

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.

ARRIGONI, M.B. Eficiência produtiva de bovinos de corte no modelo biológico superprecoce. 2003. 428p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

BAILEY, A. J., LIGHT, N. D. Connective tissue in meat and meat, Essex, London, **Elsevier Applied Science** Ltda. 355p.,1989.

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

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. New concepts of cattle growth. 1^a ed. Sydney: Sydney University Press, p. 240, 1976.

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.

CROUSE, J. D.; CALKINS, C. R.; SEIDEMAN, S. C. The effects of rate of change in body weight on tissue development and meat quality of young bulls. **Journal of Animal Science**, V. 63, n. 6, p. 1824-1829, 1986.

FELÍCIO, P. E., NORMAN, G.A., OLIVEIRA, A. B. et al. Estudo comparativo das carcaças de bovinos das raças Nelore, Guzerá, Canchim e Charolês. IN: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 11, 1977, São Paulo. *Anais...* São Paulo, p.119-120, 1977.

FLORES, J.L.C. 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.

FRENCH P., STANTON, C., LAWLESS, F., et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate based diets. **Journal of Animal Science**, v. 78, n.9, p.2849-2855, 2000.

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.

KING, D. A. DIKEMAN ME, WHEELER TL, KASTNER CL, KOOHMARAIE M. Chilling and cooking rate effects on some myofibrillar determinants of tenderness of beef. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 1473-1481, 2003.

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.

KOOHMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. **Meat science**, v. 43, n. Suppl., p. 193-201, 1996.

KOOHMARAIE, M., WHIPPLE, G. & CROUSE, J.D. Acceleration of postmortem tenderization in lamb and Brahman cross beef carcasses through infusion of calcium chloride. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 1268-1278, 1990.

LUCHIARI FILHO, A. Como as fibras de colágeno influenciam na maciez da carne. <http://www.beefpoint.com.br>, 2001.

LUCHIARI FILHO, A. Pecuária da Carne Bovina. 1 ed. – São Paulo, 134p., 2000.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, I.M.; PAULINO, P.V.R.; VALADARES, R.F.D.; DETMANN, E.. Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto ou baixo nível de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p.1313-1324, 2011.

MARTIN, C.A.; ALMEIDA, V.V.; RUIZ, M.R. et al. Ácidos graxos poli- insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v.19, p.761- 770, 2006.

MARTIN, L.C.T. Confinamento de bovinos de corte. Modernas técnicas. 2ªEd., São Paulo: Nobel, 1987. 124p.

MCCORMICK, R. J. The Flexibility of the Comportament of Muscle. **Meat Science**, Manhattan, v. 36, p. 79-91, 1994.

MIR, P.S.; IVAN, M.; HE, M.L.; PINK, B.; OKINE, E.; GOONEWARDENE, L.; MCALLISTER, T. A.; WESELAKE, R., MIR, Z. Dietary manipulation to increase conjugated linoleic acids and other desirable fatty acids in beef: A review. **Canadian Journal of Animal Science**. v. 3, n.3, p. 673-685, 2003

MONSÓN,F.; SAÑUDO, C.; SURRE, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. **Meat Science**. v. 68. p. 565-602, 2004.

NEI,M. Molecular Evolutionary Genetics. Columbia University Press. New York, p 512,1987.

OLIVEIRA, L. B; SOARES, G. J. D; ANTUNES, P. L. Solubilidade do Colágeno Durante a Maturação da Carne Bovina. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.4, n.3,p.166-171, 1998.

OLSON, D. G., PARRISH, F. C. JR, STROMER, M. H. Myofibril fragmentation and shear resistance of three bovine muscles during postmortem storage. **Journal of Food Science**, v.41,p. 1036- 41, 1976.

PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S.DE C.; DETMANN,E.; VALADARES, R. F. D.; FONSECA, M. A.; VÉRAS, R. M.L.; OLIVEIRA D. M. Desempenho produtivo de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais alimentados com dietas contendo dois níveis de oferta de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, 2008.

POWELL, T. H.; HUNT, M. C.; DIKEMAN, M. E. Enzymatic assay to determine collagen thermal denaturation and solubilization. **Meat Science**, Manhattan, v. 54, p. 307-311, 2000.

RENAND, G. et al., Relationship between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. **Meat Science**, v. 59, p. 49-60, 2001.

RESTLE, J., VAZ, F. N., FEIJÓ, G. L. D., BRONDANI, I. L., ALVES FILHO,D. C., BERNARDES, R. A. C., FATURI, C., PACHECO,P. S. Características de Carcaça de Bovinos de Corte Inteiros ou Castrados de Diferentes Composições Raciais Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p-1371-1379, 2000.

RESTLE, J.; VAZ, F.N.; QUADROS, A.R.B.; MÜLLER, L. Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 6, p. 1245-1251, 1999.

ROCHA, L.A.C. Qualidade do leite de búfala e desenvolvimento de bebida láctea com diferentes níveis de iogurte e soro de queijo. Itapetinga. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB. **Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos)**, f.82, 2008.

ROÇA, R.O. Tecnologia da carne e produtos derivados. Botucatu: FCA-UNESP, 205p., 1997.

TAUBES, G. The soft science of dietary fat. **Science**, v. 251, p. 2536-2541, 2001.

SEIDEMAN, S. C.; CROSS, H. R.; OLTJEN, R. R.; SCHANBACHER, B. D. Utilization of the Intact Male for Red Meat Production: A Review. **Journal of Animal Science**, v. 55, n. 4, p. 826-840, 1982.

STRYER, Proteínas do tecido conjuntivo, Livro de Bioquímica, Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 3.ed., p.213-229, 1992.

TOWSEND, M. R., RESTLE, J., SANCHEZ, L. M. B. Desempenho de animais com diferentes idades em regime de confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 25, 1988, Viçosa. Anais... Viçosa: SBZ, p.283, 1988.

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

USDA. USDA Foreign Agricultural Service. Disponível em<
<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/>>. Acesso em Setembro de 2015.

CAPÍTULO 2 – Desempenho e características de carcaça de bovinos cruzados terminados em confinamento

RESUMO- O cruzamento entre raças bovinas pode contribuir para o aumento da produtividade e da qualidade da carne no País. Nesse trabalho objetivou-se avaliar o desempenho em confinamento e as características de carcaça de machos 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 vacas nelores, $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore e de touros das raças Canchim, Bonsmara e Brangus, nascidos do final de setembro de 2012 a início de janeiro de 2013. Durante toda a fase de criação 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 *Panicum maximum* cv. mombaça, suplementados com silagem de milho (5 a 8 kg/animal/dia) e 1,0 kg de concentrado por cabeça, 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 de 5 milímetros. As características de desempenho no confinamento, de carcaça e de rendimento de cortes cárneos foram analisadas pelo procedimento Mixed, cujo modelo estatístico incluiu os efeitos fixos de raça do touro (RT), grupo genético da vaca (GGV), sexo do animal e suas interações. 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, com os filhos de touros Brangus apresentando 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 ao 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 GGV influenciou apenas RPIC e RPAT e o sexo influenciou apenas RTRF e RPAT. 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.

Palavras-chave: área de olho de lombo, conversão alimentar, espessura de gordura, ganho de peso, rendimento de carcaça, rendimento de cortes cárneos.

CHAPTER 2 – Performance and carcass traits of crossbred cattle finished on feedlot

ABSTRACT- Crossbreeding may contribute to increase beef cattle productivity and meat quality in Brazil. The objective in this study was to evaluate performance and carcass 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 (*Panicum maximum*) 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, were 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. The feedlot performance, the carcass and the cuts yield traits were analyzed by the Mixed procedure, with a statistical model that included the fixed effects of breed of sire (RT), cow genetic group (GGV), sex and their interactions. Only sex showed significant effects on slaughter weight and average daily gain, with males showing higher means and less 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 higher 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. 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.

Keywords: backfat thickness, carcass yield, cuts yield, feed conversion, rib eye area, weight gain.

INTRODUÇÃO

O abate de novilhos jovens com idade de até 24 meses é um artifício que possibilita aumentar o giro de capital investido pelo pecuarista, liberando área na propriedade para alocar outras categorias animais (BRONDANI, 2002). A categoria animal em questão necessita maior concentração de nutrientes na dieta, entretanto apresenta maior eficiência biológica no aproveitamento do alimento em relação às categorias de maior idade, proporcionando melhor qualidade de carne (RESTLE e VAZ, 1998).

A pesquisa atualmente está voltada para diminuir cada vez mais a idade de abate dos animais. O abate de animais aos 20-24 meses é uma estratégia que vem crescendo em função dos ótimos resultados obtidos, em desempenho e qualidade de carne. A menor taxa de desfrute, menor giro de capital e piora na qualidade de carne é em função da idade avançada que os animais são abatidos (MARTIN, 1987).

O tempo de permanência dos animais em terminação, ganho de peso diário e peso de abate podem ser influenciados pelo sexo, grupo genético utilizado e o nível nutricional a que os animais são submetidos. Esses fatores e o peso inicial afetam diretamente o desempenho e o tempo de confinamento (MOODY et al. 1970 e RESTLE et al. 2000).

Os diversos genótipos disponíveis (*Bos taurus*, *Bos indicus* e seus cruzados) apresentam desempenhos diferentes quando terminados em confinamento. Pesquisas têm evidenciado que animais cruzados apresentam melhores desempenhos em confinamento em relação aos puros (SOUZA et. al., 2009). Porém, as diferenças entre alguns grupos genéticos envolvendo raças taurinas adaptadas, zebuínas e seus cruzamentos em dietas que propiciem melhor desempenho ainda não foram bem elucidadas, com o propósito de indicar qual melhor raça ou cruzamento a ser utilizado nas condições de produção brasileiras (a pasto). Nesse trabalho objetivou-se avaliar o desempenho pré-confinamento e em confinamento e características de carcaça de machos castrados e fêmeas de diferentes grupos genéticos.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse experimento foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética para o Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Pecuária Sudeste, com protocolo de número 02/2015.

O experimento foi desenvolvido na Embrapa Pecuária Sudeste, no município de São Carlos, São Paulo.

Foram utilizados 124 bezerros (72 machos castrados e 52 fêmeas) filhos de vacas nelores, $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore e de touros das raças Canchim, Bonsmara e Brangus, nascidos do final de setembro de 2012 a início de janeiro de 2013. Na Tabela 1 é apresentada a percentagem de *Bos taurus* e de adaptado de cada cruzamento, considerando-se que o Senepol e o Bonsmara são 100% *B. taurus* e 50% adaptado, o Canchim e o Brangus são 62,50% *B. taurus* e 37,50% adaptado, as raças europeias são 100% *B. taurus* e 0,00% adaptado e o Nelore é 0,00% *B. taurus* e 100% adaptado. Os bezerros eram filhos de sete touros da raça Bonsmara, seis da raça Brangus e seis da raça Canchim.

Tabela 1. Percentagem de *Bos taurus* (Taurino) e de adaptado (Adap.) nos bezerros, de acordo com o grupo genético da mãe e a raça do pai.

Raça do Pai	Grupo genético da vaca*					
	Nelore		$\frac{1}{2}$ An + $\frac{1}{2}$ Ne		$\frac{1}{2}$ Se + $\frac{1}{2}$ Ne	
	Taurino	Adap.	Taurino	Adap.	Taurino	Adap.
Canchim	31,25	68,75	56,25	43,75	56,25	56,25
Bonsmara	50,00	75,00	75,00	50,00	75,00	62,50
Brangus	31,25	68,75	56,25	43,75	56,25	56,25

* $\frac{1}{2}$ An + $\frac{1}{2}$ Ne = $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore; $\frac{1}{2}$ Se + $\frac{1}{2}$ Ne = $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore.

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 com cana-de-açúcar adicionada de 1% da mistura de 9:1 de uréia com sulfato de amônio, 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 *Panicum maximum* cv. mombaça, suplementados com silagem de milho (5 a 8 kg/animal/dia) e 1,0 kg de ração concentrado por animal, objetivando-se ganho diário de 0,7 kg por animal, em grupos separados por sexo. O

suplemento fornecido junto com a silagem de milho no período seco continha 26,5% de proteína bruta e 73,0% de nutrientes digestíveis totais, constituindo-se de 48% de milho em grão moído, 20% de farelo de soja, 20% de farelo de trigo, 3% de uréia, 4% de calcário calcítico e 5% de mistura mineral, na base seca. Após esse período de suplementação durante a seca, os animais, machos e fêmeas, foram mantidos por todo o período das águas em pastagens adubadas de capim mombaça, com suplementação mineral.

Os animais machos (16 meses) foram castrados todos juntos no dia 27/03/2014 pelo método orquiepididectomia bilateral, que consiste na retirada dos testículos com auxílio de bisturi. Após a cirurgia de castração, os animais foram observados e curados quatro vezes na semana no brete para evitar infecção.

Os animais foram individualmente identificados (brincos eletrônicos) com dispositivos compatíveis ao equipamento que monitorou diariamente o consumo de alimento por rádio frequência.

No dia 02/06/2014 os animais foram pesados sem jejum hídrico e alimentar e no dia 03/06/2014 foram pesados novamente com jejum de 16 horas para entrarem no confinamento, com média de 18 meses de idade. O confinamento foi realizado em baias coletivas descobertas, de terra batida, com 396 m² (22 m x 18 m) e providas de bebedouro e dois cochos eletrônicos que, por radio frequência monitoraram individualmente o consumo diário dos animais (calçamento de 1,5 metros de largura próximo ao cocho). A estrutura do confinamento era constituída de oito baias que alojaram aproximadamente quinze animais cada, separados por sexo.

Durante o confinamento, o consumo *ad libitum* de uma dieta com 13,1% de proteína bruta, 71,0% de nutrientes digestíveis totais, 51,8% de matéria seca, 40,7% de fibra em detergente neutro, 21,1% de fibra em detergente ácido e 3,2% de extrato etéreo, constituída de 60,0% de silagem de milho, 22,8% de milho em grão moído, 8,0% de farelo de soja, 7,0% de farelo de trigo, 0,5% de uréia, 0,7% de calcário calcítico, 1% de mistura mineral e 0,03% de monensina sódica, na base seca, foi monitorado diariamente. A dieta foi fornecida três vezes ao dia e a quantidade de ração sofreu ajustes em função das sobras observadas, procurando-se garantir consumo *ad libitum*. Para o cálculo do consumo de matéria seca para cada baia, foi necessária análise de matéria seca de alimentos, realizada quinzenalmente, além

dos dados diários de pesos dos alimentos fornecidos. Os animais foram pesados a cada 28 dias após 16 horas de jejum de água e de alimentos.

A duração do período de confinamento de cada animal foi variável para permitir acabamento de carcaça semelhante entre todos os animais. Os animais foram abatidos, em média, com 519 kg e 475 kg de peso vivo para machos e fêmeas, respectivamente. Além do peso corporal, foi feita também avaliação visual para verificar se o animal estava terminado para o abate, visualizando a inserção da cauda. Esse processo foi realizado pela mesma pessoa todas às vezes. Além disso, no início (03/06/2014) e no meio (30/07/2014) do confinamento foi feita avaliação da espessura de gordura subcutânea e da área de olho do lombo na região do contrafilé, entre a 11^a e 12^a costelas, utilizando-se aparelho de ultrassom Aquila, marca Pie Medical, com sonda específica para a obtenção de imagens, segundo metodologia de Herring et al. (1994). Apenas essas duas avaliações foram feitas para não causar estresse nos animais e não provocar edemas nas carcaças. Foram realizados três abates com aproximadamente 40 animais cada, em função da variação existente entre os animais quanto ao atendimento dos critérios estabelecidos para o abate (peso e espessura de gordura de 5 milímetros).

Os abates foram realizados em frigorífico comercial, de acordo com o processo do Sistema de Inspeção do Estado de São Paulo (SISP). Após 16 horas de espera no frigorífico, os animais foram insensibilizados por concussão cerebral, utilizando-se pistola de dardo cativo e em seguida sangrados pela secção das artérias carótidas e veias jugulares.

No frigorífico foram registrados os pesos de carcaça quente e fria. O rendimento de carcaça fria (ou quente) foi obtido dividindo-se o peso da carcaça fria (ou quente) pelo peso de abate, obtido após 16 horas de jejum.

Após a pesagem, as meias-carcaças foram resfriadas por 24 horas a 4 °C em câmara frigorífica e posteriormente separadas em dianteiro e traseiro, pela divisão entre a quinta e sexta costelas, com incisão feita a igual distância das referidas costelas, alcançando as regiões esternal (peito) e da coluna vertebral, à altura do quinto espaço intervertebral. Do traseiro, à distância de 20 cm da coluna vertebral, foi retirada a ponta de agulha ou costela, constituída das massas musculares que

recobrem as oito últimas costelas, a última esternébra, o apêndice xifoide e a região do vazio, resultando o traseiro especial.

A área do músculo *longissimus* (área de olho de lombo) foi avaliada na amostra retirada entre a 12ª e a 13ª costelas da meia carcaça esquerda; para tal o contorno do músculo foi desenhado em papel vegetal e a área do desenho medida com uso de quadrícula apropriada. Depois da mensuração, a área de olho de lombo foi expressa em relação a cada 100 kg de carcaça. A espessura de gordura externa (mm) foi medida no terceiro quarto da altura desse músculo, a partir da coluna vertebral, com auxílio de um paquímetro.

Após a desossa da meia-carcaça direita, os seguintes cortes foram pesados:

a) Dianteiro: Acém + Pescoço, Paleta + Músculos Dianteiros, Ponta de Peito e Cupim; b) Traseiro: Contra Filé, Filé Mignon, Miolo de Alcatra, Maminha, Picanha, Coxão Mole, Coxão Duro, Lagarto, Patinho, Músculos Traseiros, Fraldinha, Aparas Comestíveis (Aranha + Bananinha + Capa do Filé + Cordão do Filé + Picanha Grill - próxima ao coxão duro); e c) Ponta de Agulha inteira não desossada. As peças foram limpas obtendo os pesos dos cortes, dos retalhos de carne e de gordura (aparas) e dos ossos, do dianteiro e do traseiro especial.

Os dados de crescimento, de consumo de matéria seca, de tempo em confinamento, de conversão alimentar, das características de carcaça e dos cortes foram analisados por meio de análises de variância, utilizando-se o procedimento Mixed (SAS Inst., Inc., Cary, NC), com modelos estatísticos que incluíram os efeitos fixos de raça do touro (RT), grupo genético da vaca (GGV), sexo do animal e as interações duplas e triplas. Para os efeitos significativos, as médias foram comparadas pelo teste Tukey com 5% de significância. As características de desempenho em confinamento (pesos, ganhos, eficiência alimentar e consumo de alimentos) foram também analisadas substituindo-se os efeitos de RT, GGV e RT x GGV pelas covariáveis percentagem de taurino e percentagem de adaptado ou percentagem de taurino e percentagem de heterozigose no modelo estatístico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O grupo genético da vaca não apresentou efeito significativo sobre as características de desempenho em confinamento, mas sim sobre o ganho de peso

do desmame ao pré-confinamento, enquanto a raça do touro foi significativa apenas para consumo de matéria seca em percentagem do peso corporal e o sexo foi significativo para peso de abate, período em confinamento e ganho médio diário (Tabela 2). Entretanto, houve interações raça do touro - sexo para ganho de peso da desmama ao pré-confinamento e grupo genético da vaca – sexo para peso inicial e peso de abate.

Para ganho de peso da desmama até o pré-confinamento (GDC) os animais filhos de fêmeas nelores e $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore apresentaram maior ganho pré-confinamento que os demais animais (Tabela 2). Para essa variável houve interação raça do touro - sexo, em que ocorreu diferença entre os sexos apenas quando os pais eram Bonsmara, sendo que as fêmeas ganharam mais do que os machos (Tabela 3). Dentro de sexo houve diferença apenas no caso dos machos filhos de touros canchins que ganharam mais que os filhos de touros Bonsmara (Tabela 3).

Para o peso inicial de entrada no confinamento (PI) e o peso de abate (PA), houve interação grupo genético da vaca – sexo (Tabela 2); as diferenças entre os sexos ocorreram apenas para as vacas $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore, com superioridade dos machos, enquanto a diferença entre os grupos genéticos das vacas dependeu do sexo, sendo maiores para os machos e menores para as fêmeas de vacas $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore (Tabela 3). Este resultado para PI e PA seguiu o resultado do peso à desmama, em que as fêmeas filhas de vacas $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore foram mais leves, mas os machos foram mais pesados.

Os animais machos castrados permaneceram em média sete dias a menos confinados por ganharem em média 0,242 kg/dia a mais de peso diariamente do que as fêmeas, independente da raça do touro e do grupo genético da vaca.

As fêmeas começam a deposição de gordura na carcaça mais cedo que os machos, por outro lado, os machos depositam mais músculos que as fêmeas. O gasto energético é maior para deposição de gordura do que de músculo, o que faz esse processo menos eficiente energeticamente. Como as fêmeas são menos eficientes energeticamente, depositam quantidade menor de músculos e mais gordura, causando menores ganhos de peso do que os machos (OWENS et al.,1993). Dessa maneira, os machos permaneceram menos tempo confinados e,

por consequência, minimizando os custos de produção, o que é o mais relevante aos pecuaristas e para a cadeia produtiva da carne.

Os filhos de touros Brangus apresentaram médias superiores (0,4 unidades percentuais a mais) para consumo de matéria seca em percentual do peso corporal, possivelmente em função da fração ingerida pelo animal (Tabela 2). Os touros Bonsmara e Brangus são de porte médio e os canchins de porte maior; espera-se que animais com porte maior consumissem mais para atender a demanda energética, em função do maior potencial produtivo e exigências nutricionais (NRC, 1996). O tamanho do trato gastrointestinal é proporcional ao peso corporal, já as exigências de energia, ao peso corporal elevado à potência 0,75 (VAN SOEST, 1994). O consumo está atrelado a esses dois fatores, expoentes em torno de 0,5 e 0,8 são os melhores para descrever o consumo em função do peso corporal (COLBURN e EVANS, 1968). Expoentes inferiores a 1 implicam que o consumo de matéria seca, em relação ao peso corporal, decresce de forma mais intensa, à medida que o peso se eleva. Desta forma, parece que ocorre maior reciclagem do conteúdo ruminal em animais mais leves (NRC, 1987). Desse modo, esperava-se que os animais tivessem consumo de matéria seca semelhantes, em função de que os pesos de abate não se diferenciaram entre as raças de touros e grupos genéticos das vacas. No entanto os animais filhos de touros Brangus consumiram mais que os demais animais.

A eficiência alimentar (EA) não sofreu influência da raça do touro, do grupo genético da vaca e do sexo (Tabela 2). A dieta possivelmente pode ser o fator mais preponderante para modular a conversão alimentar em bovinos de corte confinados. Os machos foram ligeiramente mais eficientes que as fêmeas, porém não se diferiram estatisticamente para o parâmetro. No entanto, Fernandes et al. (2007) não observaram diferença na conversão alimentar em dietas diferentes, porém constaram diferença para condição sexual dos animais. Os machos não castrados apresentaram médias para EA inferior que às demais condições sexuais, o que torna essa categoria menos interessante economicamente.

Neste trabalho em geral, a raça do touro (exceto para consumo diário de matéria seca) e o grupo genético da vaca não influenciaram as características de desempenho em confinamento, apesar de o grupo genético do animal normalmente

influenciar essas características. Observa-se que, apesar de não muito grandes, há diferenças de composição de taurino e de adaptado entre raças de touros dentro de GGV e entre GGV dentro de RT e a heterozigose esperada (percentagem de locais nos cromossomos com um alelo de uma raça e o outro alelo de outra raça) nesses animais variou de 50% a 100%, com os pontos intermediários de 62,5% e 81,25%. Entretanto, quando os efeitos de RT, GGV e RT x GGV dos modelos estatísticos foram substituídos pelas covariáveis percentagem de taurino e percentagem de adaptado ou percentagem de taurino e percentagem de heterozigose, apenas a covariável percentagem de adaptado foi significativa ($P < 0,05$) para a característica ganho médio diário ($b = -0,00622 \pm 0,002618$). Apesar de algumas interações significativas, esses resultados mostram que os animais não eram suficientemente diferentes para apresentar desempenho diferente.

Tabela 2. Médias estimadas ($\pm$ erros-padrão) do ganho de peso da desmama até o pré-confinamento (GDC, kg), peso inicial de entrada no confinamento (PI, kg), peso de abate (PA, kg), idade do animal (IDADE, dias) período de confinamento (PCONF, dias), ganho médio diário (GMD, kg/dia), consumo de matéria seca em percentual do peso corporal (CMS, %) e eficiência alimentar (EA, kg/kg), de acordo com a raça do touro (RT), o grupo genético da vaca (GGV) e o sexo do animal.

	GDC	PI	PA	IDADE	PCONF	GMD	CMS	EA
RT								
Bonsmara	117,36 $\pm$ 4,14	364,07 $\pm$ 6,51	497,79 $\pm$ 7,61	656 $\pm$ 5,98	83 $\pm$ 2,56	1,633 $\pm$ 0,048	2,139 $\pm$ 0,085 ^B	0,148 $\pm$ 0,008
Brangus	113,01 $\pm$ 3,83	347,71 $\pm$ 6,02	487,18 $\pm$ 7,04	660 $\pm$ 5,53	85 $\pm$ 2,37	1,661 $\pm$ 0,044	2,504 $\pm$ 0,079 ^A	0,146 $\pm$ 0,008
Canchim	117,13 $\pm$ 3,79	365,68 $\pm$ 5,91	507,56 $\pm$ 6,97	664 $\pm$ 5,47	89 $\pm$ 2,35	1,616 $\pm$ 0,044	2,177 $\pm$ 0,078 ^B	0,152 $\pm$ 0,008
GGV¹								
Nelore	122,03 $\pm$ 4,55 ^A	360,74 $\pm$ 7,21	499,56 $\pm$ 8,37	661 $\pm$ 6,57	88 $\pm$ 2,82	1,608 $\pm$ 0,053	2,285 $\pm$ 0,094	0,155 $\pm$ 0,009
½ Se + ½ Ne ¹	118,15 $\pm$ 3,51 ^A	357,39 $\pm$ 5,55	488,39 $\pm$ 6,45	655 $\pm$ 5,07	85 $\pm$ 2,17	1,581 $\pm$ 0,040	2,249 $\pm$ 0,072	0,139 $\pm$ 0,007
½ An + ½ Ne ¹	106,97 $\pm$ 7,01 ^B	359,32 $\pm$ 5,74	504,57 $\pm$ 6,66	665 $\pm$ 5,23	86 $\pm$ 2,25	1,721 $\pm$ 0,042	2,285 $\pm$ 0,074	0,151 $\pm$ 0,007
Sexo								
Macho	112,70 $\pm$ 2,86	365,08 $\pm$ 5,56	519,34 $\pm$ 6,46	655 $\pm$ 5,07	82 $\pm$ 2,81 ^A	1,758 $\pm$ 0,033 ^A	2,383 $\pm$ 0,058	0,150 $\pm$ 0,006
Fêmea	118,73 $\pm$ 3,51	353,22 $\pm$ 5,51	475,67 $\pm$ 5,26	666 $\pm$ 4,13	90 $\pm$ 1,77 ^B	1,516 $\pm$ 0,041 ^B	2,163 $\pm$ 0,072	0,148 $\pm$ 0,007
Fonte de variação	Nível de significância							
RT	0,6940	0,0756	0,1258	0,6234	0,1866	0,7553	0,0004	0,8819
GGV	0,0206	0,9301	0,2107	0,4063	0,6448	0,0503	0,3245	0,3551
Sexo	0,1870	0,1014	0,0001	0,0903	0,0095	0,0001	0,3694	0,8166
RT x GGV	0,5210	0,3208	0,2543	0,8027	0,7835	0,3112	0,9469	0,7807
Sexo x RT	0,0432	0,1038	0,0769	0,8114	0,8826	0,8486	0,0794	0,7303
Sexo x GGV	0,7500	0,0017	0,0017	0,2460	0,8650	0,4294	0,2232	0,3292

¹ ½ Se + ½ Ne = ½ Senepol + ½ Nelore; ½ An + ½ Ne = ½ Angus + ½ Nelore. Médias com letras maiúsculas iguais na coluna dentro de cada característica não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Tabela 3. Desdobramento das interações sexo - raça do touro (RT) para ganho de peso da desmama até o pré-confinamento (GDC, kg) e sexo - grupo genético da vaca (GGV) para peso inicial de entrada no confinamento (PI, kg) e peso de abate (PA, kg).

RT			
	Bonsmara	Brangus	Canchim
Sexo	GDC		
Macho	107,68 ±4,84 ^{Bb}	108,11 ±5,32 ^{Bb}	121,77 ±4,69 ^{Ba}
Fêmea	126,64 ±6,72 ^{Aa}	117,35 ±5,52 ^{Ab}	112,50 ±5,96 ^{Bb}
GGV			
	Nelore	½ Senepol + ½ Nelore	½ Angus + ½ Nelore
	PI		
Macho	364,58 ±11,57 ^{Ab}	380,99 ±7,77 ^{Aa}	357,35 ±7,10 ^{Ab}
Fêmea	356,91 ±11,57 ^{Aa}	333,79 ±7,94 ^{Bb}	361,30 ±9,02 ^{Aa}
	PA		
Macho	513,11 ±9,95 ^{Ab}	530,24 ±9,09 ^{Aa}	514,68 ±8,22 ^{Ab}
Fêmea	486,02 ±13,40 ^{Aa}	446,54 ±9,19 ^{Bb}	494,46 ±10,44 ^{Aa}

Médias com letras maiúsculas (coluna) e minúsculas (linha) iguais, dentro de cada efeito, não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

A raça do touro, o grupo genético da vaca e o sexo do animal apresentaram efeito significativo sobre os pesos e os rendimentos de carcaça, mas não sobre a perda por resfriamento, entretanto houve interação grupo genético da vaca – sexo para os pesos de carcaça quente e fria (Tabela 4). A espessura de gordura foi influenciada pela raça do touro e pelo sexo, enquanto a área de olho de lombo foi influenciada apenas pelo sexo do animal e houve interação sexo - grupo genético da vaca para ambas as características (Tabela 4).

As perdas durante o resfriamento na câmara fria foram minimizadas pelo fato de todos os animais apresentarem bom acabamento de carcaça, o que diminuiu a quebra pelo frio. Mesmo no caso dos machos, que apresentaram gordura subcutânea menor do que as fêmeas, a espessura de gordura foi suficiente para minimizar a PPR.

Tabela 4. Médias estimadas ($\pm$ erros-padrão) do peso da carcaça quente (PCQ, kg), peso da carcaça fria (PCF, kg), rendimento da carcaça quente (RCQ, %), rendimento da carcaça fria (RCF, %), perda por resfriamento (PPR, %), área de olho de lombo por 100 kg de carcaça fria (AOL, cm²/100 kg de carcaça) e espessura de gordura (EGAOL, mm), de acordo com a raça do touro (RT), o grupo genético da vaca (GGV) e o sexo do animal.

	PCQ	PCF	RCQ	RCF	PPR	AOL	EGAOL
RT							
Bonsmara	266,54 $\pm$ 4,41 ^B	263,77 $\pm$ 4,3 ^B	53,51 $\pm$ 0,25 ^B	52,96 $\pm$ 0,24 ^B	1,03 $\pm$ 0,06	25,34 $\pm$ 0,47	8,86 $\pm$ 0,51 ^B
Brangus	257,98 $\pm$ 4,01 ^B	255,48 $\pm$ 4,0 ^B	52,92 $\pm$ 0,23 ^B	52,41 $\pm$ 0,22 ^B	0,95 $\pm$ 0,05	25,18 $\pm$ 0,44	10,43 $\pm$ 0,53 ^A
Canchim	275, 57 $\pm$ 4,02 ^A	272,74 $\pm$ 3,9 ^A	54,28 $\pm$ 0,22 ^A	53,72 $\pm$ 0,22 ^A	1,02 $\pm$ 0,05	25,68 $\pm$ 0,43	7,22 $\pm$ 0,52 ^B
GGV¹							
Nelore	270,71 $\pm$ 4,81 ^A	268,12 $\pm$ 4,7 ^A	54,13 $\pm$ 0,27 ^A	53,61 $\pm$ 0,26 ^A	0,95 $\pm$ 0,07	25,61 $\pm$ 0,52	8,17 $\pm$ 0,61
½ Se + ½ Ne ¹	258,29 $\pm$ 3,72 ^B	255,58 $\pm$ 3,6 ^B	52,89 $\pm$ 0,21 ^B	52,35 $\pm$ 0,20 ^B	1,03 $\pm$ 0,05	25,34 $\pm$ 0,39	9,66 $\pm$ 0,52
½ An + ½ Ne ¹	271,10 $\pm$ 3,84 ^A	268,29 $\pm$ 3,8 ^A	53,68 $\pm$ 0,22 ^A	53,13 $\pm$ 0,21 ^A	1,03 $\pm$ 0,05	25,26 $\pm$ 0,41	8,68 $\pm$ 0,55
SEXO							
Macho	279,77 $\pm$ 3,01 ^A	276,76 $\pm$ 2,9 ^A	53,87 $\pm$ 0,17 ^A	53,29 $\pm$ 0,16 ^A	0,94 $\pm$ 0,05	24,11 $\pm$ 0,32 ^B	7,86 $\pm$ 0,43 ^B
Fêmea	253,62 $\pm$ 3,71 ^B	251, 24 $\pm$ 3,6 ^B	53,27 $\pm$ 0,21 ^B	52,76 $\pm$ 0,20 ^B	1,06 $\pm$ 0,04	26,69 $\pm$ 0,40 ^A	9,81 $\pm$ 0,51 ^A
Fonte de variação	Nível de significância						
RT	0,0109	0,0112	0,0003	0,0003	0,6482	0,7120	0,0004
GGV	0,0338	0,0308	0,0014	0,0007	0,6189	0,8692	0,1795
SEXO	0,0001	0,0001	0,0326	0,0496	0,0900	0,0001	0,0351
RT x GGV	0,3045	0,2841	0,8056	0,8577	0,6897	0,5282	0,3608
SEXO x RT	0,0795	0,0786	0,1527	0,1882	0,6039	0,0519	0,3819
SEXO x GGV	0,0035	0,0034	0,3797	0,4063	0,3704	0,048	0,0498

¹ ½ Se + ½ Ne = ½ Senepol + ½ Nelore; ½ An + ½ Ne = ½ Angus + ½ Nelore. Médias com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Os animais machos, os filhos de touros canchins e os filhos de vacas Nelore e $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore apresentaram, em geral, pesos e rendimentos de carcaça quente e fria superiores aos demais animais e os machos e os filhos de touros canchins e bonsmara apresentaram menores médias para EGAOL e AOL e para EGAOL, respectivamente (Tabela 4). Os animais acima citados depositaram mais tecidos musculares na carcaça em detrimento da gordura e, em função disso, seus pesos e rendimentos de carcaça foram maiores, pelo fato que a gordura é menos densa que o tecido muscular. A deposição de gordura requer maior gasto energético do que a deposição de músculo, o que torna sua deposição mais cara economicamente e energeticamente, assim tornando menos vantajoso criar animais que depositem maior cobertura de gordura (OWENS et al., 1993).

Desdobrando a interação sexo – grupo genético da vaca, os animais machos filhos das vacas $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore apresentaram médias de pesos de carcaças superiores às fêmeas, enquanto as fêmeas filhas de vacas $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore tiveram médias inferiores às filhas das vacas dos outros grupos genéticos (Tabela 5). Já para espessura de gordura (EGAOL), as fêmeas filhas de vacas nelores e $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore apresentaram médias superiores aos machos, enquanto que dentro de sexos, os machos filhos de vacas $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore foram superiores aos machos filhos dos touros das outras raças, enquanto que para as fêmeas a maior média foi para as filhas de vacas $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore. Para a área de olho de lombo (AOL) a diferença entre os sexos ocorreu apenas para os filhos das vacas $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore, com superioridade das fêmeas, e não houve diferença entre grupos genéticos das vacas dentro de sexo do bezerro (Tabela 5).

Esse fato está atrelado na sequência da deposição dos tecidos nas diferentes categorias. Owens et al.(1993) relataram que as fêmeas depositam gordura subcutânea mais precocemente do que os machos, processo esse menos eficiente em função de gastos energéticos maiores do que para o desenvolvimento muscular. Em função disso, as fêmeas provavelmente também depositaram mais gordura visceral, que é retirada durante o processo de abate, o que diminui o peso e também o rendimento de carcaça. Os machos, por outro lado, depositam musculatura mais precocemente do que as fêmeas com menor gasto energético.

No entanto, pelos resultados apresentados na Tabela 5 para a variável área de olho de lombo, as fêmeas ½ Senepol + ½ Nelore depositaram mais tecido muscular e apresentaram maior AOL do que os machos, o que contradiz Owens et al.(1993). Esse grupo genético das vacas favoreceu maior deposição de tecido muscular nas fêmeas em vez de nos machos. Nos demais grupos genéticos os dois gêneros apresentaram médias semelhantes para o parâmetro AOL.

Tabela 5. Desdobramento da interação sexo - grupo genético da vaca para peso da carcaça quente (PCQ, kg), peso da carcaça fria (PCF, kg), espessura de gordura (EGAOL,mm) e área de olho de lombo (AOL, cm²/100 kg de carcaça).

GGV			
Sexo	Nelore	½ Senepol + ½ Nelore	½ Angus + ½ Nelore
PCQ			
Macho	278,05 ±5,79 ^{Aa}	282,42 ±5,14 ^{Aa}	278,85 ±4,78 ^{Aa}
Fêmea	263,37 ±7,79 ^{Aa}	234,16 ±5,35 ^{Bb}	263,35 ±6,07 ^{Ba}
PCF			
Macho	275,29 ±5,70 ^{Aa}	279,25 ±5,06 ^{Aa}	275,73 ±4,70 ^{Aa}
Fêmea	260,95 ±7,67 ^{Aa}	231,91 ±5,26 ^{Bb}	260,86 ±5,98 ^{Aa}
EGAOL			
Macho	6,99 ±0,78 ^{Bb}	8,70 ±0,69 ^{Aa}	7,90 ±0,64 ^{Bb}
Fêmea	9,36 ±1,05 ^{Ab}	8,66 ±0,72 ^{Ab}	11,41 ±0,82 ^{Aa}
AOL			
Macho	24,62 ±0,62 ^{Aa}	23,21 ±0,55 ^{Ba}	24,50 ±0,51 ^{Aa}
Fêmea	26,60 ±0,83 ^{Aa}	27,46 ±0,57 ^{Aa}	26,02 ±0,65 ^{Aa}

Médias com letras maiúsculas (coluna) e minúsculas (linha) iguais não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Quanto aos rendimentos de dianteiro, de seus cortes e de ponta de agulha, houve efeito significativo apenas do efeito principal de sexo, não havendo também nenhuma interação significativa (Tabela 6). Os animais machos apresentaram médias superiores para as variáveis acima citadas, exceto para o rendimento de ponta de agulha, em que as fêmeas foram superiores. Em função dos animais machos depositarem tecido muscular mais precocemente do que as fêmeas, eles são mais musculosos, causando essa diferença entre os gêneros. Porém, as fêmeas apresentaram médias superiores para o rendimento de ponta de agulha, possivelmente pela maior deposição de gordura de cobertura.

Tabela 6. Médias estimadas ($\pm$ erros-padrão) do rendimento do dianteiro frio (RD,%) e rendimento de ponta de agulha (RPA,%) em relação ao peso da carcaça fria direita, e os rendimentos de paleta+músculo dianteiro (RPAMD,%), de acém+pescoço (RACPESC,%), de peito (RPEITO,%), de acordo com a raça do touro (RT), o grupo genético da vaca (GGV) e o sexo do animal.

	RD	RPAMD	RACPESC	RPEITO	RPA
RT					
Bonsmara	38,080 $\pm$ 0,220	29,672 $\pm$ 0,203	32,512 $\pm$ 0,294	12,942 $\pm$ 0,195	14,658 $\pm$ 0,227
Brangus	37,656 $\pm$ 0,204	29,705 $\pm$ 0,188	32,274 $\pm$ 0,272	12,856 $\pm$ 0,180	15,023 $\pm$ 0,210
Canchim	37,660 $\pm$ 0,200	29,857 $\pm$ 0,185	32,970 $\pm$ 0,267	12,482 $\pm$ 0,177	14,500 $\pm$ 0,206
GGV					
Nelore	37,838 $\pm$ 0,242	29,837 $\pm$ 0,224	32,641 $\pm$ 0,323	12,914 $\pm$ 0,214	14,659 $\pm$ 0,249
½ Se + ½ Ne ¹	37,992 $\pm$ 0,185	29,610 $\pm$ 0,171	32,920 $\pm$ 0,247	12,619 $\pm$ 0,164	14,487 $\pm$ 0,191
½ An + ½ Ne ¹	37,566 $\pm$ 0,193	29,788 $\pm$ 0,178	32,195 $\pm$ 0,257	12,748 $\pm$ 0,171	15,035 $\pm$ 0,199
SEXO					
Macho	38,597 $\pm$ 0,151 ^A	30,065 $\pm$ 0,172 ^A	33,122 $\pm$ 0,202 ^A	13,171 $\pm$ 0,165 ^A	14,423 $\pm$ 0,152 ^B
Fêmea	37,001 $\pm$ 0,187 ^B	29,424 $\pm$ 0,140 ^B	32,049 $\pm$ 0,249 ^B	12,349 $\pm$ 0,134 ^B	15,031 $\pm$ 0,192 ^A
Fontes de variação					
	Nível de significância				
RT	0,2808	0,7658	0,1854	0,1717	0,1992
GGV	0,2831	0,6645	0,1313	0,5504	0,1317
SEXO	0,0001	0,0048	0,0012	0,0002	0,0158
RT x GGV	0,9912	0,6839	0,4448	0,8466	0,4339
Sexo x RT	0,9915	0,2777	0,4045	0,8165	0,3726
Sexo x GGV	0,6219	0,6654	0,0630	0,6977	0,1187

¹ ½ Se + ½ Ne = ½ Senepol + ½ Nelore; ½ An + ½ Ne = ½ Angus + ½ Nelore.

Médias com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Com respeito aos rendimentos de traseiro e de seus cortes, houve efeito de raça de touro para os rendimentos de traseiro frio (RTR), de filé mignon (RFMING), de picanha (RPIC), de coxão mole (RCMOLE), de coxão duro (RCDURO), de patinho (RPAT) e de fraldão (RFRAL), enquanto o grupo genético da vaca influenciou apenas RPIC e RPAT e o sexo influenciou apenas RTRF e RPAT (Tabelas 7 e 8). Não houve interação significativa para essas características. De maneira geral, os filhos dos touros canchins apresentaram maiores RTFR, RFMING, RCMOLE, RCDURO, RPAT e RFRAL, porém foi inferior para RPIC (Tabelas 7 e 8). Os touros canchins por serem descendentes da raça continental Charolesa, cujos animais são de grande porte e musculosos, conferiram aos filhos maior síntese (deposição) de tecido muscular e, por consequência, maior musculabilidade, o que propiciou maiores rendimentos dos cortes acima citados. Em função disso, a utilização dos touros canchins seria interessante para aumentar o volume de produção de carne processada nas indústrias.

Tabela 7. Médias estimadas ($\pm$ erros-padrão) do rendimento do traseiro frio especial (RTR, %), e os rendimentos de contrafilé (RCFILE, %), de filé mignon (RFMING, %), de miolo de alcatra+maminha (RMIOM, %), de picanha (RPIC, %) e de coxão mole (RMMOLE, %), de acordo com a raça do touro (RT), o grupo genético da vaca (GGV) e o sexo do animal.

	RTR	RCFILE	RFMING	RMIOM	RPIC	RCMOLE
RT						
Bonsmara	47,257 $\pm$ 0,195 ^B	12,369 $\pm$ 0,153	2,934 $\pm$ 0,037 ^B	8,201 $\pm$ 0,062	1,922 $\pm$ 0,039 ^A	14,770 $\pm$ 0,108 ^A
Brangus	47,310 $\pm$ 0,180 ^B	12,477 $\pm$ 0,142	2,837 $\pm$ 0,034 ^B	7,945 $\pm$ 0,057	1,887 $\pm$ 0,036 ^A	14,267 $\pm$ 0,100 ^B
Canchim	47,847 $\pm$ 0,177 ^A	12,381 $\pm$ 0,139	3,014 $\pm$ 0,034 ^A	8,039 $\pm$ 0,056	1,748 $\pm$ 0,035 ^B	14,948 $\pm$ 0,098 ^A
GGV						
Nelore	47,499 $\pm$ 0,214	12,158 $\pm$ 0,168	2,941 $\pm$ 0,041	8,119 $\pm$ 0,068	1,783 $\pm$ 0,043 ^B	14,802 $\pm$ 0,119
½ Se + ½ Ne ¹	47,519 $\pm$ 0,164	12,455 $\pm$ 0,129	2,922 $\pm$ 0,031	8,019 $\pm$ 0,052	1,920 $\pm$ 0,032 ^A	14,622 $\pm$ 0,091
½ An + ½ Ne ¹	47,396 $\pm$ 0,171	12,614 $\pm$ 0,134	2,920 $\pm$ 0,032	8,047 $\pm$ 0,054	1,853 $\pm$ 0,034 ^A	14,560 $\pm$ 0,094
Sexo						
Macho	46,979 $\pm$ 0,134 ^B	12,275 $\pm$ 0,105	2,906 $\pm$ 0,025	8,051 $\pm$ 0,042	1,930 $\pm$ 0,033 ^A	14,729 $\pm$ 0,074
Fêmea	47,963 $\pm$ 0,165 ^A	12,542 $\pm$ 0,130	2,950 $\pm$ 0,031	8,072 $\pm$ 0,052	1,775 $\pm$ 0,026 ^B	14,594 $\pm$ 0,091
Fonte de variação						
	Nível de significância					
RT	0,0436	0,8448	0,0019	0,1211	0,0025	0,0001
GGV	0,8634	0,1113	0,9119	0,5076	0,0407	0,2754
Sexo	0,0001	0,1138	0,2867	0,7584	0,0004	0,6547
RT x GGV	0,1523	0,4894	0,6302	0,1772	0,6489	0,2535
Sexo x RT	0,2633	0,5622	0,2409	0,2956	0,8148	0,4907
Sexo x GGV	0,3935	0,3759	0,4270	0,1221	0,8179	0,3325

¹ ½ Se + ½ Ne = ½ Senepol + ½ Nelore; ½ An + ½ Ne = ½ Angus + ½ Nelore. Médias com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Tabela 8. Médias estimadas ($\pm$ erros-padrão) do rendimento do traseiro frio especial (RTR, %), e os rendimentos de coxão duro (RCDURO, %), de lagarto (RLAG, %), de patinho (RPAT, %), de fraldão (RFRAL, %) e de músculo (RMUSC, %), de acordo com a raça do touro (RT), o grupo genético da vaca (GGV) e o sexo do animal.

	RTR	RCDURO	RLAG	RPAT	RFRAL	RMUSC
RT						
Bonsmara	47,257 $\pm$ 0,195 ^B	7,538 $\pm$ 0,072 ^B	3,953 $\pm$ 0,054	8,271 $\pm$ 0,059 ^A	2,933 $\pm$ 0,060 ^B	6,684 $\pm$ 0,064
Brangus	47,310 $\pm$ 0,180 ^B	7,355 $\pm$ 0,066 ^B	3,862 $\pm$ 0,050	8,023 $\pm$ 0,055 ^B	3,080 $\pm$ 0,056 ^B	6,626 $\pm$ 0,059
Canchim	47,847 $\pm$ 0,177 ^A	7,603 $\pm$ 0,065 ^A	3,869 $\pm$ 0,049	8,336 $\pm$ 0,054 ^A	3,181 $\pm$ 0,055 ^A	6,642 $\pm$ 0,058
GGV						
Nelore	47,499 $\pm$ 0,214	7,584 $\pm$ 0,079	3,837 $\pm$ 0,059	8,365 $\pm$ 0,065 ^A	3,009 $\pm$ 0,066	6,652 $\pm$ 0,071
½ Se + ½ Ne ¹	47,519 $\pm$ 0,164	7,469 $\pm$ 0,060	3,953 $\pm$ 0,045	8,170 $\pm$ 0,049 ^B	3,049 $\pm$ 0,051	6,684 $\pm$ 0,054
½ An + ½ Ne ¹	47,396 $\pm$ 0,171	7,442 $\pm$ 0,063	3,895 $\pm$ 0,047	8,095 $\pm$ 0,052 ^B	3,135 $\pm$ 0,053	6,616 $\pm$ 0,056
SEXO						
Macho	46,979 $\pm$ 0,134 ^B	7,433 $\pm$ 0,049	3,941 $\pm$ 0,037	8,296 $\pm$ 0,040 ^A	3,080 $\pm$ 0,041	6,810 $\pm$ 0,044 ^A
Fêmea	47,963 $\pm$ 0,165 ^A	7,563 $\pm$ 0,061	3,848 $\pm$ 0,046	8,124 $\pm$ 0,050 ^B	3,049 $\pm$ 0,051	6,491 $\pm$ 0,054 ^B
Fonte de variação	Nível de significância					
RT	0,0436	0,0277	0,4064	0,0002	0,0124	0,7995
GGV	0,8634	0,3533	0,2988	0,0063	0,2922	0,6875
Sexo	0,0001	0,3047	0,1217	0,0094	0,6402	0,0001
RT x GGV	0,1523	0,1026	0,9845	0,5796	0,4643	0,8822
Sexo x RT	0,2633	0,3966	0,8091	0,3473	0,4855	0,5629
Sexo x GGV	0,3935	0,0962	0,6051	0,1626	0,7258	0,0889

¹ ½ Se + ½ Ne = ½ Senepol + ½ Nelore; ½ An + ½ Ne = ½ Angus + ½ Nelore.

Médias com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

CONCLUSÃO

A utilização de touros canchins fez com que a produção de carne ficasse mais vantajosa, pelo fato de seus filhos consumirem menos alimento e promoverem maiores rendimentos de carcaça, de traseiro e de cortes de traseiro especial, o que eleva o volume de carne processada.

REFERÊNCIAS

BRONDANI, I.L. Desempenho e características de carcaça de bovinos jovens. Jaboticabal, SP: UNESP, 2002. 133p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2002.

FERNANDES; A. R. M.; SAMPAIO; A. A. M.; HENRIQUE; W.; PERECIN; D.; OLIVEIRA; E. A.; TÚLLIO; R. R. Avaliação econômica e desempenho de machos e fêmeas Canchim em confinamento alimentados com dietas à base de silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.855-864, 2007.

FERREIRA, M. DE A.; VALADARES FILHO, S. DE C.; MUNIZ, E. B.; VERAS, A. S. C. Características das Carcaças, Biometria do Trato Gastrintestinal, Tamanho dos Órgãos Internos e Conteúdo Gastrintestinal de Bovinos F1 Simental x Nelore Alimentados com Dietas contendo Vários Níveis de Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p.1174-1182, 2000.

HERRING, W.O.; MILLER, D.C.; BERTRAND, J.K. et al. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2216-2226, 1994.

JUNQUEIRA, J.O.B.; VELLOSO, L.; FELÍCIO, P.E. Desempenho, Rendimento de carcaça e cortes de animais, machos e fêmeas mestiços Marchigiana x Nelore, terminados em confinamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1199-1205, 1998.

MARTIN, L.C.T. Confinamento de bovinos de corte. Modernas técnicas. 2ªEd., São Paulo: Nobel, 1987. 124p.

MOODY, W.G., LITTLE, Jr., THRIFT, F.A. et al. Influence of length of a high roughage ration on quantitative and qualitative characteristics of beef. **Journal of Animal Science**. 31:866-873, 1970.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient requirements of domestic animals. 7 th revised edition. Washington: National Academy Press, 1996. 242p.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. v. 71, p. 3138-3150, 1993.

RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; NEUMANN, M. Eficiência na terminação de bovinos de corte. In.: RESTLE, J. (Ed.). Eficiência na Produção de Bovinos de Corte. Santa Maria: Imprensa Universitária – UFSM, p.277-303. 2000.

RESTLE, J., VAZ, F.N. Confinamento de bovinos definidos e cruzados. In: LOBATTO, J.F.P., BARCELLOS, J.O.J., KESSLER, A.M. (Eds.). Produção de bovinos de corte, Porto Alegre: EDIPUCRS, p.141-167, 1999.

RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; BERNARDES, R.A.C. O novilho superprecoces. In: RESTLE, J. (Ed) Confinamento, pastagens e suplementação para produção de bovinos de corte. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1999. p.191-214.

SANTOS, A. P. DOS. Desempenho, características da carcaça e da carne de bovinos de diferentes sexos e idades, terminados em confinamento. Santa Maria, RS: UFSM, 2005.133p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade federal de Santa Maria,2005.

VAN SOEST, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press. 476p.

VAZ, F.N., RESTLE, J., QUADROS, A.R., et al. Características da carcaça e da carne de novilhos e de vacas de descarte Hereford, terminados em confinamento . **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1501-1510, 2002 (suplemento).

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

CAPÍTULO 3 - Parâmetros qualitativos dos músculos *longissimus* e *semitendinosus in natura* e maturados de bovinos cruzados

RESUMO- O cruzamento entre raças e a maturação da carne podem melhorar a qualidade da carne produzida no País. O objetivo foi avaliar parâmetros qualitativos dos músculos *longissimus dorsi* e *semitendinosus in natura* e maturados por sete e quatorze dias, de bovinos cruzados de diferentes proporções de taurino e de adaptado. Foram utilizados 124 animais (72 machos e 52 fêmeas) filhos de vacas nelores, $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore e de touros das raças Canchim, Bonsmara e Brangus, nascidos do final de setembro de 2012 a início de janeiro de 2013. Esses animais foram confinados aproximadamente aos 18 meses de idade, após um período de recria a pasto. Os animais foram abatidos, em média, com 519 kg e 475 kg de peso vivo para machos e fêmeas, respectivamente, e com acabamento avaliado visualmente. 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 retiradas amostras desses dois músculos para as análises da qualidade da carne *in natura* e após maturação por sete e quatorze dias. Foram realizadas as análises de cor da carne, pH, força de cisalhamento, capacidade de retenção de água, perda por cozimento, índice de fragmentação miofibrilar, colágeno, proteína solúvel, oxidação lipídica na carne *in natura* e maturada, e análises centesimal, comprimento de sarcômero, colesterol, perfil de ácidos graxos e cor da gordura apenas na carne *in natura*. 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. Não houve efeito significativo de RT, GGV e sexo sobre as características comprimento de sarcômero (SARC), proteína, estrato 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 efeito principal de 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 índice de fragmentação miofibrilar (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. 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: Comprimento de sarcômero, colesterol, força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, pH, proteína solúvel.

CHAPTER 3 - Qualitative parameters of fresh and aged *longissimus* and *semitendinosus* muscles of crossbred cattle

ABSTRACT- Crossbreeding and aging can be used to improve meat quality in Brazil. The objective in this study was to evaluate qualitative parameters of fresh and aged *longissimus* and *semitendinosus* muscles of crossbred beef cattle with different proportions of *Bos taurus* and adaptation. One hundred and twenty four animals (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. These animals were feedlot at about 18 months of age, after a period in pasture after weaning. The animals were slaughtered, on the average, with 519 kg (males) and 4750 kg (females) and were finished. 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. Analyses of color of the meat, pH, shear force (FC), water holding capacity (CRA), cooking loss (PPC), myofibril fragmentation index (IFM), collagen, soluble protein, and lipid oxidation both in fresh and aged meat, and analyses of centesimal, sarcomere length (SARC), cholesterol (CLT), fatty acids and color of fat in fresh meat were done. 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. There was no effect of RT, GGV and sex for SARC, protein, fatty acid, mineral and humidity. Of these traits, muscle affected only SARC, the *semitendinosus* showing higher mean. 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, SAT and ATERO were higher for *longissimus*, while AGMI was higher for *semitendinosus*. Despite some double interactions, mainly involving sex, FC was affected by RT, GGV, sex, TM and muscle, IFM was affected by TM and muscle, CRA was affected by RT, GGV, TM and muscle, 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 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 aterogenicity.

Keywords: cholesterol, myofibril fragmentation index, pH, sarcomere length, shear force, soluble protein.

INTRODUÇÃO

O Brasil exportou em 2015 cerca de 9,6 bilhões de toneladas de carne bovina *in natura*, tornando-se um dos maiores exportadores de carne bovina no mundo (USDA, 2015). O País é competitivo como exportador de carne bovina em função do sistema de criação extensivo utilizado. O sistema de criação extensivo permite baixos custos de produção em relação ao intensivo, porém os animais são abatidos tardiamente e, conseqüentemente, com baixa qualidade dos cortes cárneos exportados.

As principais características que o consumidor leva em consideração no ato da compra são a coloração e também a maciez, e estão dispostos a pagar mais caro por isso (FLORES, 1997). Uma forma de agregar valor à carne produzida atualmente no Brasil é melhorar a sua qualidade, levando em consideração suas propriedades organolépticas, que incluem aparência, cor, conteúdo de gordura, sabor e maciez. Enquanto a cor e a presença de gordura são importantes e influenciam na decisão de compra realizada pelo consumidor, estudos indicam que o grau de maciez do músculo após o abate é um dos mais importantes fatores que contribuem significativamente para a qualidade da carne (KOOHMARAIE, 2002; PEREIRA, 2006).

Em função disso, há necessidade de melhorar a qualidade da carne a ser exportada, para que o Brasil não perca seu importante papel no cenário internacional. A utilização de animais cruzados, juntamente com a utilização do confinamento, como estratégia alimentar, e a maturação, tem crescido nos últimos anos para sanar as deficiências do sistema de criação e da qualidade da carne produzida no País. Koomaraie (2002) reforçou que a utilização de raças precoces em sistema de produção intensificado propicia melhoria na qualidade da carcaça e da carne, o que possibilita agregar valor a cortes cárneos considerados no mercado como de segunda. Relatos do mesmo autor revelam que cortes cárneos provenientes de animais precoces maturados por três dias apresentaram valores para maciez inferiores a 5 kgf, valores estes que são considerados como carne macia. O uso da maturação é um dos fatores *post mortem* que pode ser empregado para minimizar a não padronização da maciez da carne bovina produzida no País.

Assim, o objetivo foi avaliar parâmetros qualitativos dos músculos *longissimus* e *semitendinosus in natura* e maturados por sete e quatorze dias, de bovinos cruzados de diferentes proporções de taurino e de adaptado. O *longissimus* foi avaliado por ser um músculo padrão, enquanto o *semitendinosus*, músculo também de traseiro, mas considerado de corte não nobre, ainda é pouco estudado quanto aos efeitos de grupo genético. Além disso, a avaliação conjunta dos dois músculos pode mostrar a qualidade que o *semitendinosus* apresenta em relação ao *longissimus*.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse experimento foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética para o Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Pecuária Sudeste, com protocolo de número 02/2015.

O experimento foi desenvolvido na Embrapa Pecuária Sudeste, no município de São Carlos, São Paulo. Foram utilizados 124 animais (72 machos e 52 fêmeas) filhos de vacas nelores, $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore e touros das raças Canchim, Bonsmara e Brangus, nascidos do final de setembro de 2012 a início de janeiro de 2013. Após o desmame (julho a agosto de 2013) os animais dos nove grupos genéticos foram mantidos em piquetes de *Panicum maximum* cv. mombaça, suplementados até o final do período seco (outubro/novembro de 2013), ocasião em que, após a castração dos machos, todos os animais foram mantidos em pastagens adubadas de capim-mombaça, com suplementação de mistura mineral, por todo o período das águas. Após o período de avaliação em pastejo com suplementação de apenas mistura mineral, 15/11/2013 a 15/05/2014, em média aos 18 meses de idade, todos os animais foram confinados por um período variável e depois foram abatidos. O confinamento foi realizado em baias coletivas descobertas, de terra batida, com 396 m² (22 m x 18 m) e providas de bebedouro e dois cochos eletrônicos que monitoraram o consumo dos animais individualmente (calçamento de 1,5 metros de largura). A estrutura do confinamento era constituída de oito baias que alojaram aproximadamente quinze animais cada, separados por sexo. Durante o confinamento os animais receberam três refeições diariamente e a quantidade de ração sofreu ajustes em função das sobras observadas, procurando-se garantir consumo *ad libitum*.

Os animais foram abatidos, em média, com 519,3 kg e 475,7 kg de peso vivo para machos e fêmeas, respectivamente. Além do peso corporal, foi feita também avaliação da espessura de gordura pelo ultrassom e também visual para verificar se o animal estava terminado para o abate observando-se a inserção da cauda, processo realizado pela mesma pessoa todas às vezes. O abate foi realizado em frigorífico comercial, de acordo com o processo do Sistema de Inspeção do Estado de São Paulo (SISP).

As carcaças foram divididas ao meio e resfriadas por 24 horas (2 a 4 °C) em câmara frigorífica. O contrafilé com osso foi coletado da carcaça direita no frigorífico na seção contendo da 6^a até a 12^a costelas do traseiro esquerdo e o *semitendinosus* foi retirado inteiro durante a desossa de cada animal e foram transportados até o laboratório da Embrapa Pecuária Sudeste. Após a desossa e a separação dos músculos *longissimus* e *semitendinosus*, foram fatiados três bifes de 2,5 cm, sendo um utilizado para as análises de qualidade física (cor, pH, força de cisalhamento, perda por cozimento, capacidade de retenção de água) da carne *in natura* e os outros dois para as análises da carne maturada por sete e 14 dias. Para as análises químicas (índice de fragmentação miofibrilar, colágeno total, colesterol total, oxidação lipídica, proteína solúvel e comprimento de sarcômero) utilizaram-se bifes com 0,5 cm de espessura. As amostras *in natura* e maturadas foram submetidas sequencialmente a análises objetivas da cor, do potencial hidrogeniônico (pH), da perda por cocção (PPC) e da força de cisalhamento (FC). Para a maturação, as amostras foram embaladas a vácuo e mantidas em câmara fria (entre 0 °C e 2 °C) pelo período determinado, após o qual foram submetidas às análises de acordo com as metodologias descritas a seguir.

Foram realizadas as análises de cor, pH, capacidade de retenção de água, perda por cozimento, força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, colágeno, proteína solúvel e oxidação lipídica na carne *in natura* e maturada por sete e quatorze dias. Já as análises centesimal, comprimento de sarcômero, colesterol e perfil de ácidos graxos e de cor da gordura foram feitas apenas na carne *in natura*.

As determinações da cor da carne foram realizadas com colorímetro portátil da marca Hunter Lab, modelo MiniScan® XE Plus utilizando iluminante D65, 10 graus para observação padrão e calibrado para padrão branco. Este aparelho mede as

variações dentro do espaço de cor CIELab, com avaliação da luminosidade (L^*), da intensidade da cor vermelha (a^*) e da intensidade da cor amarela (b^*). As medidas foram feitas em três lugares diferentes, na superfície da amostra, tomando-se a média como o valor determinado. Trinta minutos antes da realização das medidas foi realizado um corte transversal ao músculo, para exposição da mioglobina ao oxigênio. A cor da gordura foi tomada em único ponto da gordura externa que recobre a região do contrafilé localizada na porção entre a 11^a e a 12^a costelas.

O pH foi avaliado em três pontos da porção muscular quando a diferença entre os valores destas medidas não foi maior que 0,10 e em cinco pontos quando a diferença entre os pontos foi maior que este valor. Utilizou-se para isto um medidor digital marca Testo®, modelo 230, com eletrodo de perfuração de vidro para medida de pH e sonda metálica para temperatura. Considerou-se como valor final de pH a média de todas as medidas tomadas na amostra.

As perdas de água das amostras foram avaliadas por meio de análises da capacidade de retenção de água (CRA) e da perda por cocção (PPC). A CRA foi determinada pelo método proposto por Hamm (1977), no qual uma amostra de carne crua com aproximadamente 2 g foi pesada e posteriormente colocada em um papel filtro e submetida à pressão de 10 kg durante 5 minutos, entre duas placas de acrílico. A amostra foi novamente pesada e a CRA foi determinada pela fórmula $CRA (\%) = (\text{peso da carne prensada} / \text{peso da carne não prensada}) \times 100$. Foram realizadas três amostragens de cada músculo de cada animal, sendo utilizado como valor final a média das três medidas.

A PPC, expressa em percentagem, foi determinada pela diferença de peso antes e depois da cocção, de amostras assadas (AMSA, 1995), utilizando-se bifes de aproximadamente 2,5 cm, cortados no sentido transversal do músculo, dos quais foram retiradas as porções de gordura intermuscular circundantes. As amostras foram colocadas em grelhas e levadas ao forno pré-aquecido a 180 °C, até que a temperatura, monitorada por termopares, atingisse 71 °C em seu centro geométrico (CORTE et al., 1979).

Para medir a força de cisalhamento foram usados os mesmos bifes utilizados para obtenção das perdas por cozimento, os quais, após o cozimento, foram embrulhados individualmente em filme plástico e resfriados de 2 a 5 °C por 12 horas.

Desses bifes foram retirados, com o auxílio de um vazador, oito cilindros com área de 1,27 cm² de forma paralela ao sentido das fibras musculares. A força necessária para cortar transversalmente cada cilindro foi avaliada utilizando-se um texturômetro Texture Analyzer TA - XT2i, acoplado à lâmina Warner-Bratzler com 1,016 mm de espessura (WHEELER et al., 1997). O aparelho foi calibrado com peso de 10 kg e velocidade de descida do seccionador de 3,33 mm/s. A média da força de corte dos cilindros dividida pela média da força destes oito amostras foi usada para representar a força de cisalhamento de cada bife.

As análises de composição centesimal que compreendem proteína, extrato etéreo, umidade e cinzas foram realizadas de acordo com AOAC, (2005).

A extração de lipídios totais foi realizada utilizando-se a técnica a frio descrita por Folch et al. (1957), com solução de clorofórmio:metanol 2:1. O perfil de ácidos graxos foi determinado por cromatografia gasosa de alta resolução, utilizando-se um cromatógrafo a gás CG-14B Shimadzu, equipado com coluna capilar OMEGAWAX250 de 30 m de comprimento e diâmetro de 0,25 mm, acoplado a um detector de ionização de chama (FID). A temperatura foi programada para iniciar em 100 °C, permanecendo assim por 2 minutos, sendo então elevada a 220 °C à taxa de 4 °C/minuto, permanecendo nesta temperatura por 25 minutos. As temperaturas do injetor e detector foram de 250 °C e 280 °C, respectivamente, sendo as amostras de 1 µL injetadas em modo “split” 1/100, utilizando-se hidrogênio como gás carreador. A identificação dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada por comparação com os tempos de retenção e as concentrações dos ácidos graxos de padrões autênticos metilados e eluídos nas mesmas condições. O padrão utilizado foi Padrão de ácidos graxos Sigma 189-19 e 47015-U.

O índice de aterogenicidade foi calculado conforme a proposta de Ulbricht e Southgate (1991), como indicador para o risco de doença cardiovascular. Os cálculos foram feitos da seguinte forma:

Aterogenicidade: $[C12:0 + 4(C14:0) + C16:0]/(\Sigma AGS + \Sigma AGP)$;

em que C12:0 – Láurico; C14:0 - Mirístico; C16:0 - Palmítico; ΣAGS – somatório dos ácidos graxos saturados; ΣAGP – somatório dos ácidos graxos poli-insaturados.

Aterogenicidade é a possibilidade de que ocorra ateromas, ou seja, possibilidade de que aconteça a obstrução de veias e artérias, principalmente as coronárias.

As análises de oxidação lipídica seguiram a metodologia descrita por Pikul et al. (1989), que analisa as substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBARS), expressas em mg de malonaldeído/kg de amostra.

O colesterol foi quantificado pesando-se cerca 750 mg de amostra liofilizada por três dias e levada ao banho-maria a 40 °C juntamente com 6 mL de etanol e 4 mL de solução aquosa 50% de hidróxido de potássio (KOH), até dissolver totalmente. Posteriormente a isso pipetou-se 5 mL de água destilada, esperando esfriar todo o conjunto. Adicionou-se 10 mL de n-Hexano e, esperando a separação de fases, tirou-se a fase superior, reservando-a, processo realizado três vezes. Da fase superior reservada, uma alíquota de 3 mL foi pipetada para tubo de ensaio e seca em gás nitrogênio (N₂). Após a secagem em N₂, adicionou-se 0,5 mL de álcool isopropanol e 3 mL de reagente de cor do kit laboratorial da Laborlab S/A (colesterol esterase (CHE), colesterol oxidase (CHOD), peroxidase (POD), 4-amino-fenazona(4-AF) e tampão Good, contendo fenol e colato de sódio), para depois passar no vórtex. Levou-se ao banho-maria por 10 minutos a 37 °C, esperando por 90 minutos para ler em espectrofotômetro a 499 nm. A curva padrão foi construída a partir de uma solução de colesterol puro (1,000 mg/100 mL), com concentrações variando de 0,01 a 0,09 mg/mL. A leitura das amostras e da curva padrão foi realizada em espectrofotômetro da marca Shimadzu e modelo UV-1800 (Adaptado de SALDANHA et al., 2004).

O índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi determinado de acordo com Culler et al. (1978). Na suspensão de miofibrilas foi determinada a concentração de proteína pelo método do biureto, descrito por Gornall et al. (1949).

O colágeno total foi quantificado pela determinação do aminoácido hidroxiprolina segundo metodologia proposta por Woessner Junior (1961).

O comprimento de sarcômero foi determinado com o preparo da solução de cloreto de potássio e iodeto de potássio, sendo 5,96 gramas de cloreto de potássio e 13,28 gramas de iodeto de potássio em um balão volumétrico de 1 litro. Posterior ao preparo do tampão cortou-se aproximadamente 0,5 grama da amostra de carne

bovina (*longissimus* e *semitendinosus*) com o bisturi. Homogeneizou-se a amostra em 30 mL de tampão por 30 segundos em Turrax a 15000 rpm. Uma alíquota do homogenato foi colocada em lâmina e coberta por lamínula. O conjunto foi levado ao microscópio Zeiss AxioCam ERc5s com contraste de fase com ampliação de 1000 vezes, aplicando-se óleo de imersão. Após isso, as miofibrilas foram focalizadas e tiradas fotos para mensurar o comprimento de sarcômero com o auxílio do programa Axiovision. Para cada amostra foram fotografados 12 fragmentos de miofibrilas contendo de 6 a 10 sarcômeros cada.

A quantificação da proteína solúvel presente no líquido exsudado foi realizada pela metodologia proposta por Hartree (1972).

Os dados foram analisados por meio de análises de variância, utilizando-se o procedimento Mixed (SAS Inst., Inc., Cary, NC), com modelos estatísticos que incluíram os efeitos fixos de raça do touro (RT), grupo genético da vaca (GGV), sexo do animal, músculo e as interações duplas, triplas e quádrupla entre esses efeitos. Para as características avaliadas nos três tempos de maturação o modelo foi o de medidas repetidas, incluindo maturação e suas interações com as outras variáveis como efeitos fixos, além do efeito de animal como aleatório. Para os efeitos significativos, as médias foram comparadas pelo teste Tukey com 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as médias estimadas e o resumo das análises de variância das características proteína (PROT), gordura (GORD), cinzas (CZN), umidade (UM) e comprimento de sarcômero (SARC), medidas apenas nas carnes não maturadas. Observa-se que a raça do touro (RT), o grupo genético da vaca (GGV) e o sexo não influenciaram essas características. O tipo de músculo influenciou apenas SARC.

O comprimento de sarcômero foi maior para o músculo *semitendinosus* em relação ao *longissimus* (Tabela 1). O comprimento de sarcômero sofre maior influência quando as carcaças são leves e escassas de cobertura de gordura, facilitando a penetração de baixas temperaturas até o centro dos cortes cárneos antes do início do *rigor mortis*. BOUTON et al. (1978) demonstraram que o

comprimento de sarcômero aumenta com o aumento do teor de gordura em carcaças de bovinos com mesma idade e pesos diferentes.

Em carcaças mais leves (menos que 250 kg) a temperatura central da carcaça atinge temperaturas menores mais rapidamente, provocando o encurtamento pelo frio, o que não ocorre em carcaças mais pesadas. Se o *rigor mortis* se iniciar antes do tecido atingir uma temperatura abaixo de 10 °C, o encurtamento de sarcômero pelo frio é prevenido (MARSH et al. ,1977).

Tabela 1. Médias estimadas ($\pm$ erros-padrão) de proteína (PROT, %), gordura (GORD, %), cinzas (CNZ, %), umidade (UM,%) e comprimento de sarcômero (SARC, μ m), de acordo com a raça do touro (RT), o grupo genético da vaca (GGV), o sexo do animal e o músculo, na carne *in natura*.

	Característica				
	PROT	GORD	CNZ	UM	SARC
RT					
Bonsmara	21,06 $\pm$ 0,12	3,20 $\pm$ 0,05	1,04 $\pm$ 0,07	75,3 $\pm$ 0,1	1,827 $\pm$ 0,020
Brangus	21,26 $\pm$ 0,11	3,17 $\pm$ 0,05	1,05 $\pm$ 0,06	75,0 $\pm$ 0,1	1,878 $\pm$ 0,018
Canchim	21,11 $\pm$ 0,11	3,14 $\pm$ 0,05	0,95 $\pm$ 0,06	75,1 $\pm$ 0,1	1,801 $\pm$ 0,018
GGV ¹					
Nelore	21,10 $\pm$ 0,13	3,19 $\pm$ 0,06	1,11 $\pm$ 0,07	74,8 $\pm$ 0,1	1,829 $\pm$ 0,022
½ Se + ½ Ne	21,16 $\pm$ 0,10	3,17 $\pm$ 0,04	1,09 $\pm$ 0,04	75,2 $\pm$ 0,1	1,851 $\pm$ 0,017
½ An + ½ Ne	21,16 $\pm$ 0,11	3,15 $\pm$ 0,04	1,04 $\pm$ 0,06	75,0 $\pm$ 0,1	1,826 $\pm$ 0,017
Sexo					
Macho	21,08 $\pm$ 0,08	3,14 $\pm$ 0,03	1,03 $\pm$ 0,08	74,9 $\pm$ 0,1	1,839 $\pm$ 0,014
Fêmea	21,21 $\pm$ 0,10	3,20 $\pm$ 0,04	0,98 $\pm$ 0,09	75,1 $\pm$ 0,1	1,832 $\pm$ 0,017
Músculo					
<i>longissimus</i>	21,06 $\pm$ 0,09	3,15 $\pm$ 0,04	1,03 $\pm$ 0,08	74,9 $\pm$ 0,1	1,792 $\pm$ 0,015 ^B
<i>semitendinosus</i>	21,22 $\pm$ 0,09	3,19 $\pm$ 0,04	0,98 $\pm$ 0,09	75,1 $\pm$ 0,1	1,879 $\pm$ 0,015 ^A
Fonte de variação	Nível de significância				
RT	0,4724	0,6702	0,3201	0,7701	0,1440
GGV	0,9334	0,9043	0,5191	0,3411	0,5634
Sexo	0,3719	0,2697	0,4543	0,3326	0,7695
Músculo	0,2479	0,4977	0,4233	0,2332	0,0001
RT x Sexo	0,6985	0,4026	0,6711	0,0809	0,4471
GGV x Sexo	0,8676	0,1766	0,3405	0,2901	0,2788
RT x GGV	0,5915	0,1364	0,2506	0,5034	0,3879
Sexo x Músculo	0,7501	0,3896	0,6623	0,4926	0,7874
RT x Músculo	0,3161	0,5351	0,4687	0,4756	0,8209
GGV x Músculo	0,3583	0,8961	0,4123	0,2451	0,8878

¹ ½ Se + ½ Ne = ½ Senepol + ½ Nelore; ½ An + ½ Ne = ½ Angus + ½ Nelore.

Médias com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Em temperaturas entre 15 °C e 20 °C para o início do *rigor mortis* o encurtamento do sarcômero é minimizado, só se considera encurtamento pelo frio quando o sarcômero é menor que 1 μ m (HERTZMAN et al., 1993). No presente

trabalho, apesar da diferença entre os músculos, não foi constatado encurtamento pelo frio em nenhum deles e a temperatura das carcaças com aproximadamente 12 horas depois dos animais abatidos foi em média de 7,3 °C. Doze horas após o abate, praticamente todas as carcaças já encerraram o *rigor mortis*. Segundo Boyer-Berri e Greaser (1998); Huff- Lonergan, et al,(1996); Robson et al, (1997), a destruição do citoesqueleto constituído por filamentos de titina durante o processo de *rigor mortis*, pode modificar o comprimento do sarcômero. No presente trabalho, possivelmente o músculo *semitendinosus* teve maior destruição desse citoesqueleto, que por consequência alongou o sarcômero deixando-o maior que do músculo *longissimus*.

Também é importante salientar que o músculo *semitendinosus* é um músculo de locomoção e o *longissimus* é um músculo de sustentação, para o primeiro a amplitude de movimento é maior, o que pode influenciar diretamente no comprimento de sarcômero.

Os resultados apresentados na Tabela 1, com exceção do comprimento de sarcômeros, já eram esperados. Vários trabalhos envolvendo cruzamentos e raças diferentes apresentaram resultados semelhantes aos do presente trabalho (LAPITAN et al. 2008 ; KANDEEPAN et al. 2009). Fica evidente que para as variáveis PROT, GORD, CNZ e UM a raça de touro, o grupo genético da vaca, o sexo do animal e o músculo não exercem influência.

Assim como o comprimento de sarcômero, o colesterol sofreu influência apenas do músculo (Tabela 2). A quantidade de colesterol total é mais influenciada pela dieta e pelo tipo do músculo, do que pelo genótipo dos animais. Spritz et al. (1969) observaram que a dieta interfere mais na quantidade de colesterol da carne do que raça ou cruzamento. A quantidade de colesterol aumenta em detrimento de ácidos graxos insaturados. Neste estudo todos os animais receberam a mesma dieta durante o período de confinamento e, portanto, o genótipo tem pouca ou nenhuma influência na quantidade do colesterol total, porém o tipo de músculo influenciou a deposição de colesterol. O *longissimus* apresentou média superior ao *semitendinosus* para a variável colesterol em detrimento dos ácidos graxos monoinsaturados, resultados que corroboram com Spritz et al. (1969).

Os ácidos graxos saturados e o índice de aterogenicidade (ATERO) foram maiores para o músculo *longissimus*, o que faz com que esse corte cárneo possa causar mais problemas à saúde humana do que o *semitendinosus*, o que pode aumentar a incidência de ateromas ou até mesmo a morte. Trabalhos evidenciaram que em cortes cárneos e produtos lácteos a predominância de gorduras saturadas está relacionada 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). Ulbricht e Southgate (1991) propõem como ideal um valor de no máximo 1,27 para ATERO. Em função disso, pode-se se dizer que o consumo tanto do *longissimus* quanto do *semitendinosus* não acarretará nenhum problema de saúde para o consumidor.

Tabela 2. Médias estimadas ($\pm$ erros-padrão) de colesterol total (CLT, mg/100 g), ácidos graxos saturados (AGS, %), monoinsaturados (AGMI, %), poliinsaturados (AGP, %) e índice de aterogenicidade (ATERO), de acordo com a raça do touro (RT), o grupo genético da vaca (GGV), o sexo do animal e o músculo, na carne “*in natura*”.

	Característica				
	CLT	AGS	AGMI	AGP	ATERO
RT					
Bonsmara	102,0 $\pm$ 0,5	45,9 $\pm$ 0,6	47,8 $\pm$ 0,8	6,22 $\pm$ 1,37	0,43 $\pm$ 0,07
Brangus	103,3 $\pm$ 0,5	46,6 $\pm$ 0,6	46,4 $\pm$ 0,9	8,39 $\pm$ 1,47	0,78 $\pm$ 0,07
Canchim	102,0 $\pm$ 0,5	45,9 $\pm$ 0,6	48,7 $\pm$ 0,8	5,35 $\pm$ 1,37	0,43 $\pm$ 0,99
GGV ¹					
Nelore	103,1 $\pm$ 0,6	46,6 $\pm$ 0,6	48,1 $\pm$ 0,9	5,28 $\pm$ 1,51	0,43 $\pm$ 0,08
½ Se + ½ Ne	102,3 $\pm$ 0,4	46,3 $\pm$ 0,6	46,5 $\pm$ 0,8	8,54 $\pm$ 1,34	0,78 $\pm$ 0,07
½ An + ½ Ne	101,9 $\pm$ 0,5	45,5 $\pm$ 0,6	48,3 $\pm$ 0,8	6,14 $\pm$ 1,35	0,42 $\pm$ 0,07
Sexo					
Macho	102,3 $\pm$ 0,4	45,6 $\pm$ 0,4	47,6 $\pm$ 0,6	7,77 $\pm$ 1,07	0,33 $\pm$ 0,06
Fêmea	102,3 $\pm$ 0,9	46,7 $\pm$ 0,5	47,7 $\pm$ 0,7	5,53 $\pm$ 1,22	0,43 $\pm$ 0,06
Músculo					
<i>longissimus</i>	105,1 $\pm$ 0,4 ^A	47,9 $\pm$ 0,5 ^A	46,3 $\pm$ 0,7 ^B	6,71 $\pm$ 1,15	1,23 $\pm$ 0,09 ^A
<i>semitendinosus</i>	99,7 $\pm$ 0,4 ^B	44,4 $\pm$ 0,5 ^B	49,0 $\pm$ 0,7 ^A	6,60 $\pm$ 1,14	0,43 $\pm$ 0,06 ^B
Fonte de variação	Nível de significância				
RT	0,1239	0,6671	0,1805	0,3096	0,3183
GGV	0,3011	0,4107	0,2446	0,2382	0,2816
Sexo	0,7386	0,0868	0,9076	0,1715	0,2779
Músculo	0,0001	0,0001	0,0075	0,9462	0,0271
RT x Sexo	0,0144	0,6336	0,4874	0,4688	0,3184
GGV x Sexo	0,1969	0,0896	0,5629	0,4449	0,2839
RT x GGV	0,7935	0,7362	0,5315	0,3118	0,3177
Sexo x Músculo	0,4492	0,8991	0,1449	0,1583	0,2686
RT x Músculo	0,7921	0,3996	0,4026	0,5554	0,3177
GGV x Músculo	0,5856	0,2661	0,9408	0,2296	0,2881

¹ ½ Se + ½ Ne = ½ Senepol + ½ Nelore; ½ An + ½ Ne = ½ Angus + ½ Nelore.

Médias com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($P>0,05$).

O músculo *longissimus* apresentou média maior para os ácidos graxos saturados, enquanto o *semitendinosus* maior média para monoinsaturado. A diferença para os ácidos graxos saturados ocorreu em função de que o músculo *longissimus* apresentou média superior ao *semitendinosus* para o Palmítico e o Esteárico. No entanto, o *semitendinosus* apresentou média superior para monoinsaturados, em função das médias maiores para miristoleico, palmitoleico e heptadecenóico, em relação ao *longissimus*. Em função disso, os músculos apresentaram médias distintas para saturados e monoinsaturados. Sendo que os ácidos graxos mais nocivos à saúde humana são os miristoleico e palmitoleico.

Já eram esperadas as diferenças para os parâmetros CLT, AGS, AGMI, AGP e ATERO, principalmente entre os músculos e não para as raças dos touros, os grupos genéticos das vacas e os sexos. A raça do touro, o grupo genético da vaca e sexo exercem pouca ou nenhuma influência nas variáveis. O músculo, em função da posição no animal e metabolismo diferente entre si, foi o fator mais preponderante para influenciar as variáveis avaliadas.

As médias estimadas e as análises de variância das características força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM), capacidade de retenção de água (CRA,%) e perda por cozimento (PPC, %) são apresentadas na Tabela 3.

O índice de fragmentação miofibrilar (IFM) sofreu influência apenas da maturação e do músculo (Tabela 3). O IFM aumentou de 116,37 na carne *in natura* para 163,68, no décimo quarto dia de maturação, enquanto o músculo *longissimus* apresentou média superior ao músculo *semitendinosus* para IFM, no entanto, esse último foi mais macio que o primeiro, apresentando menor força de cisalhamento (Tabela 3).

A carne de todos os animais, independentemente da raça do touro, do grupo genético da vaca, do sexo e também da maturação, pode ser considerada como macia, pois, de acordo com Culler et al. (1978), valores do índice de fragmentação miofibrilar superior a 60 para o músculo *longissimus* denota-se carne muito macia, valores de 50 carne macia e valores inferiores a 50 carne pouco macia. O IFM é um bom indicativo de maciez em carne, porém é uma metodologia complexa e não substitui a força de cisalhamento.

Apesar da significância dos efeitos principais de grupo genético da vaca e de sexo sobre a força de cisalhamento (FC), houve interação significativa entre esses efeitos (Tabela 3).

Houve diferença entre os sexos apenas para os filhos das vacas $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore, em que os machos apresentaram média de FC menor do que as fêmeas (Tabela 4).

Tabela 3. Médias estimadas ($\pm$ erros-padrão) de força de cisalhamento (FC, kfg), índice de fragmentação miofibrilar (IFM), capacidade de retenção de água (CRA,%) e perda por cozimento (PPC, %), de acordo com a raça do touro (RT), o grupo genético da vaca (GGV), o sexo do animal, o músculo e o tempo de maturação (TM).

	Característica			
	FC	IFM	CRA	PPC
RT				
Bonsmara	4,19 $\pm$ 0,06 ^A	144,57 $\pm$ 0,79	71,05 $\pm$ 0,30 ^B	30,97 $\pm$ 0,29
Brangus	4,14 $\pm$ 0,06 ^A	146,31 $\pm$ 0,73	72,03 $\pm$ 0,27 ^A	31,12 $\pm$ 0,27
Canchim	4,46 $\pm$ 0,05 ^B	145,13 $\pm$ 0,71	71,97 $\pm$ 0,27 ^A	31,17 $\pm$ 0,26
GGV¹				
Nelore	4,41 $\pm$ 0,07 ^B	145,03 $\pm$ 0,87	72,06 $\pm$ 0,32 ^A	31,18 $\pm$ 0,32 ^A
$\frac{1}{2}$ Se + $\frac{1}{2}$ Ne	4,23 $\pm$ 0,05 ^A	145,08 $\pm$ 0,66	71,98 $\pm$ 0,25 ^A	30,48 $\pm$ 0,24 ^B
$\frac{1}{2}$ An + $\frac{1}{2}$ Ne	4,15 $\pm$ 0,05 ^A	145,90 $\pm$ 0,69	71,01 $\pm$ 0,26 ^B	31,59 $\pm$ 0,25 ^A
Sexo				
Macho	4,12 $\pm$ 0,04 ^B	145,13 $\pm$ 0,54	71,37 $\pm$ 0,20	31,44 $\pm$ 0,20 ^A
Fêmea	4,41 $\pm$ 0,05 ^A	145,55 $\pm$ 0,67	71,99 $\pm$ 0,25	30,73 $\pm$ 0,24 ^B
TM				
<i>in natura</i>	6,29 $\pm$ 0,08 ^A	116,37 $\pm$ 1,24 ^C	75,48 $\pm$ 0,39 ^A	30,93 $\pm$ 0,31 ^B
7 dias	3,37 $\pm$ 0,04 ^B	155,95 $\pm$ 0,24 ^B	69,42 $\pm$ 0,22 ^B	30,00 $\pm$ 0,22 ^B
14 dias	3,13 $\pm$ 0,04 ^B	163,68 $\pm$ 0,27 ^A	70,15 $\pm$ 0,18 ^B	32,33 $\pm$ 0,28 ^A
Músculo				
<i>longissimus</i>	4,55 $\pm$ 0,05 ^A	157,57 $\pm$ 0,61 ^A	72,79 $\pm$ 0,23 ^A	27,90 $\pm$ 0,22 ^B
<i>semitendinosus</i>	3,98 $\pm$ 0,05 ^B	133,10 $\pm$ 0,61 ^B	70,58 $\pm$ 0,23 ^B	34,27 $\pm$ 0,22 ^A
Fonte de variação	Nível de significância			
RT	0,0003	0,2484	0,0305	0,8746
GGV	0,0189	0,6272	0,0106	0,0075
Sexo	0,0001	0,6275	0,0576	0,0255
TM	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Músculo	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
RT x Sexo	0,8873	0,2111	0,9674	0,3083
GGV x Sexo	0,0031	0,7623	0,3167	0,4464
RT x GGV	0,0805	0,5858	0,2519	0,0002
Sexo x TM	0,0161	0,8247	0,0008	0,0654
RT x TM	0,7105	0,9027	0,7278	0,3309
GGV x TM	0,4633	0,8787	0,6876	0,4045
Sexo x Músculo	0,0602	0,5598	0,9102	0,0971
RT x Músculo	0,1405	0,8236	0,8003	0,1748
GGV x Músculo	0,6525	0,7345	0,6332	0,2786

¹ $\frac{1}{2}$ Se + $\frac{1}{2}$ Ne = $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore; $\frac{1}{2}$ An + $\frac{1}{2}$ Ne = $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore.

Médias com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Dentro de sexo, os machos filhos de vacas $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore apresentaram menor FC, enquanto para as fêmeas a menor FC foi para as filhas de vacas $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore (Tabela 4).

Houve efeito da maturação e também interação sexo – tempo de maturação para FC (Tabela 3). Tanto para os machos como para as fêmeas, a força de cisalhamento caiu significativamente (quase 50%) do dia zero para o dia 7 de maturação, mantendo-se constante daí ao dia 14 de maturação (Tabela 4). Entretanto, houve diferença entre os dois sexos apenas nos dias zero e 7 de maturação, com os machos apresentando carne mais macia (Tabela 4).

Tabela 4. Desdobramento das interações sexo - grupo genético da vaca (GGV) e sexo - tempo de maturação (TM) para força de cisalhamento.

Sexo	GGV		
	Nelore	$\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore	$\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore
Macho	4,28 ± 0,08 ^{Aa}	3,95 ± 0,07 ^{Bb}	4,13 ± 0,07 ^{Aa}
Fêmea	4,54 ± 0,11 ^{Aa}	4,52 ± 0,07 ^{Aa}	4,16 ± 0,09 ^{Ab}
	TM		
	<i>in natura</i>	7 dias	14 dias
Macho	6,10 ± 0,10 ^{Ba}	3,15 ± 0,06 ^{Bb}	3,11 ± 0,06 ^{Ab}
Fêmea	6,48 ± 0,12 ^{Aa}	3,59 ± 0,07 ^{Ab}	3,16 ± 0,07 ^{Ab}

Médias com letras maiúsculas (coluna) e minúsculas (linha) iguais não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

A força de cisalhamento foi maior para a carne dos filhos de touros da raça Canchim (Tabela 3). Essa diferença pode ser em razão da maior proporção de taurino nos filhos de touros da raça Bonsmara e de alguma possível diferença entre o Angus e o Charolês, no caso dos filhos de touros da raça Brangus.

Os animais filhos de touros Bonsmara e de vacas $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore apresentam maior proporção de taurino em relação aos demais touros e vacas, o que possivelmente pode ter favorecido o sistema calpaína/calpastatina, fazendo com que a carne desses animais apresentasse menos rígida que os demais animais. Wheeler et al. (1990) e Whipple et al. (1990) evidenciaram que animais taurinos apresentam concentrações de calpastatina no músculo inferiores aos zebuínos. A ação proteolítica da calpaína é inibida pela calpastatina durante o processo de *post mortem*, evidenciando forte relação entre este inibidor com a menor maciez da carne.

Também houve efeito do tipo de músculo sobre a força de cisalhamento (Tabela 3), com o músculo *semitendinosus* mostrando ser mais macio do que o *longissimus*.

A capacidade de retenção de água (CRA) também sofreu influência do tempo de maturação, havendo redução da CRA do dia zero para o dia 7, com estabilização a partir daí, para ambos os sexos (Tabelas 3 e 5). Entretanto também ocorreu interação sexo - tempo de maturação (Tabela 2), havendo maior CRA para as fêmeas apenas na carne *in natura* (Tabela 5).

Tabela 5. Desdobramento das interações sexo – tempo de maturação (TM) e raça do touro (RT) - grupo genético da vaca (GGV) para capacidade de retenção de água (CRA) e perda por cozimento (PPC), respectivamente.

CRA			
Sexo	TM		
	<i>in natura</i>	7 dias	14 dias
Macho	74,12 ± 0,49 ^{Ba}	69,57 ± 0,28 ^{Ab}	70,42 ± 0,23 ^{Ab}
Fêmea	76,84 ± 0,61 ^{Aa}	69,27 ± 0,35 ^{Ab}	69,88 ± 0,28 ^{Ab}
PPC			
RT	GGM		
	Nelore	½ Senepol + ½ Nelore	½ Angus + ½ Nelore
Bonsmara	32,13 ± 0,63 ^{Aa}	30,32 ± 0,43 ^{Ab}	30,45 ± 0,43 ^{Bb}
Brangus	29,98 ± 0,51 ^{Ab}	30,40 ± 0,43 ^{Ab}	32,99 ± 0,46 ^{Aa}
Canchim	31,42 ± 0,51 ^{Aa}	30,73 ± 0,41 ^{Aa}	31,34 ± 0,44 ^{Ba}

Médias com letras maiúsculas (coluna) e minúsculas (linha) iguais não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Também houve efeito principal de raça do touro, grupo genético da vaca e músculo sobre CRA (Tabela 3). Nesses casos, os filhos de touros da raça Bonsmara, os filhos de vacas 1/2 Angus + 1/2 Nelore e o músculo *semitendinosus* apresentaram menor CRA. Esse fato possivelmente ocorreu em função de que o *semitendinosus* apresentou pH mais ácido que o *longissimus*, o que acarreta em maior quebra e desestruturação das fibras musculares, o que facilita a perda de água sobre pressão.

Para a perda por cozimento (PPC) houve efeito de grupo genético da vaca, entretanto a diferença entre esses dependeu da raça do touro (Tabela 3). Para os animais filhos de touros Brangus a maior média ocorreu para os filhos de vacas ½ Angus + ½ Nelore, para os filhos de touros Bonsmara a maior média ocorreu para os filhos de vacas nelores e para os filhos de touros canchins não houve diferença

(Tabela 5). Dentro de GGV houve diferença entre as raças dos touros apenas para as vacas $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore, com os filhos de touros Brangus apresentado a maior média. É interessante que a carne não perca muita água durante o cozimento, pois fica menos suculenta para o consumidor. Carnes que perdem mais água durante o cozimento tendem a ser mais rígidas; neste trabalho a correlação entre PPC e FC foi de 0,243 (baixa magnitude).

Também houve efeito principal de sexo do animal, tempo de maturação e músculo sobre a perda por cozimento (Tabela 3). Nesses casos, os machos apresentaram maior PPC, a PPC foi maior na carne maturada por 14 dias e o *semitendinosus* também apresentou maior PPC. Nos dois últimos casos (TM e músculo), esses resultados concordam com aqueles obtidos para CRA.

Foi verificada diferença para FC, CRA e PPC para os períodos de maturação. As médias para FC e CRA diminuíram da carne *in natura* para 14 dias de maturação, já para PPC as médias aumentaram com o passar dos dias. Isso ocorre, em função da ação das enzimas proteolíticas (calpaína I e II) que promovem a degradação (ruptura), desnaturação e desestruturação das fibras musculares compactas durante o *rigor mortis*, que melhora em até 50% a maciez, facilita a perda durante o cozimento e a translocação de água até a superfície. Essas enzimas calpaína I e II podem ficar ativas por até 21 dias. A taxa de degradação das fibras musculares por ação das enzimas proteolíticas depende do tempo de maturação e do nível de compactação das miofibrilas resultante do *rigor mortis*. A variação observada na carne maturada pode ser explicada pelo aumento do conteúdo de tecido conjuntivo (colágeno) insolúvel e a intensidade e extensão da proteólise miofibrilar (DRANSFIELD et al. 1984, KOOHMARAIE et al. 2002 e HUFF-LONERGAN e LONERGAN, 2005).

A proteína solúvel (PS) e o colágeno total (COLAG) sofreram influência apenas do músculo e do tempo de maturação, respectivamente (Tabela 6). Houve maior perda de exsudato (Tabela 5) e proteína para o músculo *semitendinosus* do que o *longissimus*, já o colágeno total diminuiu durante o período de maturação para os dois músculos (Tabela 6). Isso é a ação das catepsinas (enzimas proteolíticas-calpaína I e II) que desnaturam as proteínas que compõem a carne, que promove a perda por exsudato e proteína solúvel, assim como a solubilização do colágeno

durante o processo de maturação, que faz com que o colágeno total diminua durante o processo, podendo as enzimas ficar ativas por até 21 dias (DRANSFIELD et al., 1984; KOOHMARAIE et al., 2002; HUFF-LONERGAN e LONERGAN, 2005). Possivelmente o lagarto sofreu maior ataque das enzimas proteolíticas, o que fez com que o *semitendinosus* perdesse mais proteína pelo exsudato. O colágeno total para os dois músculos diminuiu durante o processo de maturação, em função da solubilização do mesmo.

Quanto ao pH da carne, não houve efeito de raça do touro e grupo genético da vaca, entretanto, houve efeito de sexo, maturação, músculo e da interação sexo - maturação (Tabela 6). Quanto à interação sexo - maturação, o pH tanto nos machos como nas fêmeas foi menor no tempo zero e nas fêmeas foi intermediário no tempo 7 dias, e a diferença entre os sexos ocorreu apenas no tempo 14 dias, quando as fêmeas apresentaram maior pH (Tabela 7). Houve tendência de aumento do pH com a maturação e de maior pH para o *longissimus* (Tabelas 6 e 7). O pH aumentou no decorrer da maturação tanto para machos e fêmeas, em função da ação das enzimas proteolíticas que degradam a estrutura miofibrilar e ocorre permuta dos íons divalentes por monovalentes, acarretando aumento do pH da carne durante o processo de maturação (ROÇA, 2001).

A localização anatômica do músculo no animal é um fator que afeta diretamente a quantidade de glicogênio. A concentração de glicogênio no músculo *sternomandibularis* fresco (0,664/100 g) foi maior que o músculo *longissimus dorsi* (0,298/100 g). Porém, esta diferença não foi observado em amostras congeladas, o que sugere que a glicólise é mais intensa no músculo *sternomandibularis* (DREILING et al., 1987). TARRANT e MOTHERSILL (1977) relataram que, além da posição anatômica, a variação do pH está relacionado com a profundidade com que o músculo se encontra.

Músculos como *semimenbranosus*, *adutor*, *semitendinosus* e *bíceps femoris*, apresentaram queda do pH mais rápida com profundidade de 8 cm do que a 5 e 1,5 cm. Os mesmo autores relataram que há diminuição na atividade enzimática, na solubilidade das miofibrilas e da fosfocreatina, a 8 cm de profundidade do músculo no animal. A oxidação lipídica foi influenciada pelo grupo genético da vaca (Tabela 6). O *semitendinosus*, a carne dos machos e dos filhos de vacas $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$

Nelore apresentaram médias superiores aos demais animais grupos e durante o processo de maturação a oxidação lipídica aumentou (Tabela 6).

Tabela 6. Médias estimadas ($\pm$ erros-padrão) para pH, proteína solúvel (PS, mg PB/100 mL de exsudato), oxidação lipídica (TBARS, mg MDA/kg) e colágeno total (COLAG, mg/100 g), de acordo com a raça do touro (RT), o grupo genético da vaca (GGV), o sexo do animal, o tempo de maturação (TM) e o músculo.

RT	pH	PS	TBARS	COLAG
Bonsmara	5,34 $\pm$ 0,07	0,119 $\pm$ 0,021	1,286 $\pm$ 0,011	0,790 $\pm$ 1,649
Brangus	5,34 $\pm$ 0,07	0,107 $\pm$ 0,019	1,273 $\pm$ 0,010	0,645 $\pm$ 0,527
Canchim	5,34 $\pm$ 0,07	0,095 $\pm$ 0,019	1,327 $\pm$ 0,010	0,773 $\pm$ 0,499
GGV ¹				
Nelore	5,33 $\pm$ 0,08	0,119 $\pm$ 0,023	1,287 $\pm$ 0,012 ^B	0,790 $\pm$ 0,814
½ Se + ½ Ne	5,34 $\pm$ 0,06	0,095 $\pm$ 0,017	1,300 $\pm$ 0,009 ^A	0,771 $\pm$ 0,386
½ An + ½ Ne	5,35 $\pm$ 0,07	0,108 $\pm$ 0,018	1,299 $\pm$ 0,009 ^B	0,648 $\pm$ 0,444
Sexo				
Macho	5,33 $\pm$ 0,05 ^B	0,120 $\pm$ 0,014	1,329 $\pm$ 0,007 ^A	1,020 $\pm$ 0,133
Fêmea	5,35 $\pm$ 0,06 ^A	0,094 $\pm$ 0,018	1,262 $\pm$ 0,009 ^B	0,786 $\pm$ 0,039
TM				
<i>in natura</i>	5,26 $\pm$ 0,07 ^B	0,000	1,261 $\pm$ 0,010 ^B	0,774 $\pm$ 0,070 ^A
7 dias	5,37 $\pm$ 0,03 ^A	0,142 $\pm$ 0,020	1,281 $\pm$ 0,010 ^B	0,734 $\pm$ 0,008 ^B
14 dias	5,39 $\pm$ 0,01 ^A	0,168 $\pm$ 0,020	1,344 $\pm$ 0,010 ^A	0,700 $\pm$ 0,008 ^C
Músculo				
<i>longissimus</i>	5,38 $\pm$ 0,06 ^A	0,100 $\pm$ 0,016 ^B	1,252 $\pm$ 0,008 ^A	0,555 $\pm$ 0,738
<i>semitendinosus</i>	5,30 $\pm$ 0,06 ^B	0,114 $\pm$ 0,016 ^A	1,338 $\pm$ 0,008 ^B	0,951 $\pm$ 0,273
Fonte de variação	Nível de significância			
RT	0,9916	0,7015	0,6806	0,6147
GGV	0,1724	0,2578	0,0001	0,5898
Sexo	0,0129	0,6929	0,0006	0,4943
TM	0,0001	0,5442	0,0001	0,0099
Músculo	0,0001	0,0001	0,0001	0,3476
RT x Sexo	0,8651	0,6396	0,2607	0,6189
GGV x Sexo	0,2625	0,6657	0,0721	0,5867
RT x GGV	0,5929	0,6943	0,1466	0,7255
Sexo x TM	0,0319	0,9088	0,0034	0,7873
RT x TM	0,3251	0,8938	0,3733	0,9124
GGV x TM	0,1774	0,5599	0,9211	0,9006
Sexo x Músculo	0,3571	0,5919	0,6450	0,4846
RT x Músculo	0,6016	0,6122	0,8954	0,6143
GGV x Músculo	0,8035	0,7034	0,5356	0,5901
Músculo x TM	0,0824	0,9036	0,0001	0,2486

¹ ½ Se + ½ Ne = ½ Senepol + ½ Nelore; ½ An + ½ Ne = ½ Angus + ½ Nelore.

Médias com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Tabela 7. Desdobramento das interações sexo - tempo de maturação (TM) e músculo - tempo de maturação para pH.

Sexo	TM		
	<i>in natura</i>	7 dias	14 dias
Macho	5,271 ± 0,008 ^{Ab}	5,364 ± 0,004 ^{Aa}	5,362 ± 0,012 ^{Ba}
Fêmea	5,262 ± 0,011 ^{Ac}	5,381 ± 0,005 ^{Ab}	5,419 ± 0,015 ^{Aa}
Músculo			
<i>longissimus</i>	5,316 ± 0,010 ^{Ac}	5,397 ± 0,005 ^{Ab}	5,438 ± 0,014 ^{Aa}
<i>semitendinosus</i>	5,218 ± 0,010 ^{Bb}	5,348 ± 0,005 ^{Ba}	5,343 ± 0,014 ^{Ba}

Médias com letras maiúsculas (coluna) e minúsculas (linha) iguais não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

No desdobramento da interação sexo - tempo de maturação, as médias apresentadas pelos machos foram maiores do que as fêmeas em todos os tempos de maturação e ambos aumentaram durante o processo de maturação (Tabela 8).

Tabela 8. Desdobramento da interação sexo - tempo de maturação (TM) para oxidação lipídica (TBARS, mg MDA/kg).

Sexo	TM		
	<i>in natura</i>	7 dias	14 dias
Macho	1,287 ± 0,013 ^{Ab}	1,313 ± 0,013 ^{Ab}	1,386 ± 0,013 ^{Aa}
Fêmea	1,236 ± 0,016 ^{Bb}	1,249 ± 0,016 ^{Bb}	1,301 ± 0,016 ^{Ba}

Médias com letras maiúsculas (coluna) e minúsculas (linha) iguais não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Essa diferença pode ser atribuída à maior movimentação dos machos, pois, de acordo com Fukozawa & Fuji (1992) a baixa estabilidade lipídica tem relação a altos conteúdos de íons metálicos que catalisam a peroxidação. Quanto maior for a movimentação do animal, maior será a concentração de íons de ferro na musculatura e maior será a capacidade de oxidação lipídica (O'BRIEN et al., 1992; PETERSEN et al., 1997). As médias obtidas para essa variável por até 14 dias de maturação estão abaixo dos valores que podem ser perceptíveis aos consumidores. O'Neill et al. (1998) evidenciaram que valores de TBARS acima de 2,0 mg malonaldeído/kg de carne são perceptíveis pelo consumidor. Assim, a carne mesmo maturada por até 14 dias pode ser consumida sem acarretar em algum problema de saúde.

A luminosidade da carne sofreu influência da raça do touro, do sexo, do tempo de maturação e do músculo (Tabela 9).

O músculo *semitendinosus*, a carne dos machos e a carne dos filhos de touros Brangus apresentaram médias superiores aos demais e houve aumento da luminosidade com o processo de maturação (Tabela 9).

A ação das enzimas proteolíticas (calpaínas) que rompem e desestruturam as fibras musculares, aumentando os espaços entre as fibras, facilita que a água suba para a superfície da carne aumentando a luminosidade por refletir mais a luz. Na maturação, a luminosidade e o IFM aumentam e a capacidade de retenção de água diminuiu da carne *in natura* para 14 dias. A ação das enzimas continua o rompimento, desestruturação e os espaços entre as fibras aumentam, o que acarreta em que uma maior porção de água suba na superfície, desse modo também propicia maiores perdas de água sob pressão (KOOHARAIE et al., 2002, HUFF-LONERGAN e LONERGAN, 2005). As enzimas proteolíticas podem ficar ativas durante o processo de maturação por até 21 dias (DRANSFIELD et al., 1984). A intensidade de vermelho na carne sofreu influência da raça do touro, do sexo, do tempo de maturação e do músculo (Tabela 9).

Tabela 9. Médias estimadas ($\pm$ erros-padrão) para luminosidade (L*), intensidade de amarelo (b*) da gordura (G) e da carne, de acordo com a raça do touro (RT), o grupo genético da vaca (GGV), o sexo do animal, o músculo e o tempo de maturação (TM).

RT	L*G	b*G	L*C	a*C
Bonsmara	74,04 $\pm$ 0,48 ^A	18,02 $\pm$ 0,30	42,66 $\pm$ 0,23 ^B	17,33 $\pm$ 0,09 ^B
Brangus	74,30 $\pm$ 0,44 ^A	18,15 $\pm$ 0,28	43,52 $\pm$ 0,22 ^A	17,48 $\pm$ 0,08 ^B
Canchim	72,83 $\pm$ 0,43 ^B	18,37 $\pm$ 0,28	42,34 $\pm$ 0,21 ^B	17,74 $\pm$ 0,08 ^A
GGV ¹				
Nelore	73,34 $\pm$ 0,52	18,41 $\pm$ 0,34	43,10 $\pm$ 0,26	17,52 $\pm$ 0,09
½ Se + ½ Ne	73,55 $\pm$ 0,40	18,26 $\pm$ 0,26	42,03 $\pm$ 0,20	17,49 $\pm$ 0,07
½ An + ½ Ne	74,28 $\pm$ 0,42	17,87 $\pm$ 0,27	43,41 $\pm$ 0,21	17,54 $\pm$ 0,08
Sexo				
Macho	73,33 $\pm$ 0,33	17,98 $\pm$ 0,21	43,05 $\pm$ 0,16 ^A	17,62 $\pm$ 0,06 ^A
Fêmea	74,12 $\pm$ 0,40	18,38 $\pm$ 0,26	42,63 $\pm$ 0,20 ^B	17,41 $\pm$ 0,07 ^B
TM				
<i>in natura</i>	-	-	41,85 $\pm$ 0,22 ^B	15,74 $\pm$ 0,09 ^B
7 dias	-	-	43,01 $\pm$ 0,22 ^A	18,39 $\pm$ 0,07 ^A
14 dias	-	-	43,67 $\pm$ 0,22 ^A	18,42 $\pm$ 0,08 ^A
Músculo				
<i>longissimus</i>	-	-	39,09 $\pm$ 0,18 ^B	17,85 $\pm$ 0,06 ^A
<i>semitendinosus</i>	-	-	46,59 $\pm$ 0,18 ^A	17,19 $\pm$ 0,07 ^B
Fonte de variação	Nível de significância			
RT	0,0478	0,6935	0,0001	0,0032
GGV	0,2988	0,4024	0,1067	0,8743
Sexo	0,1362	0,2287	0,0005	0,0282
TM	-	-	0,0001	0,0001
Músculo	-	-	0,0001	0,0001
RT x Sexo	0,8697	0,2374	0,2493	0,0089
GGV x Sexo	0,2254	0,9755	0,5211	0,0036
RT x GGV	0,6245	0,3201	0,1325	0,5988
Sexo x TM	-	-	0,1564	0,1211
RT x TM	-	-	0,8128	0,4475
GGV x TM	-	-	0,0546	0,884
Sexo x Músculo	-	-	0,8863	0,0675
RT x Músculo	-	-	0,9022	0,1131
GGV x Músculo	-	-	0,4065	0,5213

¹ ½ Se + ½ Ne = ½ Senepol + ½ Nelore; ½ An + ½ Ne = ½ Angus + ½ Nelore. Médias com letras maiúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

O *longissimus* e a carne dos animais filhos dos touros canchins apresentaram médias superiores ao *semitendinosus* e à carne dos filhos das demais raças de touro e houve aumento da intensidade de vermelho com o processo de maturação. Entretanto houve interação significativa de sexo com raça de touro e grupo genético da vaca com sexo (Tabela 9); a média apresentada pelos machos filhos de

Bonsmara e Canchim e filhos das vacas nelores e $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore foram superiores à das fêmeas (Tabela 10).

As diferenças entre as raças dos touros e entre os grupos genéticos das vacas também dependeu do sexo do animal. Possivelmente, as carnes dos animais acima citados apresentam maior concentração de mioglobina, proteína que confere a coloração vermelha à carne. Carnes com coloração mais avermelhada tendem a chamar mais a atenção dos consumidores no momento da compra, interpretadas como carne fresca (Ramos e Gomide, 2007). Durante a maturação a intensidade de vermelho aumentou, em função da mudança de oxi-redução dos íons de Ferro. De acordo com Olivo & Olivo (2005), o ferro quando reduzido (Fe^{2+}) pode se ligar a moléculas de água ou oxigênio, o que influencia o estado químico da mioglobina que depende da valência do íon ferro. Na carne embalada a vácuo, na ausência de oxigênio, o íon Fe^{2+} se liga com a água, passando de mioglobina para desoximioglobina com coloração vermelho escuro.

Tabela 10 – Desdobramento das interações sexo - raça do touro (RT) e sexo - grupo genético da vaca (GGV) para intensidade de vermelho (α^*).

Sexo	RT		
	Bonsmara	Brangus	Canchim
Macho	17,53 $\pm$ 0,10 ^{Ab}	17,37 $\pm$ 0,11 ^{Ab}	17,97 $\pm$ 0,10 ^{Aa}
Fêmea	17,13 $\pm$ 0,14 ^{Bb}	17,58 $\pm$ 0,12 ^{Aa}	17,51 $\pm$ 0,13 ^{Ba}
Sexo	GGV		
	Nelore	$\frac{1}{2}$ Se + $\frac{1}{2}$ Ne	$\frac{1}{2}$ An + $\frac{1}{2}$ Ne
Macho	17,72 $\pm$ 0,11 ^{Aa}	17,72 $\pm$ 0,10 ^{Aa}	17,43 $\pm$ 0,09 ^{Ab}
Fêmea	17,32 $\pm$ 0,16 ^{Bb}	17,25 $\pm$ 0,10 ^{Bb}	17,66 $\pm$ 0,12 ^{Aa}

¹ $\frac{1}{2}$ Se + $\frac{1}{2}$ Ne = $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore; $\frac{1}{2}$ An + $\frac{1}{2}$ Ne = $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore.

Médias com letras maiúsculas (coluna) e minúsculas (linha) iguais não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

A intensidade de amarelo da carne sofreu influência da raça do touro, do sexo, do tempo de maturação e do músculo (Tabela 9). Os animais machos, os filhos de touro Brangus e os filhos de vacas nelores e $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore apresentaram médias superiores aos demais. O músculo *semitendinosus* apresentou intensidade maior que o *longissimus* e a intensidade de amarelo aumentou durante o processo de maturação. A intensidade de vermelho tem relação direta com a intensidade de amarelo, parâmetros esses que possuem correlação positiva e alta (0,879), o que

evidencia que a modulação de um parâmetro tem influencia direta no outro, mas não necessariamente uma variável causa efeito na outra.

O músculo *semitendinosus*, independentemente da raça do touro e do sexo apresentou média superior para b^* da carne do que o *longissimus*, mas as diferenças entre as raças de touro e entre os sexos dependeram do músculo (Tabela 11). Essa diferença está relacionada com a posição anatômica do músculo no animal e ao tipo de fibra predominante no músculo. Segundo Ramos & Gomide (2007), as fibras musculares são classificadas em oxidativas de contração lenta; glicolíticas de contração rápida; e oxidativas-glicolíticas de contração rápida. As fibras glicolíticas têm maior diâmetro e aparência clara (brancas), enquanto que as oxidativas e as oxidativas-glicolíticas, possuem menores diâmetros e aparência avermelhada, em razão da maior presença de mioglobina. Segundo os mesmos autores, a cor da carne pode ser influenciada também pela localização anatômica do músculo e atividade física do animal. Carnes com predominância de fibras vermelhas possuem maiores concentrações de mioglobina do que as compostas por mais fibras brancas. Essa diferença está relacionada com o metabolismo respiratório (oxidativo) predominante nos músculos vermelhos, em que o armazenamento de oxigênio, realizado pela mioglobina, é consistente com a elevada proporção de enzimas envolvidas no metabolismo oxidativo e a baixa quantidade de enzimas glicolíticas encontrada nessas fibras.

A luminosidade da gordura sofreu influência apenas da raça de touro, porém a intensidade de vermelho e de amarelo da gordura do *longissimus* não sofreram influência de nenhum fator (Tabela 9). A gordura dos filhos dos touros Bonsmara e Brangus se apresentou mais brilhante e refletiva que a dos filhos dos touros canchins. Os resultados do presente trabalho não concordam com os resultados dos trabalhos de Rodrigues et al. (2004) e Costa et al. (2008). Esses autores trabalharam com animais cruzados e não observaram diferença significativa para luminosidade da gordura, apenas para intensidade de vermelho e amarelo.

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.

**T
E
S
E
/
F
E
R
R
A
R
I**

**F.
B.**

**2
0
1
6**