peso da desmama até o pré-confinamento, com os filhos das vacas $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore apresentando a menor média. Para o peso de entrada em confinamento e a eficiência alimentar, nenhuma das variáveis

principais mostrou efeito significativo. Apenas RT apresentou efeito significativo sobre o consumo de matéria seca diário por quilograma de peso vivo, sendo que os filhos de touros Brangus apresentaram a maior média. Os machos, os filhos dos touros canchins e os filhos das vacas nelores e $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore apresentaram médias superiores aos demais para as características pesos e rendimentos de carcaça quente e fria. Para a espessura de gordura subcutânea, os machos e os filhos de touros canchins apresentaram as menores médias. A área de olho de lombo foi influenciada pelo sexo, com os machos apresentando a maior média. Apesar desses efeitos principais para as características de desempenho e de carcaça, algumas interações entre sexo e, principalmente, GGV ocorreram. Com respeito aos rendimentos de traseiro e de seus cortes, houve efeito de raça de touro para o rendimento de traseiro frio (RTRF), de filé mignon, de picanha (RPIC), de coxão mole, de coxão duro, de patinho (RPAT) e de fraldão, enquanto que o grupo genético da vaca influenciou apenas RPIC e RPAT e o sexo influenciou apenas RTRF e RPAT. Não houve efeito significativo de RT, GGV e sexo sobre as características comprimento de sarcômero (SARC), proteína, extrato etéreo, matéria mineral e umidade. Dessas características, o músculo influenciou apenas SARC, sendo maior para o músculo *semitendinosus* em relação ao *longissimus*. O colesterol (CLT), os ácidos graxos saturados (AGS) e monoinsaturados (AGMI) e o índice de aterogenicidade (ATERO) também só foram influenciados pelo tipo de músculo, enquanto os ácidos graxos poliinsaturados (AGP) não foram afetados pelos efeitos principais do modelo. CLT, AGS e ATERO foram maiores para o músculo *longissimus*, enquanto AGMI foi maior no *semitendinosus*. Apesar de algumas interações duplas significativas, principalmente envolvendo o sexo do animal, a força de cisalhamento (FC) foi influenciada por RT, GGV, sexo, TM e músculo, o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi influenciado por TM e músculo, a capacidade de retenção de água (CRA) foi influenciada por RT, GGV, TM e músculo, a perda por cozimento (PPC) foi influenciada por GGV, sexo, TM e músculo, o pH foi influenciado por sexo, TM e músculo e o colágeno foi influenciado apenas por TM. A força de cisalhamento foi maior para a carne dos filhos de touros da raça Canchim, para o músculo *longissimus* e, desconsiderando as interações GGV - sexo e sexo - TM, para os filhos de vacas nelores e para as fêmeas. O IFM aumentou com a maturação da carne e o músculo *semitendinosus* apresentou menor IFM, apesar de ter sido mais macio. Menor CRA ocorreu para os filhos de touros Bonsmara, filhos de vacas $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore, para o músculo *semitendinosus* e, apesar da interação sexo - TM, houve redução de CRA com a maturação da carne. A maior PPC ocorreu na carne dos machos, na carne maturada por 14 dias e no *semitendinosus*. O maior pH foi para o músculo *longissimus* e CLT aumentou com a maturação. A maior luminosidade da gordura foi para os filhos de touros das raças Bonsmara e Brangus, enquanto a maior luminosidade da carne foi para os filhos de touros Brangus, para os machos, para o *semitendinosus* e para a carne maturada por 7 e 14 dias. A utilização de touros canchins pode melhorar a eficiência de produção, uma vez que seus filhos foram mais eficientes, consumiram menos alimento e promoveram maiores rendimentos de carcaça, de traseiro e de cortes de traseiro, o que eleva o volume de carne processada. O processo de maturação da carne foi eficiente, sendo que 7 dias de maturação foram suficientes para melhorar a maciez em até 50% em ambos os músculos. Touros das raças Bonsmara e Brangus podem ser usados para produzir carne mais macia. O músculo

semitendinosus se apresentou mais saudável do que o *longissimus*, em função do menor índice de aterogenicidade.

Palavras-chave: área de olho de lombo, eficiência alimentar, colesterol, comprimento de sarcômero, força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar.

PERFORMANCE OF CROSSBRED CATTLE FINISHED ON FEEDLOT AND QUALITY OF FRESH AND AGED *LONGISSIMUS* AND *SEMITENDINOSUS* MUSCLES

ABSTRACT- Crossbreeding and aging may contribute to increase beef cattle productivity and meat quality in Brazil. The objective in this study was to evaluate performance and carcass and meat traits of crossbred male and female cattle finished on feedlot. The experiment was carried out at Embrapa Southeast Livestock, in São Carlos, São Paulo, Brazil. One hundred and twenty four calves (72 males and 52 females), the offspring of Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore and $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore cows, and Canchim, Bonsmara and Brangus bulls, born from September 2012 to January 2013, were used. During the cow-calf period, the cows were maintained in fertilized *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures, with supplementation during the dry period. From weaning (July/August 2013) to the end of the dry period (October/November 2013) the animals of the nine genetic groups were maintained in Mombaça grass pastures, with supplementation of corn silage (5 to 8 kg/animal/day) and 1.0 kg concentrate. The males were castrated at 16 months of age and, with the females, were feedlot at about 18 months of age. The feedlot, starting in 06/03/2014, was in eight collective (multiple animals) paddocks with water supply and two electronic feeders each. The animals were slaughtered when they reached adequate weight and finishing. After division of the carcasses and chilling for 24 hours (2 to 4 °C) in a chamber, a boned tender loin section (6th to 12th rib) and the *semitendinosus* muscle were obtained. Samples of these two muscles were taken for the analyses of quality as fresh and after aging for 7 and 14 days. Feedlot performance (body weights, gains, feed consumption, feed efficiency), carcass (weights, yields, rib eye area, backfat thickness, cuts yield), and meat (shear force, pH, color, water holding capacity, cooking loss, myofibril fragmentation index, collagen, soluble protein, lipid oxidation, sarcomere length, cholesterol, fatty acid profile and fat color) traits, some of them in fresh meat and other in aged meat too, were analyzed. The data were analyzed by the MIXED procedure, with models that included the fixed effects of breed of bull (RT), cow genetic group (GGV), sex, muscle, aging time (TM; repeated measure), and their interactions, besides the random animal within RT - GGV - Sex and residual effects, depending on the trait studied. Only sex showed significant effect on slaughter weight and daily gain, with males showing higher means, staying shorter time on feedlot. Only GGV showed significant effect on gain from weaning to the beginning of feedlot, with the offspring of the $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore cows showing the lowest mean. For initial weight and feed conversion, there was no significant main effect. Only RT presented significant effect on dry matter daily consumption, with the offspring of the Brangus bulls showing the highest mean. The males, the offspring of Canchim bulls, and the offspring of the $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore cows showed higher means for warm and cold carcass weights and yields. For backfat thickness, the males and the offspring of the Canchim bulls showed the lowest means. Rib eye area was affected by sex, the males showing the highest mean. Despite these main effects for the performance and carcass traits, some interactions between sex and, mainly, GGV occurred. There were RT effects for cold hindquarter

yield and some of its cuts yield, while GGV affected only a few of hindquarter cuts yield. There was no effect of RT, GGV and sex for sarcomere length (SARC), protein, fatty acids, mineral and humidity. Of these traits, muscle affected only SARC, the *semitendinosus* showing higher mean. Cholesterol (CLT), saturated (AGS) and monounsaturated (AGMI) fatty acids, and atherogenicity index (ATERO) were also affected by muscle only, while polyunsaturated (AGP) fatty acids were not affected by the main effects considered in the model. CLT, AGS and ATERO were higher for *longissimus*, while AGMI was higher for *semitendinosus*. Despite some double interactions, mainly involving sex, shear force (FC) was affected by RT, GGV, sex, TM and muscle, myofibril fragmentation index (IFM) was affected by TM and muscle, water holding capacity (CRA) was affected by RT, GGV, TM and muscle, cooking loss (PPC) was affected by GGV, sex, TM and muscle, pH was affected by sex, TM and muscle, and CLT was affected only by TM. FC was higher for meat from offspring of Canchim bulls, for the *longissimus* and, not considering the interactions GGV - sex and sex - TM, for the meat from Nelore cows' offspring and from females. IFM increased with aging and the *semitendinosus* muscle showed lower IFM, despite its higher tenderness. Lower CRA occurred for the offspring of Bonsmara bulls, the offspring of $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore cows, for the *semitendinosus* muscle, and, despite the sex - TM interaction, there was a reduction in CRA with aging. PPC was higher for the meat from males, in 14 days aged meat, and from *semitendinosus* muscle. Higher pH was for the *longissimus* muscle, and CLT increased with aging. Fat luminosity was higher for meat from Bonsmara and Brangus sired animals, while meat luminosity was higher for meat from Brangus sired animals, from males, for the *semitendinosus* muscle, and for meat aged for 7 and 14 days. The use of Canchim bulls can improve efficiency of beef production, due to the fact that their offspring were more efficient, consumed less feed and produced more carcass yield. The aging process was efficient, with 7 days being enough to increase tenderness by 50% in both muscles. Bonsmara and Brangus bulls can be used to produce more tender meat. The *semitendinosus* muscle showed to be more healthy than the *longissimus*, due to its lower atherogenicity.

Keywords: cholesterol, feed efficiency, myofibril fragmentation index, rib eye area, sarcomere length, shear force.

CAPÍTULO 1 - Considerações gerais

INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento na exportação de carne bovina pelo Brasil, para mercados mais exigentes, e o surgimento de um novo nicho de consumidores no mercado interno, torna-se cada vez mais importante a oferta de produtos de qualidade. Entre os fatores de qualidade, a maciez, a suculência e o sabor são os que conjuntamente descrevem a satisfação do consumidor em relação à carne bovina. Entretanto, o maior problema enfrentado pelos elos da cadeia produtiva de carne bovina é a inconsistência na maciez do produto (KOOHMARAIE et al., 2002).

Segundo Felício (1997), os fatores que influenciam a maciez da carne são divididos em *ante-mortem*, como o genótipo do animal, e *post-mortem*, como os processos adotados após o abate dos animais.

Quanto ao genótipo, a maciez da carne diminui com o aumento da proporção de zebu nos animais (RESTLE et al., 1999). Este é um ponto importante, pois aproximadamente 80% do rebanho bovino brasileiro de cerca de 209 milhões de animais é formado por animais zebuínos (*Bos indicus*) e seus mestiços, que são animais rústicos e adaptados ao clima predominante no Brasil (USDA, 2014).

O processo de abate e o armazenamento durante o *post-mortem*, ou a combinação dos dois fatores, resultam em variações na maciez da carne (KOOHMARAIE, 1996). Quanto aos processos após o abate, mudanças em algumas rotinas frigoríficas podem ter reflexo positivo na melhoria da inconsistência da maciez (KOOHMARAIE et al., 2002).

A maciez da carne também varia de acordo com o músculo do animal. A quantidade de colágeno solúvel, bem como a contração ou o estiramento durante o processo de *rigor mortis*, são fatores que influenciam na variação da maciez da carne existente entre os diferentes músculos de distintas regiões do corpo do animal (KING et al., 2003).

O aperfeiçoamento no controle da qualidade da carne é de grande importância para produtores, indústria e rede varejista, pois somente desta maneira as expectativas dos consumidores serão correspondidas em relação à carne. Muitos

estudos relacionados ao mecanismo biológico responsável pelo processo de amaciamento da carne têm sido realizados envolvendo parâmetros de qualidade de carne, mostrando com isso o efeito da união entre esses fatores, como produção (idade, sexo, alimentação, raça, etc.), atributos sensoriais (cor, textura e sabor) e características químicas (colágeno, fibras, lipídeos, enzimas) do tecido muscular. É ressaltar a necessidade de encontrar componentes biológicos que estejam relacionados com atributos sensoriais e sejam de fácil mensuração, além de apresentarem herdabilidade suficiente para serem selecionados (RENAND et al., 2001).

Outro fator importante para a competitividade da carne bovina brasileira, tanto no mercado externo como no interno, está relacionado à eficiência dos sistemas de produção. Neste aspecto, conforme Alencar (2007), trabalhos realizados no Brasil mostram diferentes desempenhos para várias características importantes na definição da eficiência de produção, de acordo com o grupo genético do animal e o sistema de produção.

Assim, a utilização de raças especializadas ou do cruzamento entre raças como ferramenta na produção de carne em sistemas mais eficientes de criação, associados a tecnologias pós abate, pode se tornar em alternativa para a obtenção mais eficiente de produto com melhores características qualitativas e maior valor agregado. Neste sentido, a avaliação de diferentes cruzamentos, de diferentes músculos e de fatores que possam ser correlacionados com a maciez da carne, pode gerar subsídios que venham a melhorar tanto a eficiência produtiva quanto a qualidade do produto final.

Este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho e características de carcaça de bovinos de diferentes categorias e grupos genéticos, terminados em confinamento, assim como o rendimento de cortes e parâmetros físicos e químicos dos músculos *longissimus* e *semitendinosus in natura* e maturados. O *longissimus* foi avaliado por ser um músculo padrão e usado como referência, enquanto o *semitendinosus*, músculo também do traseiro, mas considerado como corte não nobre, ainda é pouco estudado quanto aos efeitos de grupo genético.

REVISÃO DE LITERATURA

Há vários fatores que podem exercer influência direta no desempenho e na qualidade da carcaça e da carne de bovinos. Podem-se destacar dentre esses fatores o sexo e o grupo genético do animal que poderão também modificar a concentração de colágeno, o índice de fragmentação miofibrilar e o perfil de ácidos graxos da carne. A maturação é utilizada como ferramenta para melhorar as características tecnológicas e sensoriais da carne a ser oferecida ao consumidor, principalmente a maciez.

Sexo do animal e qualidade da carcaça e da carne

Em função dos altos custos da alimentação dos animais durante o confinamento, é muito importante a escolha da categoria a ser confinada, com a finalidade de buscar a máxima eficiência na terminação. A escolha do gênero a ser utilizado e de animais menos eficientes concomitantemente com dietas de altos níveis nutricionais, pode colocar em dúvida o sucesso do negócio (MARTIN, 1987).

O sexo do animal exerce grande influência nas características de crescimento e de carcaça de bovinos de corte, sendo uma opção importante ao pecuarista para decidir qual categoria utilizar, para otimizar a eficiência e rentabilidade do sistema de produção (PAULINO et al, 2005). Em função da maior síntese de hormônios esteroides, os machos não castrados apresentam taxa de crescimento mais acelerado e são mais eficientes na deposição de musculatura e produção de carcaças mais magras (SEIDEMAN et al., 2005). Machos não castrados e fêmeas, em condições adequadas de manejo e nutrição, apresentam diferença no desempenho de até 20% favorável para os machos em relação às fêmeas (BERG e BUTTERFIELD, 1976). Junqueira et al. (1998) relatam que fêmeas jovens apresentam semelhanças aos machos na produção de carcaças de qualidade e rendimentos de cortes, evidenciando o grande potencial dessa categoria. Owens et al. (1993) relatam também que as fêmeas depositam gordura subcutânea e visceral mais precocemente que os machos. Esse fato torna as fêmeas menos eficientes no ganho de peso em relação aos machos, em função do gasto energético para deposição de gordura ser maior que a de músculo.

Desempenho De Animais Puros Versus Cruzados

O cruzamento entre raças zebuínas e taurinas em bovinos vem aumentando em razão dos grandes benefícios dessa estratégia. Destacam-se como os principais benefícios dos animais cruzados (animais mestiços) em relação aos animais puros, o aumento do peso final de abate e do ganho de peso diário, maior rendimento de carcaça, melhor rendimento de traseiro e principalmente diminuição dos custos de produção. Marcondes et al. (2011), trabalhando com animais Nelore, $\frac{1}{2}$ Simental + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore, observaram maior ganho de peso diário e aumento no peso final de abate para os animais mestiços em relação aos puros. Restle et al. (2000), trabalhando com animais $\frac{1}{2}$ Charolês + $\frac{1}{2}$ Nelore, $\frac{3}{4}$ Charolês + $\frac{1}{4}$ Nelore e com os animais puros, verificaram que os animais mestiços tiveram 3% a mais de rendimento de carcaça e 2% a mais de rendimento de traseiro em relação aos animais puros.

As vantagens que os animais cruzados possuem em relação aos puros se devem à heterose resultante do cruzamento entre raças. Heterose é um fenômeno genético que ocorre quando animais geneticamente distantes se cruzam. A heterose, também conhecida por vigor híbrido, é a superioridade de animais cruzados em relação aos puros, para uma determinada característica, podendo ser positiva ou negativa, dependendo da mesma. Quanto mais as raças são diferentes na evolução, maior será a heterose e a diferença no desempenho dos animais cruzados em relação aos puros. O conhecimento e o entendimento do conceito da heterose podem ajudar o produtor na escolha do tipo de cruzamento mais adequado em sua propriedade (NEI, 1987).

Assim como a heterose, a proporção de zebuíno e taurino que o animal apresenta, tem influência na qualidade final da carne. Animais zebuínos apresentam maior concentração de calpastatina em relação aos taurinos, enzima essa que é inibidora da calpaína. A calpaína é a enzima responsável pela quebra das fibras musculares durante o processo de *rigor mortis* e tem relação direta na maciez. Ou seja, quanto maior for a concentração do inibidor menor será a quebra ou clivagem das fibras musculares e, por consequência, mais rígida será a carne (WHEELER et al. 1990; WHIPPLE et al. 1990).

Maturação e qualidade da carne bovina

O fenômeno de *rigor mortis* ocorre após o abate dos animais, quando a musculatura torna-se rígida. A transformação do músculo em carne ocorre pela utilização de todo o ATP pelo músculo e a formação estável da actinmiosina. O tempo necessário para o estabelecimento do *rigor mortis* pode variar de acordo com a reserva de energia presente no músculo, estresse e a temperatura a que a carcaça é submetida no frigorífico (LUCHIARI FILHO, 2000).

A maturação da carne é a resolução do *rigor mortis* que é um processo biológico natural. Esse processo se inicia no momento da sangria do animal, quando cessa o aporte de O₂ para os tecidos para a manutenção vital do organismo. Na ausência de O₂, inicia-se a formação e acúmulo de ácido láctico nos tecidos via rota glicolítica anaeróbia e, conseqüentemente, o decréscimo do pH e consumo de reservas de energia musculares, principalmente de glicogênio e fosfocreatina. A queda do pH por volta de 5,3 e 5,4 ativa as enzimas proteolíticas pertencentes ao sistema nomeado de calpaínas (CAF- enzimas fatoradas pelo cálcio). Esse sistema é composto por duas enzimas, a μ -calpaína, que necessita de 50 μ M de íons para sua ativação, e a m-calpaína, que necessita de 300-1000 μ M de Ca para sua ativação. Essas enzimas não agem sobre a actina e a miosina diretamente, mas atuam na degradação e rompimento da linha Z e proteínas desmina, titina, nebulina, tropomiosina, 3 troponina e proteína C. A tropomiosina e a troponina quando hidrolisadas, facilitam a desestruturação dos filamentos finos (actina) e a hidrólise da proteína (em monômeros de miosina). O restante das proteínas degradadas contribui para o enfraquecimento da estrutura miofibrilar. A calpastatina é outro componente do sistema enzimático, que tem função inibitório das calpaínas, que diretamente vai interferir na maciez final da carne. A relação calpastatina/calpaína é de 2,0:1,0 em bovinos (ROÇA, 1997).

A eficácia com que ocorreu a degradação enzimática na desestruturação das miofibrilas compactadas durante o processo de rigor mortis terá impacto na maciez final da carne. A maturação e a compactação das miofibrilas resultantes do *rigor mortis* refletem na eficiência da degradação enzimática. O comprimento de sarcômero, conteúdo de tecido conjuntivo e proteólise das miofibrilas podem explicar

grande parte senão toda variação observada na carne maturada (KOOHMARAIE et al., 2002).

Há trabalhos que evidenciam que a maturação, que consiste em embalar os cortes cárneos e mantê-los em baixas temperaturas, pode melhorar a maciez da carne em até 25%, porém a eficácia em carcaças de bovinos de quatro anos ou mais, é menor, bem como naquelas que sofreram rigoroso “cold shortening” (FELÍCIO, 1997).

Colágeno

O colágeno representa aproximadamente 95% dos elementos fibrosos do tecido conjuntivo, os 5% restantes são compreendidos por elastina, proteoglicanos e glicoproteínas. O colágeno no músculo apresenta-se de três formas morfológicamente: epimísio (feixe de fibras espessas que envolvem e separam os músculos), perimísio (composto de bainhas de fibras de colágeno que envolvem e separam grandes e pequenos feixes de fibras musculares) e endomísio (camada de tecido conetivo que envolve individualmente as fibras musculares) (MCCORMICK, 1994).

O tecido conjuntivo forma o principal tipo de fibra extracelular, apresentando valores entre 20% e 25% do total de proteínas e é formada por três cadeias polipeptídicas, cada uma com aproximadamente 1.000 aminoácidos. A hidroxiprolina se destaca por ser um aminoácido exclusivo do colágeno, por isso é utilizada como parâmetro para se estabelecer a quantidade de colágeno presente na carne e em produtos derivados (STRYER, 1992).

O tecido conjuntivo tem função de separar diferentes músculos e função estrutural de sustentação muscular, distinguindo-se pela transmissão eficiente da força contrátil dos elementos musculares ao esqueleto, via tendões, produzindo movimento (BAILEY e LIGHT, 1989).

Apenas 2% do total de proteínas são provindas do colágeno no músculo, constituinte apontado como responsável por mudanças que ocorrem na textura da carne durante o cozimento. A amplitude destas mudanças depende da maturidade do colágeno e também de fatores externos como aquecimento, umidade e processos para o preparo da carne (POWELL et al., 2000). Pode-se presumir que o

colágeno é o principal elemento que afeta a textura da carne, quando não há encurtamento pelo frio, e que as pequenas variações na textura da carne dependem mais da qualidade do que da quantidade de colágeno (BAILEY e LIGHT, 1989).

A idade, o grupo genético e a maturação são fatores que estão mais relacionados com a maior solubilidade do colágeno, no entanto a alimentação tem baixa influência na solubilidade deste constituinte (HALL e HUNT, 1982). Trabalhos evidenciam que nos músculos *biceps femoris* e *triceps brachii* maturados por até 28 dias, a solubilidade do colágeno aumentou linearmente, sendo que os maiores valores foram observados para o *triceps brachii*. A diferença nas variações na quantidade total de tecido conectivo pode ser atribuída aos músculos serem localizados em regiões distintas do corpo, e os músculos de locomoção contêm mais tecidos conectivos em relação aos de suporte, destacando-se os das regiões lombares e torácicas (OLIVEIRA et al., 1998).

O sexo também influencia o conteúdo de colágeno, os animais machos apresentam maior quantidade de tecido conjuntivo intramuscular do que as fêmeas (LUCHIARI FILHO, 2001). Trabalhos revelam que as médias para força de cisalhamento foram maiores em animais machos da mesma idade e grupo genético que as fêmeas, diferença que é atribuída ao teor de colágeno, visto que as concentrações deste constituinte foram maiores nos animais machos que nas fêmeas (CROUSE et al., 1986).

A maturação exerce influência no teor de colágeno total e solubilizado. O teor de colágeno total e solubilizado em carnes maturadas é menor e maior do que em carnes não maturadas, respectivamente, em função da ação das enzimas proteolíticas (catepsinas), que são liberadas no meio extracelular com capacidade de quebrar o colágeno total em fragmentos solúveis (MONSÓN et al., 1987).

Índice De Fragmentação Miofibrilar (IFM)

A determinação do índice de fragmentação miofibrilar (IFM) reflete a intensidade de proteólise das miofibrilas em segmentos menores na linha Z ou próximos a ela durante o *post-mortem* do músculo (OLSON et al., 1976). As miofibrilas submetidas ao processo de maturação têm maior degradação do que aquelas de músculos não maturados (KOOHMARAIIE et al., 1990).

A determinação do IFM é importante, pois é capaz de elucidar cerca de 50% da variação da maciez da carne maturada, que possui alta correlação com a força de cisalhamento e com o painel sensorial. O IFM apresenta correlação negativa e mediana com a força de cisalhamento, ou seja, à medida que aumenta o IFM diminuem os valores obtidos pela força de cisalhamento (CULLER et al., 1978; KOOHMARAIIE et al., 1990). Segundo Culler et al. (1978), valores do índice de fragmentação miofibrilar superiores a 60 para o músculo *longissimus* indicam carne muito macia, valores de 50, carne macia e valores inferiores a 50, carne pouco macia (dura).

O aumento dos valores da força de cisalhamento sobre as escalas de cozimento a temperaturas de 40 °C a 60 °C são em função das mudanças na estrutura miofibrilar e esses aumentos são independentes do estado de contração do músculo, mas existem evidências de que o tecido conjuntivo contribui para o decréscimo da força de cisalhamento quando a temperatura de cozimento da carne de animais jovens foi acima de 50 °C e de animais velhos, acima de 60 °C (BEILKEN et al., 1990).

Perfil de ácidos graxos e saúde humana

A carne bovina fornece nutrientes como proteínas de boa qualidade, vitaminas do complexo B, niacina e ainda minerais como o ferro e o zinco com grande disponibilidade e, em função disso, é considerada um “alimento funcional” (MIR et al., 2003).

A gordura encontrada na carne de ruminantes, em geral, apresenta maior concentração de ácidos graxos saturados e baixa concentração de ácidos graxos poliinsaturados e insaturados, quando comparada à gordura da carne de monogástricos (FRENCH et al., 2000).

Estabelecer uma relação entre gordura e saúde não é simples. A predominância de gorduras saturadas (Mirístico e Palmítico) em cortes cárneos e produtos lácteos está relacionados ao aumento do colesterol sanguíneo, que aumenta os riscos de obstrução das artérias e pode acarretar doenças coronarianas e até mesmo a morte (TAUBES et al., 2001). De acordo com Bauman et al. (1999), existem evidências de que os alimentos contendo perfil adequado de gorduras

podem contribuir na prevenção e inclusive inibir o desenvolvimento de algumas doenças.

Ainda não foi demonstrado que o consumo elevado de gorduras cause a morte de pessoas que não pertenciam ao grupo de risco para doenças do coração, ou ainda que dietas com baixos teores de gordura possam reduzir a incidência destas doenças. Entretanto, a premissa de que a gordura é nociva à saúde se baseia no fato de a gordura saturada da carne e dos produtos cárneos aumentar o teor de colesterol do sangue, causando doenças e até mesmo morte (FERNANDES, 2007).

Ultimamente vários experimentos relacionam os efeitos positivos do ácido linoleico conjugado (CLA) associados à saúde humana, que incluem a redução no desenvolvimento de aterosclerose (arteriosclerose desencadeada pela presença de ateromas intravasculares), melhora na mineralização dos ossos e modulação do sistema imunológico, alteração na partição de nutrientes, efeitos anti-diabéticos e a redução na deposição de gordura corporal (BAUMAN et al., 1999).

Os ácidos graxos ômega 6 (ω -6) e ômega 3 (ω -3) são denominados essenciais, em função da incapacidade do organismo em produzi-los, e por serem responsáveis pela transferência do oxigênio atmosférico ao plasma sanguíneo; a síntese de hemoglobina e a divisão celular (MARTIN et al., 2006). Esses ácidos graxos são precursores hormonais (ULBRICHTH e SOUTHGATE, 1991). Entretanto, o aumento de ω -6 ou ω -3, e/ou a alteração da relação entre eles, pode acarretar na produção de tromboxanos e leucotrienos que, em excesso, está associada a doenças como trombooses, arritmias, artrite, asma e psoríase (ROCHA, 2008).

Wood et al. (2002) relataram que os ácidos graxos exercem grande interferência na qualidade da carne. Os ácidos graxos, principalmente os insaturados, em especial aqueles com mais de duas ligações duplas, sofrem rápida oxidação lipídica, o que compromete a vida de prateleira da carne (rancificação, odor e coloração alterada).

REFERENCIAS

ALENCAR, M.M. Cruzamento em gado de corte. In: ZOOTECA 2007, Londrina, Anais... Londrina: UEM - ABZ, p.549-562,2007.

REVISÃO DE LITERATURA

Há vários fatores que podem exercer influência direta no desempenho e na qualidade da carcaça e da carne de bovinos. Podem-se destacar dentre esses fatores o sexo e o grupo genético do animal que poderão também modificar a concentração de colágeno, o índice de fragmentação miofibrilar e o perfil de ácidos graxos da carne. A maturação é utilizada como ferramenta para melhorar as características tecnológicas e sensoriais da carne a ser oferecida ao consumidor, principalmente a maciez.

Sexo do animal e qualidade da carcaça e da carne

Em função dos altos custos da alimentação dos animais durante o confinamento, é muito importante a escolha da categoria a ser confinada, com a finalidade de buscar a máxima eficiência na terminação. A escolha do gênero a ser utilizado e de animais menos eficientes concomitantemente com dietas de altos níveis nutricionais, pode colocar em dúvida o sucesso do negócio (MARTIN, 1987).

O sexo do animal exerce grande influência nas características de crescimento e de carcaça de bovinos de corte, sendo uma opção importante ao pecuarista para decidir qual categoria utilizar, para otimizar a eficiência e rentabilidade do sistema de produção (PAULINO et al, 2005). Em função da maior síntese de hormônios esteroides, os machos não castrados apresentam taxa de crescimento mais acelerado e são mais eficientes na deposição de musculatura e produção de carcaças mais magras (SEIDEMAN et al., 2005). Machos não castrados e fêmeas, em condições adequadas de manejo e nutrição, apresentam diferença no desempenho de até 20% favorável para os machos em relação às fêmeas (BERG e BUTTERFIELD, 1976). Junqueira et al. (1998) relatam que fêmeas jovens apresentam semelhanças aos machos na produção de carcaças de qualidade e rendimentos de cortes, evidenciando o grande potencial dessa categoria. Owens et al. (1993) relatam também que as fêmeas depositam gordura subcutânea e visceral mais precocemente que os machos. Esse fato torna as fêmeas menos eficientes no ganho de peso em relação aos machos, em função do gasto energético para deposição de gordura ser maior que a de músculo.

CONCLUSÃO

O processo de maturação foi eficiente, sendo que 7 dias de maturação foram suficientes para melhorar a maciez em até 50% em ambos os músculos. Os filhos dos touros Bonsmara e Brangus e das vacas $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore apresentam carne mais macia. A carne maturada por até 14 dias pode ser consumida sem perder suas propriedades nutricionais e com segurança alimentar. O músculo *semitendinosus* se apresentou mais saudável para se consumir em relação ao *longissimus*, em função do baixo índice de aterogenicidade.

REFERÊNCIAS

- BOYER-BERRI, C., GRASER, M. L.. Effect of postmortem storage on the Z-line region of titn in bovine muscle. **Journal of Animal Science**, v.76, p. 1034–1044, 1998.
- BROSSI, C.; CONTRERAS-CASTILLO, C. J.; AMAZONAS, E. A.; MENTEN, J. F. M. Heat stress during thepre-slaughter on broiler chicken. **Ciência Rural**, v, 39, n, 4, p,1296-1305, 2009.
- CORTE, O. O.; FELÍCIO, P. E.; CIA, G. **Sistematização da avaliação final de bovinos e bubalinos**. Qualidade de carne. Campinas: ITAL. (Boletim Técnico do CTC, n. 3), p. 66-76, 1979.
- COSTA, D.P.B., V.C. RODRIGUES, J.C.G. SILVA, O.C. NETO, S.L.G. SOUSA, J.C.D. SOUSA E R.C. MOURÃO. Qualidade da carne de novilhos Nelore e f1 Nelore x Sindi. **Archivos de Zootecnia**. 57 (219): 345-348. 2008.
- CULLER, R, D, PARRISH JR, F, C,, SMITH, G, C,, CROSS, H, R, Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle, **Journal of Food Science**, Chicago, v, 43, p, 1177-1180, 1978,
- DRANSFIELD; E,, ETHERINGTON; D,J,, TAYLOR , M, A, J, Modelling Post-mortem Tenderisation – II: Enzyme Changes during Storage of Electrically Stimulated and Non- Stimulated Beef. **Meat Science**, v,31, p 75-84,1984,
- DREILING, C.E.; BROWN, D.E.; CASALE,L.; KELLY,L. Muscle glycogen: comparision of iodine binding and enzyme digestion assays and application to meat samples. **Meat Science**, v.20, p.15-39, 1987.
- FLORES, J,LC, Desempenho em confinamento e características de carcaça e de carne de bovinos de diferentes grupos genéticos abatidos aos quatorze meses,

1997, 109 f, Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, 1997,

HALL, J, B,; HUNT, M, C, Collagen Solubility of A-Maturity Bovine Longissimus Muscle as affected by Nutritional Regimen, **Journal of Animal Science**, Bristol, v, 55, p, 321-328, 1982,

HAMM, R, *Physical, Chemical and Biological Changes in Food caused by Thermal Processing*, eds T, Hoyem and O, Kvale, p, 101, **Applied Science Publishers**, London, (1977),

HARTREE, E,F, Determination of protein: a modification of the Lowry method that gives a linear photometric response, **Analytical Biochemistry**, San Diego, v, 45, n, 3, p, 422-427, 1972,

HUFF- LONERGAN, E,, LONERGAN, S, M, Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes, **Meat Science**, 71, 194–204, 2005,

HUFF-LONERGAN, E., MITSUHASHI, T., BEEKMAN, D. D., PARRISH, F. C. JR., OLSON, D. G., ROBSON, R. M. Proteolysis of specific muscle structural proteins by mm- calpain at low pH and temperature is similar to degradation in postmortem bovine muscle. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 993–1008, 1996.

HONIKEL, K,O, The water binding of meat, *Fleischwirtsch*, v,67, n,2, p,1098-1102, 1987,

KAZALA, E,C,; LOZEMAN, F,J,; MIR, P,S; LAROCHE, A,; BAILEY, D,R,; WESELAKE, R,J, Relationship of fatty acid composition to intramuscular fat content in beef fromcrossbred Wagyu cattle, **Journal of Animal Science**, v,77, p,1717-1725, 1999,

KOOHMARAIE, M,,KENT, M, P,; SHACKELFORD S, D,; VEISETH E,; WHEELER, T,L, Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? **Meat Science**, v, 62, p, 345-352, 2002.

LI, C, B,, XU, X, L,, ZHOU, G, H,, XU, S, Q,, ZHANG, J, B, Effects of carcass maturity on meat quality characteristics of beef semitendinosus muscle for chinese native yellow steers. **Animal**,v 1: pp, 780–786 ,2007,

MALAU-ADULI, A,E,O,; SIEBERT, B,D,; BOTTEMA, C,D,K,; Pitchford, W, S, A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle, **Australian Journal Agricultural Research**, v,48, p,715-722, 1997,

OLIVO, R,; OLIVO, N, O mundo das carnes, Ciência, Tecnologia e Mercado, Criciúma, 21 ed,, p, 211, 2005,

OLIVEIRA,R,L,; LADEIRA, M,M,; BARBOSA, M,A,A,F,; ASSUNÇÃO, D,M,P,; MATSUSHITA ,M,; SANTOS, G,T,; OLIVEIRA, R,L, Ácido linoléico conjugado e perfil de ácidos graxos no músculo e na capa de gordura de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídios. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v,60, n,1, p,169-178, 2008,

OLIVEIRA, L, B,; SOARES, G, J, D; ANTUNES, P, L, Influência da maturação de carne bovina na solubilidade do colágeno e perdas de peso por cozimento. **Revista Brasileira de AGROCIÊNCIA**, 166 v,4, no 3, 166-171, Set,-Dez,,1998,

PIKUL, J,; LESZCZYNSKI, D, E,; KUMMEROW, F, A, Evaluation of three modified TBA methods for measuring lipid oxidation in chicken meat, **Journal of Agricultural of Food Chemistry**, v, 37, p, 1309-1313, 1989,

PITCHFORD, W,S,; DELAND, M,P,B,; SIEBERT, B,D,; MALAU-ADULI A,E,; BOTTEMA, C,D,Genetic variation in fatness and fatty acid composition of crossbred cattle, **Journal Animal Science**, v,80, p,2825-2832, 2002,

QIAO, M,, FLETCHER, D, L,, SMITH, D, P,, NORTHCUTT, J, K, The effect of broiler breast meat color on pH, moisture, water-holding capacity, and emulsification capacity. **Poultry Science**, v, 80, p, 676-680, 2001,

RAMOS, E, M,; GOMIDE, L, A, M, Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias, 5, ed, Viçosa: UFV, 2007, 599 p,

ROBSON, R. M., HUFF-LONERGAN, E., PARRISH, F. C. JR., CHIUNG-YING, H., STROMER, M. H., HUIATT, T. W., BELLIN, R. M., SERNETT, S. W. Postmortem changes in the myofibrillar and other cytoskeletal proteins in muscle. **Rec. Meat Conf. Proc.**, v. 50, p. 43–47, 1997.

ROÇA, R, O, Tecnologia da carne e produtos derivados, Botucatu: UNESP, FCA, 201 p. 2001.

RODRIGUES, V.C,; ANDRADE, I. F. DE. Características físico-químicas da carne de bubalinos e de bovinos castrados e inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.33 no.6 supl.1 Viçosa Dec. 2004.

TARRANT,P.V,; MOTHERSILL, C. Glycolysis and associate changes in beef carcasses. **Journal Science of Food Agriculture**, v.28, p. 739-749, 1977.

ULBRICHT, T,L,V,; SOUTHGATE, D,A,T, Coronary heart disease: seven dietary factors, *Lancet*, v,338, n,8773, p,985-992, 1991,

USDA –United States Department of Agriculture, Disponível em: http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Livestock%20and%20Products%20Annual_Brasilia_Brazil_8-27-2015.pdf , Acesso em 23/10/2015,

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

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.E. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in *Bostaurus* and *BosIndicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 9, p.2716-2728, 1990a.

WOESSNER JUNIOR, J,F, The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this amino acid, **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v, 93, p, 440-447, 1961.