

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

**DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS  
CRUZADOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES DIETAS EM  
CONFINAMENTO**

**Maria Lígia Pacheco da Silva**  
Zootecnista

**2016**

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

**DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS  
CRUZADOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES DIETAS EM  
CONFINAMENTO**

**Maria Lígia Pacheco da Silva**

**Orientador: Dr. Maurício Mello de Alencar**

**Co-orientadora: Dra. Renata Tieko Nassu**

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

2016

Silva, Maria Lúgia Pacheco da  
S586d Desempenho e qualidade da carne de bovinos cruzados  
alimentados com diferentes dietas em confinamento. / Maria Lúgia  
Pacheco da Silva. -- Jaboticabal, 2016  
vi, 87 p.; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade  
de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016

Orientador: Maurício Mello de Alencar

Coorientadora: Renata Tieko Nassu

Banca examinadora: Rymer Ramiz Tullio, Alexandre  
Berndt, Hirasilva Borba, Emanuel Oliveira

Bibliografia

1. Ácidos graxos. 2. Sensorial. 3. *Threecross*. I. Título. II.  
Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636.085

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

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**MARIA LÍGIA PACHECO DA SILVA** - Filha de Márcio José Pacheco da Silva e Aparecida Lizete Berto Pacheco da Silva, nascida em 02 de abril de 1986, natural de Araraquara, São Paulo. Em janeiro de 2010 graduou-se em Zootecnia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista – Unesp – Campus de Jaboticabal. Em dezembro de 2009 foi aprovada para o curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Zootecnia desta mesma instituição e ingressou em março de 2010. Realizou a parte experimental de sua dissertação na Embrapa Pecuária Sudeste. Obteve seu título de Mestre em janeiro de 2012 e em março do mesmo ano, ingressou no Doutorado no mesmo programa da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista – Unesp – Campus de Jaboticabal, realizando a parte experimental de seu Doutorado na Embrapa Pecuária Sudeste. No ano de 2013 fez Estágio Docência com a Profa. Dra. Sandra de Aídar de Queiroz, na disciplina de Melhoramento Genético Animal, e em 2014 com o Prof. Dr. Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa e com o Prof. Dr. Humberto Tonhati, na disciplina de Introdução à Zootecnia. Em junho de 2014, mudou-se para Lacombe, AB, Canadá, para realizar seu Doutorado Sanduíche. Ficou por seis meses no Lacombe Reaserch Centre, da Agri-Food Canada Agriculture, sob a supervisão do Dr. Michael E. R. Dugan, realizando parte do seu experimento, trabalhando com perfil de ácidos graxos na carne bovina.

Aos meus queridos amigos e pais **Márcio e Lizete**, os quais sempre me fortaleceram e apoiaram em minha vida e nos meus estudos e a minha amiga e irmã **Maria Letícia**,  
**OFEREÇO**

À todos meus familiares, por estarem ao meu lado em todos os momentos de minha vida com incentivo, apoio, amor, compreensão e grande torcida, principalmente à memória de meu avô **João Berto**,  
**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida e saúde, de onde tirei forças para seguir meu caminho.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP de Jaboticabal pela formação e pelos conhecimentos adquiridos desde 2005.

À Embrapa Pecuária Sudeste – Fazenda Canchim, pela oportunidade oferecida de realizar meu estágio, mestrado e por fim o meu doutoramento.

Ao Dr. Maurício Mello de Alencar, que durante estes anos de orientação, me apoiou e colaborou intensamente na realização deste trabalho, sendo essencial para minha formação profissional e pessoal.

A Dr. Renata Tieko Nassu, que além de coorientadora, se transformou em uma grande amiga. Muito obrigada pela grande colaboração no desenvolvimento deste trabalho, pela paciência e ajuda cedida em qualquer momento.

Ao Dr. Rymer Ramiz Tullio, pela grande colaboração, ajuda e paciência durante todo o tempo dentro da Embrapa, desde meu estágio em 2009 até hoje. Obrigado pela contribuição profissional e por ser mais do que um Supervisor em meu estágio curricular, coorientador durante meu mestrado e conselheiro na minha vida, me ajudando nos momentos mais difíceis, mesmo na vida profissional como pessoal.

Ao Dr. Alexandre Berndt, pela paciência e colaboração durante toda a vida profissional dentro da Embrapa, me acompanhando incentivando e aconselhando durante meu mestrado e doutorado.

A Profa. Dra. Hirasilva Borba, pela ajuda durante o desenvolvimento de minha dissertação e tese, desde a elaboração, qualificação e defesa das mesmas.

Ao Dr. Emanuel Almeida de Oliveira, pela ajuda e sugestões cedidas durante a minha defesa, elas foram de grande valia e me ajudaram muito, obrigada.

Ao Profa. Dra. Sandra Queiroz, Prof. Dr. Mateus Paranhos, Prof. Dr. Alexandre Amstalden Moraes Sampaio, Profa. Dr. Maria Célia Portela, obrigada pela constante ajuda durante minha formação acadêmica e durante minha pós-graduação.

Ao meu grande companheiro, hoje marido e pai do meu(inha) filho(a) que ainda está por vir, Tiago, muito obrigada por ter me ajudado e me incentivado em todos os momentos que pensei em desistir, por ter tornado tudo mais fácil, me apoiando da melhor maneira possível.

Aos grandes amigos de sala Victor (Cervo), Gregório, Natália (Tirinha), Leonardo (Todano), Thiago (Bean) e Kauê (Fuinha) pela companhia em todos os momentos que passamos juntos, pela diversão, pelo companheirismo, em todos os momentos desde a graduação até os dias de hoje, pela diversão e dedicação a nossa amizade.

Aos meus colegas de laboratório, que ajudaram para o desenvolvimento desta tese, Amanda, Camila, Edvânia e Vanessa, muito obrigada.

Ao pessoal do Lacombe Research Centre, muito obrigada pelo modo que todos me acolheram ao meu supervisor Dr. Michael Dugan; ao colaborador Dr. Manuel Juarez, pela grande ajuda no desenvolvimento do artigo; ao técnico de laboratório David Rolland, pela grande ajuda durante a fase experimental; e aos grandes amigos que construí por lá Jeff, Payam, Roksana, Philip, Jack, Fernanda e VJ, saudades.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	<b>1</b>
INTRODUÇÃO.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	2
OBJETIVOS.....	16
REFERÊNCIAS.....	16
<b>CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E RENDIMENTO DE CORTES CÁRNEOS DE BOVINOS CRUZADOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO SOB DUAS DIETAS</b> .....	<b>25</b>
RESUMO.....	25
INTRODUÇÃO.....	29
MATERIAL E MÉTODOS.....	30
RESULTADOS.....	34
DISCUSSÃO.....	40
CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS.....	46
<b>CAPÍTULO 3 - QUALIDADE, ANÁLISE SENSORIAL DESCRITIVA E ACEITAÇÃO DA CARNE DE BOVINOS CRUZADOS JOVENS TERMINADOS EM CONFINAMENTO SOB DIFERENTES DIETAS</b> .....	<b>50</b>
RESUMO.....	50
INTRODUÇÃO.....	54
MATERIAL E MÉTODOS.....	55
RESULTADOS.....	63
DISCUSSÃO.....	70
CONCLUSÃO.....	74
REFERÊNCIAS.....	75
<b>CAPÍTULO 4 - RELATIVE CONTRIBUTION OF BREED, GENDER AND DIET TO THE FATTY ACID PROFILE OF YOUNG CROSSBRED BEEF CATTLE FINISHED ON FEEDLOT</b> .....	<b>80</b>
ABSTRACT.....	80
INTRODUCTION.....	80
MATERIAL AND METHODS.....	81
RESULTS AND DISCUSSION.....	82
CONCLUSION.....	86
REFERENCES.....	86





---

**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



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS

Via Washington Luiz, Km. 235 - Caixa Postal 676

CEP 13.565-905 - São Carlos - SP - Brasil

Fones: (016) 3351-8028 Fax (016) 3351-8025 Telex 162369 - SCUF - BR

[cephumanos@power.ufscar.br](mailto:cephumanos@power.ufscar.br)

<http://www.proeq.ufscar.br>

### Parecer Nº. 400/2011

**Título do projeto:** AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DA CARNE BOVINA PROVENIENTE DA RAÇA NELORE E DE CRUZAMENTO ENTRE RAÇAS ADAPTADAS E NÃO ADAPTADAS

**Área de conhecimento:** 5.00 - Ciências Agrárias / 5.07 - Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Pesquisador Responsável:** RENATA TIEKO NASSU

**CAAE:** 0112.0.135.000-11

**Processo número:** 23112.001585/2011-38


**Grupo:** III

#### Conclusão

As pendências apontadas no Parecer nº. 322/2011 foram satisfatoriamente resolvidas. **Projeto aprovado.** Atende as exigências contidas na Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

#### Normas a serem seguidas

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
  - O sujeito de pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE– apondo sua assinatura na última página do referido Termo.
  - O pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE– apondo sua assinatura na última página do referido Termo.
  - O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delimitada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
  - O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
  - Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprobatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
  - Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente dentro de 1 (um) ano a partir desta data e ao término do estudo.
- São Carlos, 16 de novembro de 2011.

  
Prof. Dr. Daniel Vendruscolo  
Coordenador do CEP/UFSCar

## DESEMPENHO E QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS CRUZADOS ALIMENTADOS COM DIFERENTES DIETAS EM CONFINAMENTO

**RESUMO** – Com a alta demanda mundial de carne de qualidade, a utilização de cruzamento entre raças e de dieta com teores elevados de energia são estratégias que podem ser utilizadas visando à melhorias na eficiência do sistema de produção de carne bovina e na qualidade do produto final. Assim, o objetivo neste trabalho foi avaliar o desempenho (pesos, ganhos em peso, consumo de matéria seca, eficiência alimentar e dias em confinamento), características de carcaça (peso e rendimento de carcaça fria, pesos dos cortes primários, espessura de gordura, mármore, área de olho de lombo e rendimento de cortes cárneos) e de qualidade da carne (cor, pH, capacidade de retenção de água, perda por cozimento, força de cisalhamento, % de lipídios, perfil de ácidos graxos e análises sensoriais descritivas e de aceitação) durante diferentes tempos de maturação (0, 14 e 28 dias) no *longissimus thoracis* de 169 novilhos e novilhas jovens provenientes do cruzamento de touros das raças Charolesa (CH) ou Hereford (HF) com vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore (TA) ou  $\frac{1}{2}$  Simental +  $\frac{1}{2}$  Nelore (TS). Após a desmama aos 7,5 meses, os animais foram tratados individualmente (*ad libitum*) por 119 dias, em média, em confinamento com duas dietas diferentes: dieta controle (DC) ou dieta energética (DE) (dieta controle acrescida de glúten de milho e gordura protegida). Os animais foram abatidos aos 13 meses de idade, em média, em frigorífico comercial, quando atingiram 5 mm de espessura de gordura subcutânea medida por ultrassonografia e por avaliação visual. Os dados foram analisados usando o procedimento MIXED do SAS, cujo modelo estatístico incluiu os efeitos fixos de ano, gênero, raça do touro (RT), grupo genético da vaca (GGV), dieta, tempo de maturação (TM) como medida repetida e suas interações (exceto com ano), dependendo da característica. Apesar de algumas interações significativas, o gênero foi o principal efeito fixo que influenciou os atributos estudados, seguido por RT, GGV e TM. Os machos, em geral, apresentaram superioridade quanto às características de desempenho e de carcaça, rendimento dos cortes cárneos e na relação ácidos graxos poliinsaturados/ácidos graxos saturados (PUFA/SFA), enquanto as fêmeas apresentaram maior espessura de gordura (EG), mármore (MAR), gordura perirrenal, % de lipídios e relação n-6/n-3. Os filhos dos touros charoleses apresentaram maiores pesos (inicial e final), melhores características de carcaça, rendimentos dos cortes (RCC) do traseiro e melhor aceitação quanto à textura, enquanto os filhos dos touros Hereford apresentaram maior EG, MAR, % de lipídios e RCC do dianteiro e menor força de cisalhamento. Os filhos das vacas TS apresentaram maiores médias de peso inicial e de área de olho de lombo, enquanto os filhos das vacas TA apresentaram maiores valores de MAR e permaneceram por mais dias no confinamento. A maciez da carne melhorou com o tempo de maturação. A dieta, em geral, não influenciou as características estudadas, mas apenas o perfil de ácidos graxos, em que a dieta DC foi a que influenciou positivamente, e a aceitação da carne, mas com a presença de interação com TM. Machos e filhos de touros da raça Charolesa melhoraram as características de desempenho e de carcaça e os rendimentos dos cortes cárneos. Para carcaças bem acabadas, maior espessura de gordura e mais gordura intramuscular (mármore e %

lipídios), recomenda-se a utilização de fêmeas, de filhos de touros da raça Hereford ou de vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore. Para carne mais macia, recomenda-se o uso de touros Hereford. Dietas energéticas melhoram a aceitação da carne, mas não melhoram o perfil de ácidos graxos. A maturação é recomendada, pois aumenta a maciez e a aceitação da carne.

**Palavras-chave:** ácidos graxos, Charolês, gordura protegida, Hereford, sensorial, *threecross*

## GROWTH PERFORMANCE AND MEAT QUALITY OF BEEF CATTLE FED DIFFERENT DIETS ON FEEDLOT

**ABSTRACT** – With the growing worldwide demand for high quality beef, the use of crossbreeding and energetic diets are strategies that can be used to increase production efficiency and product quality in the Brazilian beef cattle production system. Thus, the objective of this work was to evaluate the performance (weights, weight gain, feed consumption, feed efficiency, and days in feedlot), carcass traits (weight and cold carcass yield, first cuts weight, backfat thickness, marbling, rib eye area, and cuts yield), meat quality traits (colour, pH, water holding capacity, cooking loss, shear force, % lipids, fatty acids profile, and sensory descriptive and acceptance analyses) of 169 young crossbred bulls and heifers, the offspring of Charolais (CH) or Hereford (HF) bulls and ½ Angus × ½ Nelore (TA) or ½ Simmental × ½ Nelore (TS) cows. After weaning were 7.5 months the animals were fed individually (*ad libitum*) for about 119 days on feedlot with two different dietary treatments: control diet (DC) or high-energy diet (DE) (control diet added with corn gluten and protected fat). The animals were slaughtered in a commercial abattoir, when they reached 5 mm backfat thickness measured by ultrasound. Data were analyzed using the MIXED procedure of SAS, with models that varied with the trait studied, but they included the fixed effects of year, gender, breed of sire (RT), dam genetic group (GGV), diet, aging time as repeated measurement (TM) and their interactions (except with year). Despite some significant interactions, gender was the main fixed effect affecting the traits studied, followed by RT, GGV and TM. The males, in general, showed higher performance and carcass traits, cuts yield traits and polyunsaturated fatty acids/saturated fatty acids (PUFA/SFA) ratio, while females showed higher backfat thickness, marbling, % lipids and *n-6/n-3*. The offspring of Charolais bulls showed higher weights (initial and final), better carcass traits, cuts yield (RCC) of hindquarter and better acceptance of texture of meat, while the offspring of Hereford bulls showed higher backfat thickness, % lipids, marbling, RRC of forequarter and lower shear force. The offspring of TS cows showed higher initial weight and rib eye area, while the offspring of TA cows showed better marbling and stayed more time on feedlot. Aging time affected tenderness, the most the aging time the tender was the meat. Diet, in general, did not affect the studied traits, but fatty acids profile and, in this case, the control diet affected it positively, and the meat acceptance, but with interaction with TM. Males and offspring of Charolais bulls increase performance and carcass traits and cuts yield. For better finishing carcasses, more backfat thickness, intramuscular fat (marbling and % lipids), it is recommended to feedlot females, offspring of Hereford bulls or offspring of TA cows. For increased tenderness of meat it is recommended to feedlot Hereford sired animals. Energetic diet increases acceptance of meat, but not the fatty acids profile. Aging is recommended to increase tenderness and acceptance of meat.

**Keywords:** Charolais, fatty acids, Hereford, protected fat, sensorial, threecross

## CAPÍTULO 1 - Considerações gerais

### INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta grande importância mundial na cadeia produtiva da carne, se destacando pela grande participação na exportação, com cerca de 20% do total de animais abatidos destinados à exportação (ABIEC, 2015). Além disso, a pecuária brasileira apresenta grande colaboração para a composição do produto interno bruto (PIB) do País; de acordo com a ABIEC (2015), entre janeiro e agosto de 2014 o setor de carne foi o segundo no ranking de exportações do agronegócio brasileiro, tendo a participação de 16,8% do valor arrecadado, apresentando crescimento de 9% ao ano no volume de carne exportada e de 3,5% no valor de exportação (MAPA, 2014).

Em grande parte do Brasil os rebanhos de bovinos são basicamente formados por animais zebus e azebuados, aproximadamente 80% do rebanho nacional, em razão das suas características de rusticidade e produtividade, tendo em vista as características do clima tropical predominante (ABIEC, 2014). Apesar de serem adaptados, os animais de origem *Bos taurus indicus* apresentam desempenho e qualidade de carne inferiores quando comparados aos animais de origem taurina, quando esses últimos são criados em ambientes adequados ou favoráveis a eles (MOLETTA; RESTLE, 1996; VAZ et al., 2002). Assim, o uso de cruzamento entre animais *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* pode ser uma alternativa para a produção de animais mais produtivos e adaptados às condições brasileiras. Estudos com diferentes cruzamentos mostraram que esta estratégia gera resultados positivos na eficiência produtiva do sistema de produção e na qualidade do produto final (TULLIO, 2004; SILVA, 2012; BRITO, 2013), na qualidade e no peso da carcaça, no rendimento dos cortes cárneos e na maciez da carne produzida (RODRIGUES et al., 2011).

A produção de carne bovina no País é em sua maioria em pastagens; apenas cerca de 7% dos animais abatidos no Brasil são terminados em confinamento

(LOBATO et al., 2014), sendo este índice baixo quando comparado com outros países que apresentam destaque em sistemas intensivos de produção e na exportação da carne, como a Austrália, que apresenta 90% do total do seu rebanho em confinamento (BEEFPOINT, 2013). A utilização de confinamento como sistema de produção é altamente viável, pois aumenta a ingestão de alimentos (energético/protéico) e o ganho de peso diário do animal, antecipando o abate, produzindo animais jovens e de alta qualidade, aumentando o giro de capital e a lucratividade do produtor (BURGÜI, 2001).

Analisando a pecuária nacional, o mercado crescente da exportação da carne brasileira e as exigências mundiais por carne de qualidade, a utilização de tecnologias focando a nutrição, a genética e o manejo sanitário dos animais pelos pecuaristas se faz necessária, para que os mesmos consigam produzir produtos de alta qualidade e aceitação pelos consumidores e novos mercados compradores, alcançando maior eficiência produtiva e lucratividade. Deste modo, a utilização de cruzamento entre raças e estratégias de alimentação em confinamento, como a inclusão de ingredientes protéicos e energéticos na dieta para animais jovens e precoces, são alternativas que podem ser utilizadas pelos produtores que almejam grande lucratividade e qualidade no produto final.

Assim, objetivou-se estudar estratégias de uso de recursos genéticos bovinos e de manejo alimentar, visando à produção eficiente de carne de qualidade, avaliando-se o desempenho e a qualidade da carne de animais cruzados confinados após o desmame sob duas dietas.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

Pacheco, Restle e Silva (2005) relataram que o País necessita desenvolver estratégias para atender às exigências do mercado externo, principalmente quanto aos aspectos sanitários e à qualidade do produto final, com o intuito de manter o mercado atual e conquistar novos mercados com melhor remuneração. Para isso, é necessário ter mais competitividade, ou seja, é preciso que o setor seja mais eficiente, disponibilizando produtos de qualidade a preços acessíveis, para suprir a

crescente demanda interna e gerar excedentes para exportação.

Para tornar o setor pecuário mais produtivo e eficiente, estratégias na produção de carne de qualidade devem ser adotadas. Existem vários fatores que podem influenciar o sistema de produção e a qualidade do produto final.

## **1. Fatores que afetam o desempenho do animal**

Para obter animais com altos índices produtivos o criador deve pré-determinar quais serão as estratégias a serem adotadas durante o ciclo produtivo do animal, ou seja, se utiliza animais mestiços ou puros, qual o sistema de produção (extensivo, semi-extensivo ou intensivo) e qual o tipo de suplementação/dieta a ser fornecida no sistema de produção a ser utilizado, se energética ou protéica, ou ambas. Além disto, deve levar em consideração qual será o gênero (macho ou fêmea) ou o tipo (castrados ou não) do animal a ser produzido, pois as estratégias de manejo e de alimentação variam de animal para animal. Também a interação entre esses fatores deve ser levada em consideração.

### **1.1. Cruzamentos entre raças bovinas**

Existem várias raças de bovinos de corte e a combinação destas gera diversos genótipos (*Bos taurus taurus*, *Bos taurus indicus* e seus mestiços), entretanto cada genótipo apresenta desempenho distinto em sistemas de produção diferentes. As raças se diferenciam quanto à curva de crescimento, tendo maior ou menor deposição de gordura e músculo em um determinado peso de carcaça (FELÍCIO, 1997). Assim o cruzamento pode ser orientado para que o produtor consiga o produto por ele desejado.

Pesquisas têm evidenciado que animais mestiços apresentam melhores desempenhos em confinamento em relação aos puros (MENEZES; RESTLE, 2005; SILVA, 2012; BRITO, 2013). Apesar do principal sistema de produção de carne brasileiro ser extensivo com a utilização de pastagens, em sistemas em que a terminação é em confinamento, o uso de cruzamento entre raças é uma alternativa para que os animais apresentem melhores índices como conversão alimentar, ganhos de peso e consumo de matéria seca.



Segundo Muniz e Queiroz (1998), nos tipos de cruzamento, normalmente recomenda-se como linha paterna o uso de raças européias, que apresentam bons ganhos de peso e boas qualidades de carcaça e de carne, e para linha materna, as raças zebuínas são as mais indicadas por apresentar melhor adaptação ao ambiente tropical, rusticidade, menores exigências de manutenção e elevada habilidade materna. Entretanto, Silva (2012), trabalhando com bovinos resultantes do cruzamento entre touros das raças Canchim, Pardo Suíço e Hereford com vacas Nelore,  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore e  $\frac{1}{2}$  Senepol +  $\frac{1}{2}$  Nelore, observou que os animais *threecross* foram superiores quanto ao ganho de peso e conversão alimentar em confinamento, quando comparados aos animais F1. Brito (2013), avaliando os mesmos grupos genéticos, observou que os animais F1 permaneceram por mais tempo em confinamento que os animais *threecross*. Alencar et al. (2014) verificaram que fêmeas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore foram mais precoces (mais jovens ao primeiro estro observado e ao primeiro parto) do que fêmeas  $\frac{1}{2}$  Senepol +  $\frac{1}{2}$  Nelore e estas mais precoces do que nelores, quando criadas e mantidas em pastagens.

Assim a utilização de cruzamento pode ser uma forma de utilizar as diferenças genéticas existentes entre as raças, visando à obtenção de melhor composição aditiva e não aditiva nos animais (ALENCAR et al., 2004), resultando em animais com bom potencial produtivo em ambientes tropicais e melhor qualidade da carne, principalmente a maciez (TULLIO, 2004; SILVA, 2012; BRITO, 2013), como consequência da heterose e da complementaridade entre raças (MUNIZ; QUEIROZ, 1998; PEREIRA, 2012). Porém, as diferenças entre alguns grupos genéticos envolvendo raças taurinas adaptadas, zebuínas e seus cruzamentos em dietas de alto desempenho ainda precisam ser mais bem entendidas, o que permitirá a escolha da raça adequada para cada sistema de produção.

## **1.2. Estratégia alimentar em confinamento**

Existe uma grande variedade de alimentos e dietas a serem fornecidas para bovinos de corte em confinamento, não existindo um padrão. Na América do Norte a dieta fornecida aos animais confinados apresenta alto teor de grãos e baixo teor de volumoso, o que resulta em dietas mais energéticas e protéicas, apresentando maiores e melhores ganhos de peso quando comparados com os do Brasil. De

acordo com Millen et al. (2009), dietas com alto teor de grãos, de 70% a 85%, são destinadas aos bovinos de raças precoces, terminados em confinamento em uma condição limite de ganho de peso, conversão alimentar e manutenção da saúde, sendo que no Brasil hoje a média de inclusão de concentrado varia de 56% a 80%.

Além da importância da qualidade dos produtos fornecidos para a nutrição do animal, tem-se que levar em consideração também as exigências nutricionais dos mesmos, pois esta pode variar de acordo com a raça ou o genótipo. Goulart et al. (2008), comparando animais Nelore, ½ Aberdeen Angus + ½ Nelore, ½ Canchim + ½ Nelore e ½ Simental + ½ Nelore, observaram que os animais ½ Simental + ½ Nelore apresentaram maior exigência de proteína que os animais ½ Aberdeen Angus + ½ Nelore e ½ Canchim + ½ Nelore, enquanto os animais ½ Aberdeen Angus + ½ Nelore tiveram a maior exigência líquida de energia, demonstrando, assim, que animais de diferentes grupos genéticos apresentam diferentes desempenhos quando avaliados sob as mesmas condições alimentares, de manejo e mesma idade, em razão das suas diferentes exigências nutricionais. Sabe-se também que animais *Bos taurus taurus* apresentam melhor desempenho do que animais *Bos taurus indicus*, quando submetidos a dietas de alta densidade energética.

Visando à obtenção de melhores índices produtivos, dietas com alto teor energético estão sendo estudadas no Brasil (LOBATO et al., 2012; FREITAS et al., 2014; LADEIRA et al., 2014; LOBATO et al., 2014). O aumento de energia na dieta pode ser realizado de diversas maneiras, como aumentando a concentração de grãos, óleos ou produtos manufaturados, como a gordura protegida (sal de cálcio ligado a ácido graxo de origem vegetal). Entretanto, para se evitar efeitos deletérios à digestão dos alimentos e o comprometimento do consumo de matéria seca (JENKINS, 1993), a inclusão de gordura na dieta animal não deve ultrapassar 6% de extrato etéreo na matéria seca (MIR et al., 2001). Alguns trabalhos (FELTON; KERLEY, 2004 a, b; JORDAN et al., 2006) mostram que esse limite é bastante conservador. Isto porque estudos indicam que o desempenho é satisfatório nos animais alimentados com dietas com níveis acima de 6% de extrato etéreo (SOUZA et al., 2009). Assim, a avaliação de dietas com teores mais elevados de gordura e quanto aos seus efeitos sobre o desempenho de bovinos de corte confinados é

pertinente.

A inclusão de gordura protegida na dieta passa a ser uma solução na alimentação de alto valor energético para ruminantes, pois em decorrência da sua formulação, a biohidrogenação lipídica é baixa no rúmen, diminuindo assim a digestibilidade ruminal da dieta (ARAUJO et al., 2010). Muito já se sabe sobre o efeito na fermentação ruminal em animais suplementados com gordura protegida (JENKINS, 1993; JENKINS et al., 2008). Quanto ao desempenho animal, essa suplementação pode ocasionar a redução da ingestão de matéria seca e, conseqüentemente, do ganho médio diário (ARAUJO et al., 2010). Entretanto, há resultados que mostram que o desempenho animal e as características de carcaça não são afetados pela suplementação de gordura protegida (ANDRADE et al., 2014).

O glúten de milho é uma fonte protéica de alta qualidade, rica em proteína e energia, porém pobre em fibras e aminoácidos essenciais, com baixa degradabilidade ruminal (59% de PÑDR) (NRC, 1996; DEVANT et al., 2001). A inclusão desta fonte protéica na dieta animal tem sido muito usada em confinamentos industriais de bovinos de corte fora do Brasil, em especial na América do Norte (GUNN et al., 2009; VANDER POL et al., 2009). Existem muitos estudos avaliando o efeito no desempenho e na digestibilidade desta fonte protéica associada a outros alimentos, tais como fibras e volumosos, e com outras fontes de proteína, como grão de soja (SEGERS et al., 2011; DREWNOSKI; HUNTINGTON; POORE, 2014). Por ser pouco utilizada na alimentação bovina no Brasil, pouco se sabe sobre o seu efeito no desempenho animal e no produto final, a carne, principalmente quando adicionada em uma ração com gordura protegida.

### **1.3. Gênero do animal**

Dietas de diversas composições geram desempenhos diferentes nos mesmos animais. Assim como os diversos grupos genéticos, os gêneros do animal (macho não castrado, macho castrado e fêmea) apresentam exigências nutricionais diferentes. Pouco se sabe sobre o efeito do gênero do animal (macho/fêmea) aliado com dietas de maior ou menor densidade energética sobre o desempenho, consumo e digestibilidade (PAULINO et al., 2008); porém, muito se sabe sobre o efeito do

gênero em diferentes fases do crescimento do animal, principalmente na taxa de deposição dos diferentes tecidos corporais (muscular e adiposo) (BERG; BUTTERFIELD, 1976; FERNANDES et al., 2009).

Assim, o desempenho é diferente quando se compara machos e fêmeas, em razão de suas curvas de crescimento. Os machos apresentam maior deposição de músculos, enquanto as fêmeas apresentam menor deposição muscular, pois atingem a sua maturidade fisiológica antes que os machos. Sendo assim, o estágio de maturidade no macho é curto, o que ocasiona menor deposição de gordura em sua carcaça, enquanto nas fêmeas a deposição de tecido adiposo é maior (BERG; BUTTERFIELD, 1976; FERNANDES et al., 2009). Em decorrência dessas diferentes fases de deposição, tanto de tecido adiposo como muscular, as exigências nutricionais são diferentes.

Segundo Cruz et al. (2007), os machos são mais eficientes na transformação do alimento do que as fêmeas, apresentando assim melhor conversão alimentar. Conseqüentemente, os machos apresentam melhor desempenho, resultando em maior ganho de peso, alto potencial para as características de carcaça e rendimento de cortes cárneos, enquanto as fêmeas tendem a depositar maior quantidade de gordura intramuscular, inter viscerais e subcutânea.

A superioridade dos machos para as características de produção e carcaça pode ser explicada por apresentarem maior crescimento (PÁDUA; MAGNABOSCO; SAINZ, 2004), diferentemente das fêmeas que apresentam menor rendimento de carcaça em função do maior peso do seu trato digestivo (VAZ et al., 2010). Os mesmos autores atestam que as fêmeas apresentam maiores pesos nos órgãos, em decorrência da adaptação das novilhas aos futuros períodos de gestação. Entretanto, tal fato ocorre quando as fêmeas estão em estágio avançado na reprodução (PÁDUA; MAGNABOSCO; SAINZ, 2004; VAZ et al., 2010).

## **2. Fatores que afetam a qualidade da carne**

Os principais atributos de qualidade da carne bovina valorizados pelo consumidor, segundo Leidenz (2000), Fava Neves, Scare e Cavalcanti (2003), são a palatabilidade (maciez, sabor e suculência), a aparência (cor, firmeza e

marmorização), a conveniência (produto cortado ou fatiado), a nutrição, a saúde (teores de ferro, zinco, colesterol, etc.) e a segurança do alimento (ausência de patógenos e de resíduos). Há consenso de que a maciez seja a característica organoléptica, direta ou indiretamente, mais valorizada pelo consumidor (LEIDENZ, 2000).

Muitos estudos relacionados ao mecanismo biológico responsável pelo processo de amaciamento da carne têm sido realizados, mostrando o efeito de vários fatores, como produção (idade, sexo, alimentação, raça, etc.), atributos sensoriais (cor, textura e sabor) e características biológicas (colágeno, fibras, lipídeos, enzimas, etc.) do tecido muscular (RENAND et al., 2001). Assim os fatores que influenciam a maciez da carne são divididos em *ante-mortem* (fatores vinculados ao genótipo e às condições ambientais em que se desenvolveram) e *post-mortem* (procedimentos adotados pelos frigoríficos e demais segmentos, até o consumo final) (FELÍCIO, 1997).

### **2.1. Fatores *ante-mortem* que afetam a qualidade da carne bovina**

A maciez da carne é o atributo mais apreciado pelo consumidor e, segundo Bonin (2008), a maciez não é a mesma para os animais de todos os grupos genéticos, sendo influenciada também por outros fatores, como o tipo de criação, o sexo, a alimentação, o manejo e a idade do animal.

#### **2.1.1. Genótipo do animal**

Segundo Oliveira (2000), dentre os fatores *ante-mortem* que comprovadamente atuam sobre a maciez da carne destaca-se a raça ou o genótipo do animal. A herança genética ocasiona diferenças consideráveis na maciez da carne, pois diferentes raças apresentam diferentes velocidades na proteólise durante o processo de *rigor mortis* (FELÍCIO, 1997). Segundo Whipple et al. (1990), o gado europeu já apresenta maturação na carne após 24 horas *post-mortem*, enquanto a carne dos *Bos taurus indicus* e seus mestiços apresentam um processo mais lento, apenas nas semanas seguintes; assim os animais de raças zebuínas e seus cruzamentos são reconhecidos por produzirem carne menos macia do que os de raças taurinas (MOLETTA; RESTLE, 1996; VAZ et al., 2002) e, conseqüentemente,

a maciez da carne diminui com o aumento da proporção de Zebu nos animais (RESTLE; BRONDANI; BERNARDES, 1999). Tal fato também é explicado pelo complexo calpaína e calpastatina, que apresenta maior atividade nos zebus (FELÍCIO, 1997).

Seguindo a revisão de informações científicas relacionadas a efeitos de raça sobre a maciez da carne, Dikeman (1995) concluiu que o grau de maciez é um problema em bovinos com 50% ou mais de *Bos taurus indicus* e que, então, o gado não deveria ter em sua composição genética mais de 25% de raças zebuínas. No Brasil, Rubensan, Felício e Termignomi (1998), trabalhando com animais cuja proporção Hereford:Nelore variava de 62,5% a 100,0%, concluíram que à medida que a participação de *Bos taurus indicus* em cruzamento com *Bos taurus taurus* ultrapassa 25%, a atividade da calpastatina e a força de cisalhamento do músculo *longissimus thoracis* aumentavam, resultando em carne menos macia, e que a participação crescente de *Bos taurus indicus* nos rebanhos da região Sul poderá resultar em carne de menor maciez. Tullio et al. (2004 a,b) não observaram diferenças na força de cisalhamento, ao tempo zero de maturação, da carne do músculo *longissimus lumborum* de animais Nelore e cruzados europeu x zebu, sugerindo que os animais F1 possuem carne de textura semelhante à do Nelore, no Brasil.

As raças também se diferem quanto às curvas de crescimento dos tecidos, apresentando distintos acúmulos de gordura e músculo, diferenciando-se nos pesos de carcaça e de cortes cárneos (FELÍCIO, 1997). Esse autor ainda relatou que as diferenças genéticas também podem ser verificadas na cor da carne, pois maiores concentrações de mioglobina são encontradas em raças como Simental, Nelore e Guzerá, e menores nas raças Limousin, Charolesa e Canchim, ocasionando carnes mais ou menos escuras, respectivamente.

Dikeman (1990) relatou que os coeficientes de herdabilidade encontrados na literatura para as características de gordura subcutânea e intramuscular, concentração de mioglobina e maciez da carne são na faixa de 0,10 a 0,60. Isto indica que existe variação genética aditiva entre indivíduos dentro de um mesmo grupo genético, para algumas dessas características. Essas características são interligadas aos atributos visuais e organolépticos da carne, assim há a necessidade

de se encontrar componentes biológicos que estejam relacionados com atributos sensoriais e que sejam de fácil mensuração, além de apresentarem herdabilidade suficiente para serem selecionados (RENAND et al., 2001), podendo ajudar os pecuaristas a selecionar ou orientar acasalamentos e cruzamentos com base nas características desejadas.

### **2.1.2. Alimentação**

Segundo Felício (1997), quando os níveis energéticos das rações excedem as exigências mínimas para o desenvolvimento muscular, há o acúmulo de gordura na carcaça, primeiramente na forma de gordura de cobertura ou subcutânea e posteriormente intramuscular (mármore), e que o mármore é depositado após o término da fase de crescimento, sendo o último na escala de prioridade, mas sempre na dependência da raça e do nível energético da dieta. A presença de gordura entremeada na carne em proporções visíveis indica que o animal foi bem alimentado, ou seja, suas exigências nutricionais foram supridas pela dieta fornecida, resultando em carnes mais macias, saborosas e suculentas (FELÍCIO, 1997).

Com o intuito de aumentar o nível energético na dieta para ocasionar melhora nas características sensoriais, organolépticas e qualitativas da carne, a inclusão de gordura protegida é uma solução, já que a inclusão na dieta de outros produtos com altos níveis de extrato etéreo, como óleos vegetais, pode ocasionar problemas digestíveis deletérios ao animal (MIR et al., 2001).

A suplementação lipídica por meio da gordura protegida torna a carne mais susceptível às alterações na qualidade, como a cor; nos atributos sensoriais, como sabor e nas taxas de oxidação lipídica, em razão das alterações causadas na composição do tecido adiposo (GRAY; PEARSON; MONAHAN, 1994; LADEIRA et al., 2014). Além disso, este tipo de suplementação resulta em alterações na composição dos ácidos graxos na carne, tornando-a mais benéfica à saúde humana, pois há aumento dos níveis dos ácidos graxos poliinsaturados e dos essenciais (ANDRADE et al., 2001), que são de grande importância à alimentação humana. Entretanto, segundo Jenkins e Bridges (2007), essas alterações na carne e na gordura irão depender da qualidade da gordura protegida inclusa na dieta bovina.

## 2.2. Fatores *post-mortem* que afetam a qualidade da carne bovina

Segundo Euclides Filho (1998), vários métodos foram desenvolvidos para tornar a carne mais aceita no mercado, destacando-se, dentre eles, os métodos químicos, mecânicos, de acondicionamento, temperatura de resfriamento, estimulação elétrica, tratamento pressão-vapor e choque de ondas de água, por explosão. Mas, esses métodos estão fora do controle dos pecuaristas e sim ao alcance dos abatedouros e frigoríficos, sendo utilizados há algum tempo, com o objetivo final de melhorar a maciez da carne bovina.

Nesse contexto, do abate até o consumo da carne bovina há várias etapas e essas podem influenciar na maciez da carne. Um dos fenômenos *post-mortem* que mais influencia na maciez é o *rigor mortis*, também conhecido como rigidez cadavérica, que ocorre após o abate dos animais, quando o músculo torna-se enrijecido. Este fenômeno ocorre principalmente em decorrência da utilização de todo o ATP no músculo e a formação estável da actinmiosina (LUCHIARI FILHO, 2000). O tempo necessário para o estabelecimento do *rigor mortis* é variável, pois depende principalmente da quantidade de glicogênio muscular existente antes do abate. Entretanto, há alguns outros fatores que podem influenciar o *rigor mortis*, como o estresse que o animal foi submetido antes do abate e a temperatura de resfriamento após o abate. Assim, o tempo pode variar de algumas horas, em animais estressados e submetidos a temperaturas mais elevadas de resfriamento da carcaça após o abate, até várias horas (48 a 72 horas), no caso de animais com boa reserva de energia e baixas temperaturas de resfriamento da carcaça (LUCHIARI FILHO, 2000).

A maturação da carne nada mais é do que o fenômeno de resolução do *rigor mortis*, sendo que a calpaína e a catepsina são as duas principais enzimas relacionadas a este processo. Entretanto, a maturação é um processo iniciado pela atividade das enzimas pertencentes ao sistema denominado calpaínas (CAF-enzimas fatoradas pelo cálcio, ou cálcio dependentes) e este sistema constitui-se de três componentes, a  $\mu$ -calpaína (que necessita de 5-50  $\mu$ M de íons de Ca para sua ativação, atuando durante a queda do pH de 6,8 para 5,7), a m-calpaína (300-1.000  $\mu$ M de íons de Ca para ativação, ativada pelo pH=5,7) e a calpastatina, que inativa



as calpaínas (VOLPELLI et al., 2004).

As calpaínas (m-calpaína e  $\mu$ -calpaína) não atuam diretamente sobre a actina e a miosina, que são as principais estruturas da miofibrilas musculares, porém degradam a linha Z, que faz parte da estrutura do sarcômero, e as proteínas desmina, titina, nebulina, tropomiosina, troponina e proteína C, que são proteínas responsáveis pela estabilidade do sarcômero. A hidrólise da tropomiosina e troponina facilita a desestruturação dos filamentos finos (actina), enquanto a hidrólise da proteína C libera os monômeros de miosina. A degradação do restante das proteínas contribui para o enfraquecimento da estrutura miofibrilar (KUBOTA; OLIVO; SHIMOKOMAKI, 1993), ocasionando a maciez da carne.

Outro componente do sistema calpaínas é a presença de calpastatinas, que têm a função de inibir as calpaínas e influir diretamente na maciez da carne. Esta enzima tem a função de regular a taxa de proteólise miofibrilar e sua hidrólise, controlando a atividade da  $\mu$ -calpaína sem cessar os efeitos da proteína (RUBENSAM et al., 1998; ANDRIGHETTO et al., 2006). Segundo Felício (1997), os animais *Bos taurus indicus* apresentam maior atividade das calpastatinas quando comparados aos *Bos taurus taurus*; em razão disso, os animais zebus apresentam menor maciez de carne que os taurinos.

Assim, a maciez final da carne será resultante da eficácia com que ocorreu a degradação enzimática para desestruturar as miofibrilas compactadas durante o processo de *rigor mortis*. A eficiência da degradação enzimática depende do tempo de maturação e do nível de compactação das miofibrilas resultante do *rigor mortis*. O comprimento de sarcômero, o conteúdo de tecido conjuntivo e a proteólise das miofibrilas podem explicar grande parte senão toda variação observada na maciez da carne maturada (KOOHMARAIE et al., 2002).

Há evidências de que a maturação pode melhorar em cerca de 25% a maciez da carne, mas sua eficácia é bem menor em carcaças de bovinos de quatro anos ou mais, bem como naquelas que sofreram rigoroso “cold shortening” (FELÍCIO, 1997), ou encurtamento do sarcômero.

Do ponto de vista físico, o desenvolvimento de textura é dependente da arquitetura, da integridade da célula, do músculo esquelético, da atividade de proteases endógenas dentro da célula e da matriz extracelular (MCCORMICK,

2009). Na verdade, a interação entre estes sistemas é o fator crítico na determinação da taxa de amaciamento.

### **2.3. Qualidade da carne e seus constituintes**

A carne possui vários constituintes como água, proteínas, lipídios, carboidratos, minerais e vitaminas. Sabe-se que as características mais valorizadas pelo consumidor são o sabor e o valor nutricional da carne (WEBB e O'NEILL, 2008), mas deseja-se, principalmente, carne macia e sem excesso de gordura visível (FORREST et al., 1975); entretanto, a gordura também contribui para a qualidade da carne (WOOD; FISHER, 1990), principalmente na maciez e no sabor (WOOD et al., 1999).

Assim, a utilização de diferentes cruzamentos e dietas acarreta alteração da composição muscular e adiposa (DAUN et al., 2001, SEVANE et al., 2014), ocasionando modificações no perfil de ácidos graxos da carne e da gordura.

#### **2.3.1. Perfil de ácidos graxos e saúde humana**

O consumo de carne vermelha e de sua gordura já foi relacionado como precursor de doenças coronárias, diabetes (LOBATO et al., 2012) e de câncer, principalmente colo-retal (LIN et al., 2004). Assim a carne bovina não era considerada saudável (WEBB; O'NEILL, 2008), entretanto, deu-se por fim esta mistificação, pois análises complexas têm mostrado que o consumo de carne vermelha não é o precursor de doenças coronárias e do diabetes (LOBATO et al., 2012) e não aumenta o risco de câncer colo-retal (LIN et al., 2004). Além disso, a carne bovina apresenta quantidades significativas de ácido linolêico conjugado cis-9 trans-11 (CLA) que possui efeito anti carcinogênico (BAUMAN e GRIINARI, 2001). Apesar da quantidade de CLA ser pequena nos produtos oriundos de ruminantes, 1,7 a 10,8 mg CLA/g de gordura da carne, dos quais apenas 57% a 85% do valor total é referente a este isômero (MIR et al., 2004), o seu efeito é altamente significativo para a nutrição humana (WOOD et al., 2008).

Apesar de a carne bovina apresentar baixo nível de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) e alto nível de ácidos graxos saturados (AGS) (RULE et al., 2002), estudos recentes têm mostrado que o foco não é a quantidade, mas sim a

qualidade desta gordura, e o consumo moderado da gordura animal tem funções essenciais no corpo humano (LAAKSONEN et al., 2005). Além disso, o aumento na concentração dos ácidos graxos insaturados (AGI) promove melhora na saúde humana, em decorrência da participação desses ácidos graxos em processos metabólicos vitais, como a estrutura de membrana celular e processos imunológicos (KREMMYDA et al., 2011; TVRZICKA et al., 2011).

Outros ácidos graxos de alta presença na carne são o 18:1 cis-9 (oleico), 18:2n-6 (linoléico) e 18:3n-3 (linolênico). O ácido oleico é formado a partir do ácido esteárico (18:0) pela enzima Co-A desaturase, a mesma enzima que transforma o ácido vacênico (18:1 trans-11) em CLA (WOOD et al., 2008), sendo que o ácido vacênico é oriundo da biohidrogenação do 18:2n-6. A composição do ômega 3 e 6 é feita a partir da somatória dos ácidos graxos poliinsaturados n-3 ou n-6, entretanto os principais ácidos graxos constituintes são o 18:3n-3 e 18:2n-6, respectivamente (WOOD et al., 2008), portanto a carne bovina apresenta níveis significativos de ômega 3 e 6.

Recentemente, pesquisadores brasileiros começaram a estudar o perfil de ácidos graxos na carne bovina por meio da sua manipulação na dieta (ANDRADE et al., 2014; FREITAS et al., 2014; LADEIRA et al., 2014; LOBATO et al., 2014) e dos cruzamentos entre raças (ANDRADE et al., 2014; FREITAS et al., 2014), a fim de estudar e aprimorar o perfil de ácidos graxos, manipulando-o para o benefício da saúde humana, pelo aumento da concentração de ácidos graxos benéficos, tais como, poliinsaturados, ômega 3 e 6, CLA e outros.

Dietas suplementadas com lipídios podem alterar a composição do tecido adiposo e, conseqüentemente, a composição dos ácidos graxos, podendo afetar a qualidade da carne (GRAY; PEARSON; MONAHAN, 1994) e aumentar a quantidade de AGPI no músculo (DUCKETT et al., 1993). Assim, a inclusão de gordura protegida na dieta de bovinos ocasiona o aumento da concentração de AGPI (JENKINS et al., 2008) e esses são conhecidos por serem benéficos à saúde humana (LADEIRA et al., 2014). Entretanto, altos valores de AGPI na carne podem causar problemas relacionados à validade do produto e características sensoriais, como cor e sabor (LADEIRA et al., 2014). Correlações negativas são relatadas entre AGPI e o sabor da carne, havendo assim baixa aceitação do consumidor quando a

quantidade de AGPI é alta (DUCKETT et al., 1993), pois à medida que a quantidade de insaturações aumenta, o ácido graxo se torna mais susceptível à oxidação, tornando assim o tempo de prateleira da carne menor.

A quantidade de lipídios totais e a composição do perfil de ácidos graxos podem sofrer alterações dependendo da idade ao abate (WARREN et al., 2008), com a raça e o propósito do animal (carne vs. leite) (SEVANE et al., 2014). Segundo Raes et al. (2003), as carnes de animais das raças Belgian Blue e Limousin apresentam baixos níveis de lipídios totais, 18:1 cis-9, e altos de 18:2n-6, quando comparadas com as de animais da Argentina e da Irlanda. Assim, raças ou tipos genéticos com baixa concentração de lipídios totais no músculo apresentam em sua composição alta proporção de fosfolipídios e altos níveis de AGPI (WOOD et al., 2008).

Vários estudos têm mostrado que a dieta pode incorporar os AGPI n-6 e n-3 no tecido adiposo e no músculo de ruminantes, pela biohidrogenação dos ácidos graxos da dieta no rúmen do animal (WOOD et al., 2008). Segundo Warren et al. (2008), dietas baseadas em grãos tendem a incorporar 18:2n-6, enquanto volumosos (silagem, verdes e frescos) como base da dieta incorporam 18:3n-3. Assim, diferentes quantidades de n-6 e n-3 são encontradas em diferentes tratamentos, raças e dietas (LOBATO et al., 2014). Entretanto, apesar de serem ácidos graxos benéficos à saúde humana, a relação n-6/n-3 recomendada pela FAO (2010) é que seja entre 4:1 e 5:1, valor médio encontrado na carne de origem nacional.

Apesar da desmistificação recente da carne bovina como maléfica à saúde humana, estudos ainda têm que ser feitos para validar o seu efeito benéfico, especialmente pelo fato de os ácidos graxos na carne e na gordura serem afetados por diversos fatores, dentre eles dietas e raças. Assim, é de grande importância pesquisas que avaliam a relação destes parâmetros.

## OBJETIVOS

### Objetivos Gerais

O objetivo geral nesse estudo é avaliar estratégias de uso de recursos genéticos bovinos, sob diferentes dietas, visando à produção eficiente de carne de qualidade.

### Objetivos Específicos

Avaliar o desempenho de bovinos de diferentes grupos genéticos em confinamento, sob duas dietas;

Avaliar os componentes de não carcaça, as características da carcaça e o rendimento dos cortes cárneos de animais jovens, alimentados com duas diferentes dietas e terminados em confinamento;

Analisar a qualidade físico-química e sensorial (descritiva e aceitação) da carne oriunda de animais cruzados submetidos à duas dietas em confinamento com diferentes tempos de maturação (0, 14 e 28 dias);

Quantificar e analisar o perfil de ácidos graxos da carne de bovinos cruzados terminados em confinamento e alimentados com duas dietas.

## REFERÊNCIAS

ABIEC - ASSOCIACAO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Brazilian Beef Perfil 2014**. Disponível em <<http://www.abiec.com.br/img/Upl/balan%C3%A7o-100415.jpg>>. Acesso em: 17 de junho de 2015.

ABIEC – ASSOCIACAO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Confira na íntegra os dados da Abiec sobre exportação de carne bovina em 2013**. Disponível em <<http://www.abiec.com.br/noticia.asp?id=1016#.UukAx91Tdg>>. Acesso em: 29 de janeiro de 2014.

ALENCAR, M.M.; PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; BARBOSA, P.F.; CORRÊA, L.A. Análises de características produtivas em diferentes sistemas de cruzamento entre raças bovinas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande, **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.

ALENCAR, M.M.; TULLIO, R.R.; BARBOSA, R.T.; MACHADO, R.; BERGAMASCHI, M.A.C.M. Body weight and reproductive traits of Nelore, 1/2 Angus + 1/2 Nelore and 1/2 Senepol + 1/2 Nelore females. ANNUAL MEETING OF THE BRAZILIAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 51., Barra dos Coqueiros, **Anais...** Barra dos Coqueiros: SBZ, 2014, 1p. CD-ROM.

ANDRADE, E.N.; POLIZEL NETO, A.; ROÇA, R.O.; FARIA, M.H.; RESENDE, F.D.; SIQUEIRA, G.R.; PINHEIRO, R.S. Beef quality of young Angus x Nelore cattle supplemented with rumen-protected lipids during rearing and fattening periods. **Meat Science**, v. 98, n. 4, p. 591-8, 2014.

ARAUJO, D.B.; COOKE, R.F.; HANSEN, G.R.; STAPLES, C.R.; ARTHINGTON, J.D. Effects of rumen-protected polyunsaturated fatty acid supplementation on performance and physiological responses of growing cattle after transportation and feedlot entry. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 12, p. 4120-32, 2010.

BAUMAN, D.E. e GRINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Liv. Prod. Sci.**, v.70, p.15-29, 2001.

BEEFPOINT. Austrália: aumento no número de animais confinados. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/cadeia-produtiva/australia-aumento-no-numero-de-animais-em-confinamento/>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2016.

BERG, R.T. e BUTTERFIELD, R.M. New concepts of cattle growth. 5. ed. Sydney: Sydney University, 240p. 1976.

BONIN, M.N. Estudos da influência de touro e de genearca da raça Nelore nos aspectos quantitativos e qualitativos de carcaça e da carne. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

BRITO, G.F. **Desempenho e características de carcaça da carne de bovinos de diferentes grupos genéticos**. 2013, 84p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.

BÜRGUI, R. Confinamento estratégico. In: MATTOS, W.R.S. (Ed) **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001. 927p.

CRUZ, G.M.; TULLIO, R.R.; ALENCAR, M.M.; CORREA, L.A. Peso vivo e idade de abate e características de carcaça de animais cruzados Angus x Nelore e Senepol x Nelore de acordo com os níveis de suplementação com concentrado em pastagens.

In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 4. 2007, Campinas, **Anais...** Campinas: CTC/ITAL, 2007.

DAUN, C.; JOHANSSON, M.; ONNING, G.; AKESSON, B. Glutathione peroxidase activity, tissue and soluble selenium content in beef and pork in relation to meat aging and pig rn phenotype. **Food Chemistry**, v. 73, p. 313–319, 2001.

DEVANT, M.; FERRET, A.; CALSAMIGLIA, S.; CASALS, R.; GASA, J. Effect of nitrogen source in high-concentrate, low-protein beef cattle diets on microbial fermentation studied in vivo and in vitro. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 7, p. 1944-53, 2001.

DIKEMAN, M. E. Genetic effects on the quality of meat from cattle. In: Proceedings of the 4th World Congress on Genetics applied to Livestock Production. Edinburgh 23-27 July 1990. XV. **Beef cattle, sheep and pig genetics and breeding, fibre, fur and meat quality**. p. 521-530. 1990.

DIKEMAN, M.E. Carcass composition and quality of finished crossbred Brahman cattle. In: **Proceedings 1994 King Workshop. PR Noland (Ed.)**. 1995.

DREWNOSKI, M.E.; HUNTINGTON, G.B. E POORE, M.H. Reduced supplementation frequency increased insulin-like growth factor 1 in beef steers fed medium quality hay and supplemented with a soybean hull and corn gluten feed blend. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 6, p. 2546-53, 2014.

DUCKETT, S.K.; WAGNER, D.G; YATES, L.D.; DOLEZAL, H.G.; MAY, S.G. Effects of time on feed on beef nutrient composition. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 8, p. 2079-88, 1993.

EUCLIDES FILHO, K. A situação do melhoramento genético com relação à maciez da carne bovina e sua importância para a pecuária de corte brasileira. In: WORKSHOP QUALIDADE DA CARNE E MELHORAMENTO GENÉTICO DE BOVINOS DE CORTE, 1., 1998, São Carlos, SP. Qualidade da carne e melhoramento genético de bovinos: estado da arte, necessidades de pesquisa e direcionamento dos programas de melhoramento genético **Anais (Versão Preliminar)...**, São Carlos: Embrapa-CPPSE; São Paulo: FUNDEPEC; Campo Grande: Embrapa-CNPGC 1998. 119 p. Editado por Maurício Mello de Alencar, Alfredo Ribeiro de Freitas, Geraldo Maria da Cruz, Pedro Franklin Barbosa, Rogério Taveira Barbosa, Carlos Eduardo Rocha, Embrapa. Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste. p. 105-113. 1998.

FAO. Fats and fatty acids in human nutrition Report of an expert consultation (2010). **FAO FOOD AND NUTRITION PAPER**. Disponível em : <<http://www.fao.org/docrep/013/i1953e/i1953e00.pdf>>. Acesso em de 10 junho de 2015.

FAVA NEVES, M.; SCARE, R.F.; CAVALCANTI, M. DA R. **Comercialização internacional de produtos animais provenientes de pastagens**. Disponível em:<<http://www.beefpoint.com.br>>. Acesso em 22 de setembro de 2003.

FELÍCIO, P.E. Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne bovina In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., Piracicaba, 1997. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 79-97, 1997.

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

FELTON, E.E.D.; KERLEY, M.S. Performance and carcass quality of steers fed whole raw soybeans at increasing inclusion levels. **Journal of Animal Science**, v.82, p.725-732, 2004b.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E.A.; OLIVEIRA, R.V.; LEONEL, F.R. Composição em ácidos graxos e qualidade da carne de tourinho Nelore e Canchim alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.328-337, 2009.

FORREST, J.C.; ABERLE, E.D.; HEDRICK, H.B.; JUDGE, M.D.; MERKEL, R.A. **Principles of meat science**. WH Freeman and Co., 1975.

FREITAS, A.K.; LOBATO, J.F.; CARDOSO, L.L.; TAROUÇO, J.U.; VIEIRA, R.M.; DILLENBURG, D.R.; CASTRO, I. Nutritional composition of the meat of Hereford and Braford steers finished on pastures or in a feedlot in southern Brazil. **Meat Science**, v. 96, n. 1, p. 353-60, 2014.

GOULART, R.S.; ALENCAR, M.M.; POTT, E.B.; CRUZ, G.M.; TULLIO, R.R.; ALLEONI, G.F.; LANNA, D.P.D. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia de bovinos de quatro grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5. p. 926-935, 2008.

GRAY, J.; PEARSON, A. E MONAHAN, F. Flavor and aroma problems and their measurement in meat, poultry and fish products. In: (Ed.). **Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products**: Springer, p.250-288.1994.

GUNN, P.J.; WEAVER, A.D.; LEMENAGER, R.P.; GERRARD, D.E.; CLAEYS, M.C.; LAKE, S.L. Effects of dietary fat and crude protein on feedlot performance, carcass characteristics, and meat quality in finishing steers fed differing levels of dried distillers grains with solubles. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 9, p. 2882-90, 2009.

JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal Dairy Science**, v. 76, n. 12, p. 3851-63, 1993.

JENKINS, T.C. e BRIDGES, W.C. Protection of fatty acids against ruminal biohydrogenation in cattle. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 109, n. 8, p. 778-789, 2007.



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

JORDAN, E.; KENNY, D.; HAWKINS, M.; MALONE, R.; LOVETT, D.R.; O'MARA, F.P. Effect of refined soy oil or whole soybeans on intake, methane output, and performance of Young bulls. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 2418-2425, 2006.

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.

KREMMYDA, L.S.; TVRZICKA, E.; STANKOVA, B.; ZAK, A. Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease: a review. part 2: fatty acid physiological roles and applications in human health and disease. **Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacký Olomouc, Czechoslovakia Republic**, v. 155, n. 3, p. 195-218, 2011.

KUBOTA, E.H.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Maturação da carne: um processo enzimático. **Revista Nacional da Carne**, v. 18, n. 200, p. 12-15, 1993.

LAAKSONEN, D.E.; NYSSONEN, K.; NISKANEN, L.; RISSANEN, T.H.; SALONEN, J.T. Prediction of cardiovascular mortality in middle-aged men by dietary and serum linoleic and polyunsaturated fatty acids. **Archives of Internal Medicine**, 165, 193-199, 2005.

LADEIRA, M.M.; SANTAROSA, L.C.; CHIZZOTTI, M.L.; RAMOS, E.M.; MACHADO NETO, O.R.; OLIVEIRA, D.M., CARVALHO, J.R.; LOPES, L.S., RIBEIRO, J.S. Fatty acid profile, color and lipid oxidation of meat from young bulls fed ground soybean or rumen protected fat with or without monensin. **Meat Science**, v. 96, n. 1, p. 597-605, 2014.

LEIDENZ, N.H. Parâmetros de qualidade de carne para o início do milênio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS RAÇAS ZEBUÍNAS, 4., 2000, Uberaba. **Anais...** Uberaba: ABCZ, p. 243-259.2000.

LIN, J.; ZHANG, S.M.; COOK, N.R.; REXRODE, K.M.; LEE, I.M.; Buring, J.E, Jennifer et al. Body mass index and risk of colorectal cancer in women (United States). **Cancer Causes & Control**, v. 15, n. 6, p. 581-589, 2004.

LOBATO, J.F., FREITAS, A.K., TAROUÇO, J.U., CARDOSO, L.L., CASTRO, I., DILLENBURG, D.R., VIEIRA, R.M. Carne saudável para os consumidores brasileiros e estrangeiros – estudo comparação de produção a pasto e confinamento. <<http://www.beefpoint.com.br/cadeia-produtiva/carne-saude/carne-saudavel-para-os-consumidores-brasileiros-e-estrangeiros-comparacao-de-producao-a-pasto-e-confinamento/>>, 2012. Acesso em 06 de outubro de 2014.

LOBATO, J.F.; FERITAS, A.K.; DEVINCENZI, T.; CARDOSO, L.L.; TAROUÇO, J.U.; VIEIRA, R.M. Brazilian beef produced on pastures: sustainable and healthy. **Meat Science**, v. 98, n. 3, p. 336-45, 2014.

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

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/mercado-interno>>. Acesso em: 02 de abril de 2014.

MCCORMICK, R.J. In M. Du & R.J. McCormick (Eds.), **Collagen Applied muscle biology and meat science**. (p. 129–148) Boca Raton, FL: CRC Press. 2009.

MENEZES, L.F.G. E RESTLE, J. Desempenho de novilhos de gerações avançadas do cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1927-1937, 2005.

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

MIR, P.S.; MEARS, G.L; MIR, Z. Vegetable Oil In Beef Cattle Diets. In: Beauchemin, K.A.; Crews, D.H. (Ed.). **Advances in beef cattle science**. Lethbridge: Lethbridge Research Centre, v. 1, p. 88-104. 2001.

MIR, P.S.; McALLISTER, T.A.; SCOTT, S.; AALHUS, J.; BARON, V.; MCCARTNEY, D.; MIR, Z. Conjugated linoleic acid–enriched beef production. **The American journal of clinical nutrition**, v. 79, n. 6, p. 1207S-1211S, 2004.

MOLETTA, J.L. e RESTLE, J. Características de carcaças de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 5, p. 876-888, 1996.

MUNIZ, C.A.S.D. e QUEIROZ, S.A. Avaliação do peso à desmama e do ganho médio de peso de bezerros cruzados no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 3, p. 504-512, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). National science education standards. Washington, D.C.: **National Academy Press**, 1996

OLIVEIRA, A.L. Maciez da carne bovina. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n. 33, p. 7-18, 2000.

PACHECO, P.S.; RESTLE, J. e SILVA, J.H.S. Composicao fisica da carcaca e qualidade da carne de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos geneticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1691-1703, 2005.

PÁDUA, J.T.; MAGNABOSCO, C.U.; SAINZ, R.D. Genótipo e condição sexual no desempenho e nas características de carcaça de bovinos de corte superjovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2330-2342, 2004 (supl. 3).

PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.D.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, p. 1079-1087, 2008.

PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado a produção animal**. 4<sup>a</sup> Ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2012.

RAES, K., A. BALCAEN, P. DIRINCK, A. DE WINNE, E. CLAEYS, D. DEMEYER, AND S. DE SMET. Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgian retail beef: **Meat Science**, v. 65, p. 1237-46. (2003).

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

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

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

RODRIGUES, A.B.B.; SILVA, M.L.P.; VIEIRA, L.D.C.; NASSU, R.T.; TULLIO, R.R.; ALENCAR, M.M. **Rendimento de cortes cárneos de bovinos cruzados, filhos de touros angus ou Wagyu terminados em confinamento**. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES. Sessão 5 - Manejo Pré-abate, Abate e Bem-estar Animal de Bovinos. ITAL: Campinas, 2011.

RUBENSAM, J.M.; FELÍCIO, P.E.; ETERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no Sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 4, p. 9, 1998.

RULE, D.C.; BROUGHTON, K.S.; SHELLITO, S.M.; MAIORANO, G. Comparison of muscle fatty acid profiles and cholesterol concentrations of bison, beef cattle, elk, and chicken. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 5, p. 1202-11, 2002.

SEGERS, J. R.; STEWART, R.L.; LENTS, C.A.; PRINGLE, T.D.; FROETSHEL, M.A.; LOWE, B.K.; MCKEITH, R.O.; STELZLENI, A.M. Effect of long-term corn by-product feeding on beef quality, strip loin fatty acid profiles, and shelf life. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 11, p. 3792-802, 2011.

SEVANE, N.; NUTE, G.; SAÑUDO, C.; CORTES, O.; CAÑON, J.; WILLIAMS, J L.; DUNNER, S.; the GemQual Consortium. Muscle lipid composition in bulls from 15 European breeds. **Livestock Science**, v. 160, p. 1-11, 2014.

SILVA, M.L.P. **Desempenho, característica de carcaça e qualidade da carne de bovinos de corte terminados em confinamento**. Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Jaboticabal – SP. Fev. 2012.

SOUZA, A.D.L.; MEDEIROS, S.R.; MORAIS, M.G.; OSHIRO, M.M.; TORRES JUNIOR, R.A.A. Dieta com alto teor de gordura e desempenho de tourinhos de grupos genéticos diferentes em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 44, n. 7, p. 746-753, 2009.

TULLIO, R.R. **Estratégias de manejo para produção intensiva de bovinos visando à qualidade de carne**. 2004, 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

TULLIO, R.R.; LEONEL, F.R.; OBA, A.; CRUZ, G.M.; CORREA, L. A.; SOUZA, H.B.A.; ALENCAR, M.M. Qualidade da carne de machos de quatro grupos genéticos terminados em confinamento recebendo dietas com silagem de capim ou silagem de milho. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande, **Anais...** Campo Grande: SBZ, 5f. 1 CD-ROM.2004a.

TULLIO, R.R.; OBA, A.; LEONEL, F.R.; CRUZ, G.M.; SAMPAIO, A.A.M.; SOUZA, P.A.; ALENCAR, M.M. Qualidade da carne de bovinos castrados e não castrados de diferentes grupos genéticos terminados a pasto ou em confinamento. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 5f. 1 CD-ROM. 2004b.

TVRZICKA, E.; KREMMYDA, L.S.; STANKOVA, B.; ZAK, A. Fatty acids as biocompounds: their role in human metabolism, health and disease--a review. Part 1: classification, dietary sources and biological functions. **Biomedical papers of the Medical Faculty of the University Palacký Olomouc, Czechoslovakia Republic**, v. 155, n. 2, p. 117-30, 2011.

VANDER POL, K.J.; LUEBBER, M.K.; CRAWFORD,G.I.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.I. Performance and digestibility characteristics of finishing diets containing distillers grains, composites of corn processing coproducts, or supplemental corn oil. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 2, p. 639-52, 2009.

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; VAZ, R.Z.; BRONDANI, I.L.; BERNARDES, R.A.C.; FATURI, C. Efeitos de raça e heterose na composição física da carcaça e na qualidade da carne de novilhos da primeira geração de cruzamento entre Charolês e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, (Supl.) p. 376-386, 2002.

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M.Z.; PASCOAL, L.L.; FATURI, C.; JONER, G. Fatores relacionados ao rendimento de carcaça de novilhos ou novilhas superjovens, terminados em pastagem cultivada. **Ciência Animal Brasileira, Goiânia**, v. 11, p. 53-61, 2010.

VOLPELL, L.A.; FAILLA, S.; SEPILERI, A.; PIASENTIER, E. Calpain system in vitro activity and miofibril fragmentation index, in fallow deer effects of age and supplementation. **Meat Science**, p. 1-4, 2004.

WARREN, H.E.; SCOLLAN, N.D.; ENSER, M.; HUGHES, S.I.; RICHARDSON, R.I.; WOOD, J.D. Effects of breed and concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal performance, carcass quality and muscle fatty acids composition. **Meat Science**, v. 78, p. 256 – 269, 2008.

WEBB, E.C; O'NEILL, H.A. The animal fat paradox and meat quality .**Meat Science**, v. 80, n. 1, p. 28-36, 2008.

WHIPPLE, G., KOOHMARAIE, M., DIKEMAN, M. E., CROUSE, J. D., HUNT, M. C., KLEMM, R. D. Evaluation of attributes that affect *longissimus* muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of animal Science**, v. 68, n. 9, p. 2716-2728, 1990.

WOOD, J.D. e FISHER, A.V. Consequences for meat quality of reducing carcass fatness. In J. D. Wood & A. V. Fisher (Eds.), **Reducing fat in meat animals**, London: Elsevier Applied Science, p. 344–397, 1990.

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; NULE, G.R.; RICHARDSON, R.I.; SHEARD, P.R. Manipulating meat quality and composition. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 58, n. 2, p. 363-70, 1999.

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; NULE, G.R.; SHEARD, P.R.; RICHARDSON, R.I.; HUGHES, S.I.; WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v. 78, n. 4, p. 343-58, 2008.

## CAPÍTULO 2 – Desempenho, características de carcaça e rendimento de cortes cárneos de bovinos cruzados terminados em confinamento sob diferentes dietas

### RESUMO

O objetivo neste trabalho foi avaliar o desempenho (pesos, ganhos em peso, consumo de matéria seca, eficiência alimentar e dias em confinamento), características de carcaça (peso e rendimento de carcaça fria, pesos dos cortes primários, espessura de gordura, mármore e área de olho de lombo) e rendimento de cortes cárneos de 169 novilhos e novilhas jovens provenientes do cruzamento de touros das raças Charolesa (CH) ou Hereford (HF) com vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore (TA) ou  $\frac{1}{2}$  Simental +  $\frac{1}{2}$  Nelore (TS). Após a desmama aos 7,5 meses, os animais foram tratados, individualmente (*ad libitum*) por cerca de 119 dias, em confinamento com duas dietas diferentes: dieta controle (DC) ou dieta energética (DE) (dieta controle acrescida com glúten de milho e gordura protegida). Os animais foram abatidos em frigorífico comercial quando atingiam 5 mm de espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, medidos por ultrassonografia e por avaliação visual, com média de idade de 13 meses. Após o abate as carcaças foram resfriadas durante 24 horas a 2 °C, quando foram retiradas amostras do *longissimus thoracis* na carcaça esquerda entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas e na carcaça direita foi realizada a desossa. Os dados foram analisados usando o procedimento MIXED do SAS. Os efeitos fixos considerados no modelo foram ano, gênero, raça do touro (RT), grupo genético da vaca (GGV) e dieta, além de suas interações (exceto com ano). Não houve efeito significativo das interações sobre as características de desempenho. Os filhos de touros charoleses foram mais pesados ao início (263,1 kg vs. 248,2 kg) e ao final (421,6 kg vs. 404,1 kg) do confinamento, mas apresentaram mesmo ganho de peso diário, consumo diário de matéria seca, eficiência alimentar e tempo de confinamento que os filhos de touros da raça Hereford. Os filhos das vacas TS foram mais pesados ao início (262,7 kg vs. 248,6 kg) do confinamento e permaneceram menos tempo (107,6 dias vs. 113,4 dias) confinados do que os filhos das vacas TA. Os machos foram mais pesados ao início (264,0 kg vs. 247,3 kg) e ao final (443,6 kg vs. 382,1 kg) do confinamento e apresentaram maior ganho de peso diário (1,634 kg vs. 1,237 kg), consumo de matéria seca diário (9,631 kg vs. 8,890 kg) e eficiência alimentar (0,171 kg/kg vs. 0,140 kg/kg) do que as fêmeas. A dieta não apresentou efeito sobre as características de desempenho. Quanto às características de carcaça, houve interação RT – gênero para a espessura de gordura subcutânea (EG), mas independentemente da RT as fêmeas apresentaram maiores médias de EG. Houve também interação tripla RT – GGV – dieta para mármore, em que os filhos de touros Hereford com vacas TA alimentados com a dieta controle apresentaram maiores índices de mármore. Os filhos de touros charoleses apresentaram maiores pesos de carcaça fria (231,9 kg vs. 218,5 kg), traseiro (71,2 kg vs. 66,6 kg) e dianteiro (44,5 kg vs. 42,7 kg), maior rendimento de carcaça fria (54,89% vs. 53,99%) e AOL (63,1 cm<sup>2</sup> vs. 53,3 cm<sup>2</sup>), mas apresentaram menores % de dianteiro (38,4% vs. 39,1%), espessura de gordura (5,82 mm vs. 7,99 mm) e mármore (2,99 vs. 3,75), quando comparados aos filhos de touros da raça Hereford.

Os filhos das vacas TS apresentaram maior AOL ( $62,3 \text{ cm}^2$  vs.  $57,2 \text{ cm}^2$ ) e menor mármore (3,05 vs. 3,69) do que os filhos das vacas TA. Os machos apresentaram maiores médias para todas as características de carcaça avaliadas, com exceção da espessura de gordura (5,67 mm vs. 8,14 mm) e mármore (3,02 vs. 3,72), características nas quais as fêmeas foram superiores aos machos. Para os dados de rendimento de cortes cárneos (RCC) do traseiro houve interações RT – gênero e dieta – gênero, sendo que os machos alimentados com a dieta DC apresentaram maiores RCC, enquanto as fêmeas filhas de touros HF apresentaram menor RCC. Os filhos de touros charoleses apresentaram maiores pesos dos cortes comerciais, cortes secundários, retalhos e RCC do traseiro, enquanto os filhos de touros da raça Hereford apresentaram maiores pesos do retalho e RCC do dianteiro. Os filhos das vacas TS apresentaram maiores pesos dos cortes comerciais do traseiro e do dianteiro quando comparados com os filhos das vacas TA. Os machos apresentaram maiores médias para todas as características de rendimento dos cortes cárneos quando comparados às fêmeas. A utilização de filhos de touros charoleses e de animais machos para confinamento é recomendada para obtenção de carcaças mais pesadas e com maiores rendimentos, enquanto as fêmeas, os filhos de touros Hereford e os filhos de vacas TA produzem carcaças mais acabadas. Em geral, a utilização de dieta energética não interfere nas características de desempenho e de carcaça de bovinos cruzados jovens terminados em confinamento.

**Palavras-chave:** área de olho de lombo, Charolês, cortes cárneos, ganho de peso, Hereford, vacas cruzadas

## CHAPTER 2 - Growth performance, carcass and cuts yield traits of young crossbred beef cattle finished on feedlot and submitted to different diets

### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the performance (weights, weight gain, feed consumption, feed efficiency, and days in feedlot), carcass (weight and cold carcass yield, first cuts weight, backfat thickness, marbling, and rib eye area) and cuts yield traits of 169 young crossbred bulls and heifers, the offspring of Charolais (CH) or Hereford (HF) bulls and ½ Angus + ½ Nelore (TA) or ½ Simmental + ½ Nelore (TS) cows. After weaning were 7.5 months the calves were individually for about 119 days fed *ad libitum* two different dietary treatments on feedlot: control diet (DC) or high-energy diet (DE) (control diet added with corn gluten and protected fat). The animals were slaughtered in a commercial abattoir, when they reached 5 mm backfat thickness between the 12<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup> ribs. Carcasses were chilled for 24 h at 2 °C, when a *longissimus thoracis* steak was dissected from the left side of the carcass between the 12<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup> ribs and the right side of the carcass was deboned. Data were analyzed using the MIXED procedure of SAS. Fixed effects included year, gender, breed of sire (RT), dam genetic group (GGV) and diet, and their interactions (except with year). No interactions for performance traits were observed. The offspring of Charolais sires were heavier at the beginning (263.1 kg vs. 248.2 kg) and at the end (421.6 kg vs. 404.1 kg) of the feedlot, but with the same daily gain, dry matter consumption, feed efficiency, and days in feedlot as the offspring of Hereford sires. The offspring of TS cows were heavier at the start (262.7 kg vs. 248.6 kg) of feedlot and stayed on feedlot shorter (107.6 days vs. 111.4 days) then the offspring of TA cows. Males were heavier at the beginning (264.0 kg vs. 247.3 kg) and at the end (443.6 kg vs. 382.1 kg) of the feedlot, and showed greater daily gain (1.634 kg vs. 1.237 kg), dry matter intake (9.631 kg vs. 8.890 kg), and feed efficiency (0.171 kg/kg vs. 0.140 kg/kg) than females. Diet showed no effect on the performance traits. There was a gender - RT interaction for backfat thickness, but independently of RT the females showed greater backfat thickness. There was also a RT - GGV - diet interaction for marbling, and the offspring of Hereford bulls with TA cows fed the control diet showed more marbling. The offspring of Charolais bulls had heavier cold carcass (231.9 kg vs. 218.5 kg), hindquarter (71.2 kg vs. 66.6 kg) and forequarter (44.5 kg vs. 42.7 kg), greater carcass yield (54.89% vs. 53.99%) and rib eye area (63.1 cm<sup>2</sup> vs. 53.3 cm<sup>2</sup>), but showed lower % forequarter (38.4% vs. 39.1%), backfat thickness (5.82 mm vs. 7.99 mm) and marbling (2.99 vs. 3.75) as compared to Hereford sired animals. The offspring of TS cows showed greater rib eye area (62.3 cm<sup>2</sup> vs. 57.2 cm<sup>2</sup>) and lower marbling (3.05 vs. 3.69) than the offspring of TA cows. Males showed higher mean for all carcass traits studied, with the exception of backfat thickness (5.67 mm vs. 8.14 mm) and marbling (3.02 vs. 3.72). For cuts yield traits (RCC) of hindquarter there were RT – gender and diet – gender interactions; males fed the control diet showed better RCC, while females sired by HF bulls showed smaller RCC. The offspring of Charolais bulls showed higher weight of commercial cuts, secondary cuts, shreds and cuts yield of hindquarter, while the offspring of Hereford bulls showed higher weight of shreds and cuts yield of



forequarter. The offspring of TS cows showed higher weight of commercial cuts of forequarter and hindquarter as compared of offspring of TA cows. Males showed higher means for all cuts yield traits as compared to females. The recommendation is to use offspring of Charolais sires and male animals to increase carcass traits and cuts yield, while females, the offspring of Hereford bulls and the offspring of TA cows should be used to increase finishing. Energetic diet do not affect growth performance and carcass traits of young crossbred cattle finished on feedlot.

**Keywords:** Charolais, crossbred cows, Hereford, meat cuts, rib eye area, weight gain

## INTRODUÇÃO

A bovinocultura é um dos principais destaques do agronegócio brasileiro no cenário mundial. O Brasil possui o segundo maior rebanho de bovinos do mundo, com cerca de 208 milhões de animais. Atualmente, o País é o segundo maior exportador do produto final, a carne, exportando cerca de 1,909 milhão de toneladas de equivalente carcaça no ano de 2014 (USDA, 2015).

Os sistemas de produção da pecuária de corte brasileira vêm sofrendo alterações nas técnicas praticadas. Os altos valores em vigor no mercado de reposição, tanto para o boi magro (até 12 @) quanto para o bezerro, estão obrigando o produtor a adotar estratégias que garantam a produção de carne em menor período de tempo, visando à lucratividade do sistema.

Assim, a redução da idade ao abate permite o aumento na taxa de desfrute do rebanho e maior giro de capital dentro da atividade pecuária (PACHECO et al., 2013), justificando a produção de bovinos jovens. Esta categoria animal é confinada ao desmame e abatida aos 15 meses de idade, em média. Estes novilhos jovens são mais eficientes em razão de sua menor exigência energética de manutenção, o que proporciona maior aporte de energia para o ganho de peso (PAULINO et.al., 2008).

Atender às exigências nutricionais destes animais torna-se fundamental, de forma a se obter máximo desenvolvimento muscular e acabamento na carcaça, para alcançar alta rotatividade dentro do sistema e níveis ótimos de rendimento no momento do abate. Em trabalho clássico, Owens et. al. (1993) descrevem que a deposição de tecido muscular é cessada quando o animal atinge o peso corporal adulto e, cronologicamente, o tecido adiposo é depositado a partir deste momento. Portanto, se faz necessário adotar um plano nutricional estratégico, no qual a dieta garanta maiores níveis de proteína durante o período de desenvolvimento muscular e maiores níveis de energia quando o objetivo for a deposição de gordura ou o acabamento da carcaça.

Animais jovens alimentados com dietas com elevados teores de concentrado apresentam boa resposta a esse tipo de alimentação, resultando em intensificação

do sistema de produção, permitindo o abate de animais jovens com acabamento de gordura adequado, sem prejuízos à qualidade da carne (LEME et al., 2003).

Segundo Preston (1998), a utilização dessa prática traz como benefícios o rápido ganho de peso, alta eficiência alimentar e, conseqüentemente, redução no tempo para terminação e para o abate, menor custo de mão-de-obra e maior uniformidade do produto final. Além disso, ofertar aos animais dietas formuladas com ingredientes de alta qualidade como o farelo de glúten de milho e a gordura protegida, integrando-os à ração de forma estratégica durante o desenvolvimento do animal, pode culminar em bom desenvolvimento e boa qualidade da carcaça. Assim, o objetivo neste estudo foi avaliar o desempenho, características de carcaça e rendimento dos cortes cárneos comerciais de bovinos jovens cruzados, recebendo duas dietas em confinamento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi executado na Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP e consistiu na avaliação do desempenho, de características de carcaça e do rendimento dos cortes cárneos de bovinos (machos não castrados e fêmeas) de quatro grupos genéticos, filhos de touros da raça Hereford ou Charolesa com vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore ou  $\frac{1}{2}$  Simental +  $\frac{1}{2}$  Nelore, nascidos no final de 2011 e de 2012. Para a produção dos bezerros, as vacas foram inseminadas com sêmen de seis touros de cada raça por ano, com repetição de um touro da raça Hereford e dois touros da raça Charolesa nos dois anos. No total, foram utilizados 169 animais (machos e fêmeas), sendo 47 bezerros  $\frac{1}{2}$  Hereford +  $\frac{1}{4}$  Angus +  $\frac{1}{4}$  Nelore, 38  $\frac{1}{2}$  Charolês +  $\frac{1}{4}$  Angus +  $\frac{1}{4}$  Nelore, 41  $\frac{1}{2}$  Hereford +  $\frac{1}{4}$  Simental +  $\frac{1}{4}$  Nelore e 43  $\frac{1}{2}$  Charolês +  $\frac{1}{4}$  Simental +  $\frac{1}{4}$  Nelore, dos quais 64 eram fêmeas e 105 machos, sendo que 80 animais foram avaliados na primeira safra (2012) e 89 na segunda (2013). Todos os bezerros produzidos foram  $\frac{3}{4}$  taurino +  $\frac{1}{4}$  zebuino, entretanto com composições de taurino britânico e taurino continental foram diferentes (Tabela 1).

Os animais dos quatro grupos genéticos receberam, além do pasto, suplementação de volumoso e concentrado no último mês de aleitamento e foram desmamados em duas etapas, de junho a agosto de 2012 e 2013, em média aos 7,5

meses de idade. Após o desmame, os animais foram alimentados por cerca de 10 dias com ração composta de silagem de milho e concentrado, em piquete próximo ao curral, para redução do estresse de desmama.

Tabela 1 Composição genética do bezerro de acordo com a raça do touro e o grupo genético da vaca.

Raça do touro	Grupo genético da vaca <sup>1</sup>	
	1/2 A + 1/2 N	1/2 S + 1/2 N
Hereford (H)	1/2 H + 1/4 A + 1/4 N (3/4 Bri + 1/4 Zeb)	1/2 H + 1/4 S + 1/4 N (1/2 Bri + 1/4 Con + 1/4 Zeb)
Charolês (C)	1/2 C + 1/4 A + 1/4 N (1/2 Con + 1/4 Bri + 1/4 Zeb)	1/2 C + 1/4 S + 1/4 N (3/4 Con + 1/4 Zeb)

<sup>1</sup> A = Angus; N = Nelore; S = Simental. A e H = taurinas britânicas (Bri); C e S = taurinas continentais (Con). N = zebuína (Zeb).

Passado o período de suplementação após a desmama, os bezerros foram divididos aleatoriamente em dois lotes, por gênero e grupo genético, e foram confinados em baias individuais, em média aos oito meses de idade. Cada lote recebeu uma dieta específica, dieta controle (DC) ou dieta energética (DE). Durante a fase inicial do confinamento os animais receberam as dietas DC-inicial ou DE-inicial e durante a fase final ou de acabamento, as dietas DC-final ou DE-final (Tabela 2). A mudança das rações DC-inicial e DE-inicial para as dietas DC-final e DE-final ocorreu quando as fêmeas atingiram 330 kg e os machos 380 kg. As dietas eram isoprotéicas em suas respectivas fases. A dieta DE era composta pela dieta DC acrescida de glúten de milho na fase inicial, enquanto na fase final era adicionado o glúten de milho, gordura protegida e polpa cítrica (Tabela 2). As dietas foram formuladas segundo o NRC (1996), sendo que na primeira etapa, os níveis de proteína foram maiores para que os animais adquirissem maior deposição muscular, já na segunda etapa, a dieta foi formulada pensando no acabamento destes animais precoces.

Durante o período de confinamento a dieta foi fornecida duas vezes ao dia e as sobras foram retiradas e pesadas uma vez ao dia, sempre pela manhã, antes do fornecimento da dieta. O consumo *ad libitum* da dieta foi monitorado diariamente mantendo a oferta de alimentos sempre entre 5% a 10% acima do consumo. As sub-

amostras retiradas semanalmente foram pré-secas a  $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 72 horas, segundo Silva e Queiroz (2002).

Para determinação do ganho em peso em confinamento foram realizadas pesagens no tempo zero (início do experimento), sem e com jejum prévio de 16 h de água e de alimentos, e, posteriormente, a cada período de 28 dias, sem jejum, e antes do abate, sem e com jejum. Foram calculados os ganhos em peso vivo, consumo de matéria seca da dieta e eficiência alimentar.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e nutrientes da dieta experimental com base na matéria seca.

Ingredientes	Proporção na Dieta (%)			
	Dieta DC		Dieta DE	
	DC-Inicial	DC-Final	DE-Inicial	DE-Final
Silagem de Milho	68,0	50,0	65,0	45,0
Milho Grão Moído	12,0	32,8	18,0	26,8
Farelo de Soja	15,0	7,0	6,0	5,0
Glúten de Milho			6,0	3,0
Polpa Cítrica				8,0
Gordura-protegida*				5,0
Farelo de Trigo	3,5	8,0	3,5	5,0
Calcário Calcítico	0,5	0,7	0,5	0,7
Mistura Mineral**	1,0	1,0	1,0	1,0
Uréia		0,5		0,5
Monensina Sódica (g/cab/dia)		3,0		3,0
Nutrientes (%)				
Proteína Bruta	14,43	13,33	14,26	13,36
NDT	69,57	73,36	71,16	79,05
Energia Metabolizável	12,94	13,64	13,23	14,71

\*LACTO PLUS™, Ingredientes: Ácido Graxo do óleo da soja e Hidróxido de cálcio ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), Contendo: C12:0 (0,7%), C14:0 (0,5%), C16:0 (13,0%), C18:0 (5,0%), C18:1 (26,0%), C18:2 (42,0%).

\*\*Níveis de garantia por kg de produto: Cálcio: 180,00 g; Iodo: 90,00 mg; Fósforo: 130,00 g; Manganês: 2.000,00 mg; Zinco: 5.270,00 mg; Cobalto: 100,00 mg; Flúor (máx.): 1.300,00 mg; Cobre: 1.250,00 mg; Ferro: 2.200,00 mg; Selênio: 15,00 mg.

Os animais permaneceram confinados por 119 dias, em média, e foram escolhidos para abate com base em avaliações visuais do acabamento de carcaça, confrontadas com as imagens de ultrassonografia com valor acima de 5 mm de espessura de gordura externa. As imagens foram obtidas utilizando-se aparelho de ultrassom da marca Pie Medical, modelo Águila, com sonda específica para a obtenção de imagens, segundo metodologia de Herring, Miller e Bertrand (1994), na

região do contrafilé, entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas, que permitiram as tomadas das medidas da espessura de gordura externa e da área do olho de lombo.

Os animais foram abatidos aproximadamente aos 13 meses de idade e média de peso vivo de 444 kg para os machos e 379 kg para as fêmeas. O abate foi realizado em frigorífico comercial sob inspeção estadual, seguindo a rotina do mesmo. Durante o abate, na linha de evisceração, foram coletados os pesos do coração, rins, gordura perirrenal e fígado. Logo após o abate, foram coletadas informações sobre o peso da carcaça quente e, após 24 horas de resfriamento em câmara fria a 2 °C, informações de peso da carcaça fria. O rendimento de carcaça, em porcentagem, foi obtido pela relação entre o peso de carcaça resfriada e o peso vivo do animal antes do abate.

Na meia carcaça esquerda foram obtidos os pesos dos cortes primários (traseiro especial, dianteiro com cinco costelas e ponta de agulha), suas proporções em relação ao peso da meia carcaça esquerda (expressas em %) e foram retiradas amostras da meia carcaça esquerda entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas, para as análises de área de olho de lombo e da espessura de gordura, utilizando-se papel vegetal e grade reticulada (cm<sup>2</sup>) e régua (mm), respectivamente. O grau de marmorização também foi avaliado no músculo *longissimus thoracis* entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas por uma escala visual, de acordo com Muller (1987), em que a pontuação é dada conforme o grau de deposição de gordura intramuscular: 1 a 3= traços; 4 a 6= leve; 7 a 9= pequeno; 10 a 12= médio; 13 a 15= moderado e 16 a 18= abundante.

As meias carcaças direitas foram desossadas para a obtenção dos cortes primários e dos cortes comerciais. Primeiramente, foram divididas em dianteiro (cinco costelas) e traseiro e, deste último corte foi retirada a ponta de agulha. Posteriormente, foi realizada a desossa, na qual houve a separação em cortes comerciais e retalhos (retalhos de carne, gordura/aparas e ossos), realizada no traseiro e no dianteiro. A ponta de agulha não foi desossada. Foram considerados como cortes comerciais do dianteiro: pá + músculo, acém + pescoço e peito. Os cortes comerciais do traseiro foram: contra-filé, filé mignon, cordão do filé, alcatra, maminha, picanha, picanha grill, coxão mole, coxão duro, lagarto, patinho e fraldão. Os cortes secundários do traseiro foram: bananinha, capa do filé, músculo e aranha. A porcentagem do rendimento dos cortes cárneos do dianteiro foi definida como a

relação entre a somatória dos cortes comerciais do dianteiro pelo peso total do dianteiro, enquanto que a porcentagem do rendimento dos cortes cárneos do traseiro foi definida como a relação das somatórias dos cortes comerciais e dos cortes secundários do traseiro pelo peso do traseiro.

As análises de variância das características de desempenho (pesos ao início e ao final do confinamento, ganho em peso diário no confinamento, dias no confinamento, consumo diário de matéria seca e eficiência alimentar), das características de carcaça (peso de carcaça resfriada, rendimento de carcaça resfriada, pesos do traseiro, do dianteiro e da ponta de agulha, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e marmorização), dos componentes da não-carcaça (coração, fígado, rins e gordura perirrenal) e das características da desossa (pesos e rendimentos dos cortes cárneos do dianteiro e do traseiro) foram realizadas pelo Procedimento Mixed do programa estatístico SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC, 2010), cujo modelo estatístico incluiu os efeitos fixos de ano, raça do touro (RT), grupo genético da vaca (GGV), dieta, gênero e suas interações duplas, triplas e quádrupla (exceto com ano). Para os efeitos principais, as médias foram comparadas pelo teste t, considerando o nível de significância de 5%, quando o teste F foi significativo para a variável estudada. Para as interações significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ajustado. As características foram analisadas também com um modelo que incluiu os efeitos fixos de ano, gênero, dieta, grupo genético do bezerro (GGB) e as interações duplas e tripla (exceto com ano). Neste caso, havendo efeito significativo de GGB e não havendo interação com GGB, foram estimados dois contrastes:  $\frac{3}{4}$  Bri +  $\frac{1}{4}$  Zeb vs.  $\frac{3}{4}$  Con +  $\frac{1}{4}$  Zeb e  $\frac{1}{2}$  Bri +  $\frac{1}{4}$  Con +  $\frac{1}{4}$  Zeb vs.  $\frac{1}{2}$  Con +  $\frac{1}{4}$  Bri +  $\frac{1}{4}$  Zeb.

## RESULTADOS

### 1. Características de desempenho e de carcaça

Houve efeito significativo das interações raça do touro – gênero, para a espessura de gordura subcutânea e raça do touro – grupo genético da vaca – dieta, para marmorização. Para as outras características de desempenho e de carcaça não houve interações significativas.

Para as características de desempenho em confinamento, a RT influenciou ( $P < 0,01$ ) apenas os pesos ao início e ao final do confinamento, com os filhos dos touros da raça Charolesa pesando mais do que os filhos dos touros da raça Hereford (Tabela 3). Já para as características de carcaça, a raça do touro não apresentou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) apenas para a porcentagem de traseiro especial, peso da ponta de agulha e porcentagem da ponta de agulha (Tabela 3). Os filhos dos touros da raça Charolesa apresentaram maiores médias para o peso da carcaça fria, rendimento de carcaça fria, traseiro especial, dianteiro e área de olho de lombo (Tabela 3).

O grupo genético da vaca apresentou efeito significativo apenas para o peso inicial ( $P < 0,01$ ), dias de confinamento ( $P < 0,05$ ), área de olho de lombo ( $P < 0,0001$ ) e mármore ( $P < 0,05$ ). Os filhos das vacas  $\frac{1}{2}$  Simental +  $\frac{1}{2}$  Nelore apresentaram maiores peso inicial e área de olho de lombo em comparação aos filhos das vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore (Tabela 3). Já os filhos das vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore permaneceram mais tempo no confinamento e apresentaram carne mais marmorizada que os filhos das vacas  $\frac{1}{2}$  Simental +  $\frac{1}{2}$  Nelore (Tabela 3).

O gênero influenciou o peso inicial ( $P < 0,01$ ), o peso final ( $P < 0,0001$ ), o ganho em peso diário ( $P < 0,0001$ ), o consumo de matéria seca ( $P < 0,01$ ) e a eficiência alimentar ( $P < 0,0001$ ), além das características peso da carcaça fria ( $P < 0,0001$ ), rendimento de carcaça fria ( $P < 0,0001$ ), traseiro especial ( $P < 0,0001$ ), porcentagem de traseiro especial ( $P < 0,01$ ), dianteiro ( $P < 0,0001$ ), porcentagem de dianteiro ( $P < 0,0001$ ), ponta de agulha ( $P < 0,01$ ), porcentagem de ponta de agulha ( $P < 0,01$ ), área de olho de lombo ( $P < 0,0001$ ), espessura de gordura ( $P < 0,0001$ ) e mármore ( $P < 0,01$ ) (Tabela 3). Os machos apresentaram maiores peso inicial, peso final, ganho de peso diário e consumo de matéria seca, porém com maior eficiência alimentar, em relação às fêmeas. Para as características de carcaça, os machos apresentaram maiores médias para o peso da carcaça fria, rendimento de carcaça fria, traseiro especial, dianteiro, porcentagem de dianteiro, ponta de agulha e área de olho de lombo, enquanto as fêmeas foram superiores aos machos em espessura de gordura e mármore (Tabela 3). Para as características de % do traseiro e da ponta de agulha (%TE e %PA), as fêmeas foram significativamente superiores aos machos



Tabela 3. Médias estimadas  $\pm$  erro padrão do peso inicial (PI), peso final (PF), ganho em peso diário (GPD), dias de confinamento (DiaC), consumo diário de matéria seca (CMS), eficiência alimentar (EA), peso da carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça fria (RCF), traseiro especial (TE), % do traseiro (%TE), dianteiro (DI), % do dianteiro (%DI), peso da ponta de agulha (PA), % da ponta de agulha (%PA), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura (EG) e mármore (MAR), de acordo com a raça do touro, o grupo genético da vaca, o gênero (GNR) e a dieta (DT).

Caract.	Raça do touro		Grupo genético da vaca		Gênero		Dieta		Teste de F			
	HF	CH	TA	TS	Fêmea	Macho	DC	DE	RT	GGV	GNR	DT
	<i>Características de Desempenho</i>											
PI, kg	248,2 $\pm$ 3,5 <sup>d</sup>	263,1 $\pm$ 4,0 <sup>a</sup>	248,6 $\pm$ 3,9 <sup>d</sup>	262,7 $\pm$ 3,7 <sup>a</sup>	247,3 $\pm$ 4,3 <sup>d</sup>	264,0 $\pm$ 3,2 <sup>a</sup>	257,0 $\pm$ 3,7	254,3 $\pm$ 3,8	**	**	**	NS
PF, kg	404,1 $\pm$ 4,5 <sup>b</sup>	421,6 $\pm$ 5,0 <sup>a</sup>	406,7 $\pm$ 4,9	419,1 $\pm$ 4,6	382,1 $\pm$ 5,4 <sup>b</sup>	443,6 $\pm$ 4,0 <sup>a</sup>	416,8 $\pm$ 4,7	408,9 $\pm$ 4,8	**	NS	****	NS
GPD, kg	1,405 $\pm$ 0,023	1,465 $\pm$ 0,026	1,406 $\pm$ 0,025	1,465 $\pm$ 0,024	1,237 $\pm$ 0,028 <sup>b</sup>	1,634 $\pm$ 0,021 <sup>a</sup>	1,463 $\pm$ 0,024	1,408 $\pm$ 0,025	NS	NS	****	NS
DiaC, dias	112,5 $\pm$ 1,8	108,5 $\pm$ 2,0	113,4 $\pm$ 2,0 <sup>a</sup>	107,6 $\pm$ 1,9 <sup>b</sup>	109,9 $\pm$ 2,2	111,0 $\pm$ 1,6	110,6 $\pm$ 1,9	110,4 $\pm$ 1,9	NS	*	NS	NS
CMS, kg	9,057 $\pm$ 0,153	9,463 $\pm$ 0,175	9,225 $\pm$ 0,171	9,296 $\pm$ 0,161	8,890 $\pm$ 0,189 <sup>b</sup>	9,631 $\pm$ 0,140 <sup>a</sup>	9,391 $\pm$ 0,164	9,130 $\pm$ 0,167	NS	NS	**	NS
EA, kg/kg	0,155 $\pm$ 0,002	0,156 $\pm$ 0,002	0,153 $\pm$ 0,002	0,158 $\pm$ 0,002	0,140 $\pm$ 0,003 <sup>b</sup>	0,171 $\pm$ 0,002 <sup>a</sup>	0,156 $\pm$ 0,002	0,156 $\pm$ 0,002	NS	NS	****	NS
	<i>Características de Carcaça</i>											
PCF, kg	218,5 $\pm$ 2,8 <sup>d</sup>	231,9 $\pm$ 3,1 <sup>a</sup>	222,2 $\pm$ 3,0	228,3 $\pm$ 2,8	204,7 $\pm$ 3,3 <sup>d</sup>	245,8 $\pm$ 2,5 <sup>a</sup>	227,9 $\pm$ 2,9	222,6 $\pm$ 2,9	**	NS	****	NS
RCF, %	53,99 $\pm$ 0,25 <sup>b</sup>	54,89 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>	54,48 $\pm$ 0,27	54,41 $\pm$ 0,25	53,52 $\pm$ 0,30 <sup>b</sup>	55,36 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	54,59 $\pm$ 0,26	54,29 $\pm$ 0,26	**	NS	****	NS
TE, kg	52,2 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>	56,2 $\pm$ 0,9 <sup>a</sup>	53,5 $\pm$ 0,9	54,9 $\pm$ 0,8	50,1 $\pm$ 1,0 <sup>b</sup>	58,3 $\pm$ 0,8 <sup>a</sup>	55,2 $\pm$ 0,9	53,2 $\pm$ 0,9	**	NS	****	NS
%TE, %	47,8 $\pm$ 0,8	48,4 $\pm$ 0,9	48,2 $\pm$ 0,9	48,1 $\pm$ 0,8	48,9 $\pm$ 1,0 <sup>a</sup>	47,4 $\pm$ 0,9 <sup>b</sup>	48,4 $\pm$ 0,9	47,8 $\pm$ 0,9	NS	NS	**	NS
DI, kg	42,7 $\pm$ 0,6 <sup>b</sup>	44,5 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	43,0 $\pm$ 0,6	44,2 $\pm$ 0,6	38,0 $\pm$ 0,7 <sup>b</sup>	49,1 $\pm$ 0,5 <sup>a</sup>	44,1 $\pm$ 0,6	43,1 $\pm$ 0,6	*	NS	****	NS
%DI, %	39,1 $\pm$ 0,6 <sup>a</sup>	38,4 $\pm$ 0,5 <sup>b</sup>	38,7 $\pm$ 0,6	38,7 $\pm$ 0,6	37,1 $\pm$ 0,5 <sup>b</sup>	40,0 $\pm$ 0,7 <sup>a</sup>	38,7 $\pm$ 0,7	38,7 $\pm$ 0,7	*	NS	****	NS
PA, kg	14,4 $\pm$ 0,2	15,0 $\pm$ 0,3	14,6 $\pm$ 0,3	14,9 $\pm$ 0,2	14,3 $\pm$ 0,3 <sup>b</sup>	15,2 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	14,7 $\pm$ 0,2	14,7 $\pm$ 0,2	NS	NS	**	NS
%PA, %	13,2 $\pm$ 0,2	12,9 $\pm$ 0,3	13,1 $\pm$ 0,3	13,1 $\pm$ 0,3	14,0 $\pm$ 0,5 <sup>a</sup>	12,0 $\pm$ 0,6 <sup>b</sup>	12,9 $\pm$ 0,5	13,2 $\pm$ 0,5	NS	NS	**	NS
AOL, cm <sup>2</sup>	56,3 $\pm$ 0,8 <sup>b</sup>	63,1 $\pm$ 0,9 <sup>a</sup>	57,2 $\pm$ 0,9 <sup>b</sup>	62,3 $\pm$ 0,8 <sup>a</sup>	54,3 $\pm$ 0,9 <sup>b</sup>	65,1 $\pm$ 0,7 <sup>a</sup>	60,3 $\pm$ 0,8	59,1 $\pm$ 0,8	****	****	****	NS
EG, mm	7,99 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>	5,82 $\pm$ 0,31 <sup>b</sup>	7,28 $\pm$ 0,30	6,53 $\pm$ 0,28	8,14 $\pm$ 0,33 <sup>a</sup>	5,67 $\pm$ 0,26 <sup>b</sup>	6,99 $\pm$ 0,29	6,83 $\pm$ 0,30	****	NS	****	NS
MAR	3,75 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>	2,99 $\pm$ 0,19 <sup>b</sup>	3,69 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	3,05 $\pm$ 0,18 <sup>b</sup>	3,72 $\pm$ 0,21 <sup>a</sup>	3,02 $\pm$ 0,15 <sup>d</sup>	3,38 $\pm$ 0,18	3,37 $\pm$ 0,18	**	*	**	NS

<sup>ab</sup> Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na linha dentro dos parâmetros RT, GGV, gênero e dieta, diferem entre si pelo teste t. \*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*\*P<0,0001 e NS = Não significativo. HF = Hereford, CH = Charolês, TA = ½ Angus + ½ Nelore, TS = ½ Simental + ½ Nelore, DC = dieta controle, DE = dieta energética.

( $P < 0,05$ ), obtendo assim maiores % traseiro e ponta de agulha em relação à carcaça (Tabela 3).

Não houve efeito da dieta sobre as características de desempenho e de carcaça estudadas (Tabela 3).

Os filhos dos touros da raça Hereford foram superiores em espessura de gordura e mármore (Tabelas 4 e 5). Entretanto, no caso da espessura de gordura a superioridade foi apenas para as fêmeas (Tabela 4). No caso do mármore, houve interação raça do touro - grupo genético da vaca - dieta e os filhos de touros da raça Hereford foram superiores aos filhos dos touros da raça Charolesa apenas para as vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore, na dieta DC (Tabela 5). Dentro de raça do touro e dieta, não houve diferença entre os filhos de vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore e os filhos de vacas  $\frac{1}{2}$  Simental +  $\frac{1}{2}$  Nelore para o mármore (Tabela 5). Dentro de raça do touro e grupo genético da vaca, não houve diferença entre as dietas para mármore (Tabela 5).

Tabela 4. Médias estimadas  $\pm$  erro padrão da espessura de gordura, de acordo com a interação raça do touro - gênero.

Raça do touro/gênero				
Hereford		Charolês		Test de F
Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	
9,91 $\pm$ 0,42 <sup>a</sup>	6,05 $\pm$ 0,36 <sup>b</sup>	6,37 $\pm$ 0,52 <sup>b</sup>	5,28 $\pm$ 0,34 <sup>b</sup>	0,0013

ab Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas linhas, diferem ( $p < 0,0001$ ), pelo teste de Tukey.

Tabela 5. Médias estimadas  $\pm$  erro padrão da marmorização, de acordo com a interação tripla entre raça do touro, grupo genético da vaca (GGV) e dieta.

Raça do Touro	GGV	Dieta	Média
Hereford	TA	DC	4,57 $\pm$ 0,32 <sup>a</sup>
		DE	4,00 $\pm$ 0,33 <sup>ab</sup>
	TS	DC	3,24 $\pm$ 0,37 <sup>ab</sup>
		DE	3,19 $\pm$ 0,35 <sup>ab</sup>
Charolês	TA	DC	2,50 $\pm$ 0,38 <sup>bc</sup>
		DE	3,69 $\pm$ 0,45 <sup>ab</sup>
	TS	DC	3,19 $\pm$ 0,36 <sup>ab</sup>
		DE	2,57 $\pm$ 0,33 <sup>b</sup>

ab Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na coluna, diferem ( $p < 0,01$ ), pelo teste de Tukey. TA =  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore, TS =  $\frac{1}{2}$  Simental +  $\frac{1}{2}$  Nelore. Teste de F: P = 0,0240.

## 2. Componentes da não-carcaça e rendimentos de cortes cárneos

Não houve efeito individual significativo da raça do touro, do grupo genético da vaca e da dieta e das interações incluídas no modelo para os componentes da não-carcaça (Tabela 6). Efeito do gênero do animal foi observado para coração ( $P < 0,05$ ), fígado ( $P < 0,01$ ), rins ( $P < 0,01$ ) e gordura perirrenal ( $P < 0,05$ ). Os machos apresentaram maiores médias de peso do coração, fígado e rins, entretanto, a quantidade de gordura perirrenal foi menor nos machos em relação às fêmeas (Tabela 6).

Houve efeito significativo das interações duplas RT – gênero ( $P < 0,01$ ) e dieta – gênero ( $P < 0,05$ ) para a característica rendimento de cortes cárneos (RCC) do traseiro.

Foi observado efeito fixo significativo da raça do touro sobre o peso dos retalhos do dianteiro ( $P < 0,01$ ), rendimento dos cortes cárneos do dianteiro ( $P < 0,0001$ ), peso dos cortes comerciais do traseiro ( $P < 0,0001$ ), peso dos cortes secundários do traseiro ( $P < 0,0001$ ) e peso do retalho do traseiro ( $P < 0,01$ ). Os filhos dos touros da raça Hereford apresentaram maior peso dos retalhos e rendimento de cortes cárneos do dianteiro. Os filhos dos touros da raça Charolesa foram superiores em todas as características do traseiro (cortes comerciais, cortes secundários e retalhos) (Tabela 7).

Efeito significativo do grupo genético da vaca foi observado para peso dos cortes comerciais do dianteiro ( $P < 0,05$ ) e o peso dos cortes comerciais do traseiro ( $P < 0,01$ ). Os filhos das vacas  $\frac{1}{2}$  Simental +  $\frac{1}{2}$  Nelore apresentaram maiores médias para o peso dos cortes comerciais do dianteiro e peso dos cortes comerciais do traseiro (Tabela 7).

Para gênero, houve efeito significativo ( $P < 0,0001$ ) para as características peso dos cortes cárneos do dianteiro, peso do retalho do dianteiro, rendimento de cortes cárneos do dianteiro, peso dos cortes cárneos comerciais do traseiro, peso dos cortes cárneos secundários do traseiro e peso dos retalhos do traseiro. Os machos foram superiores às fêmeas em todas essas características.

Não houve efeito da dieta sobre as características de rendimento dos cortes cárneos estudadas (Tabela 7).

Tabela 6. Médias estimadas  $\pm$  erro padrão dos componentes da não-carcaça coração, fígado, rins e gordura perirrenal, de acordo com a raça do touro (RT), o grupo genético da vaca (GGV), o gênero e a dieta (DT).

Características	RT		GGV		Gênero		Dieta		Teste de F			
	HF	CH	TA	TS	Fêmea	Macho	DC	DE	RT	GGV	Gênero	DT
Coração, kg	1,85 $\pm$ 0,09	2,11 $\pm$ 0,10	1,97 $\pm$ 0,10	2,00 $\pm$ 0,09	1,81 $\pm$ 0,12 <sup>u</sup>	2,15 $\pm$ 0,09 <sup>d</sup>	1,95 $\pm$ 0,10	2,02 $\pm$ 0,10	NS	NS	*	NS
Fígado, kg	5,85 $\pm$ 0,26	6,50 $\pm$ 0,29	6,15 $\pm$ 0,29	6,20 $\pm$ 0,27	5,57 $\pm$ 0,32 <sup>u</sup>	6,78 $\pm$ 0,24 <sup>d</sup>	5,99 $\pm$ 0,28	6,36 $\pm$ 0,28	NS	NS	**	NS
Rins, kg	1,18 $\pm$ 0,06	1,30 $\pm$ 0,07	1,24 $\pm$ 0,06	1,25 $\pm$ 0,06	1,12 $\pm$ 0,07 <sup>u</sup>	1,36 $\pm$ 0,05 <sup>d</sup>	1,21 $\pm$ 0,06	1,27 $\pm$ 0,06	NS	NS	**	NS
GPR, kg	2,76 $\pm$ 0,17	3,14 $\pm$ 0,21	2,89 $\pm$ 0,20	3,01 $\pm$ 0,18	3,23 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	2,67 $\pm$ 0,15 <sup>b</sup>	2,79 $\pm$ 0,19	3,11 $\pm$ 0,19	NS	NS	*	NS

ab Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na linha, diferem entre si dentro de cada variável, pelo teste t. HF = Hereford, CH = Charolais, TA = ½ Angus + ½ Nelore, TS = ½ Simental + ½ Nelore, DC = dieta controle, DE = dieta energética, GPR = gordura perirrenal. \*P<0,05, \*\*P<0,01 e NS = Não significativo.

Tabela 7. Médias estimadas  $\pm$  erro padrão das características pesos dos cortes comerciais (CC), peso do retalho (RET), rendimentos dos cortes cárneos (RCC) do dianteiro e do traseiro, e cortes secundários (CS) do traseiro, de acordo com a raça do touro (RT), o grupo genético da vaca (GGV), o gênero e a dieta (DT).

Caract.	RT		GGV		Gênero		Dieta		Teste de F			
	HF	CH	TA	TS	Fêmea	Macho	DC	DE	RT	GGV	Gênero	DT
	Dianteiro – DID											
Peso, kg	42,8 $\pm$ 0,5	44,8 $\pm$ 0,6	43,2 $\pm$ 0,6	44,4 $\pm$ 0,5	38,2 $\pm$ 0,6	49,4 $\pm$ 0,5	44,1 $\pm$ 0,6	43,5 $\pm$ 0,6	-	-	-	-
CC, kg	33,6 $\pm$ 0,8	33,3 $\pm$ 0,9	32,1 $\pm$ 0,9 <sup>u</sup>	34,8 $\pm$ 0,9 <sup>d</sup>	29,6 $\pm$ 1,0 <sup>u</sup>	37,1 $\pm$ 0,7 <sup>d</sup>	34,6 $\pm$ 0,1	32,3 $\pm$ 0,9	NS	*	****	NS
RET, kg	8,5 $\pm$ 0,1 <sup>d</sup>	7,9 $\pm$ 0,1 <sup>u</sup>	8,7 $\pm$ 0,1	8,7 $\pm$ 0,1	7,6 $\pm$ 0,2 <sup>u</sup>	9,9 $\pm$ 0,1 <sup>d</sup>	8,8 $\pm$ 0,1	7,6 $\pm$ 0,1	**	NS	****	NS
RCC, %	79,5 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	73,9 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	74,0 $\pm$ 0,02	79,5 $\pm$ 0,02	78,1 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	75,4 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	79,5 $\pm$ 0,02	74,0 $\pm$ 0,02	NS	NS	NS	NS
	Traseiro – TED											
Peso, kg	52,1 $\pm$ 0,6	56,8 $\pm$ 0,7	53,3 $\pm$ 0,7	55,6 $\pm$ 0,7	50,2 $\pm$ 0,7	58,7 $\pm$ 0,6	55,1 $\pm$ 0,7	53,9 $\pm$ 0,7	-	-	-	-
CC, kg	32,5 $\pm$ 0,4 <sup>u</sup>	35,8 $\pm$ 0,5 <sup>d</sup>	33,3 $\pm$ 0,5 <sup>u</sup>	34,9 $\pm$ 0,4 <sup>d</sup>	31,4 $\pm$ 0,5 <sup>u</sup>	36,9 $\pm$ 0,4 <sup>d</sup>	34,5 $\pm$ 0,4	33,7 $\pm$ 0,4	****	**	****	NS
CS, kg	5,54 $\pm$ 0,08 <sup>u</sup>	6,15 $\pm$ 0,09 <sup>d</sup>	5,78 $\pm$ 0,08	5,91 $\pm$ 0,08	5,30 $\pm$ 0,09 <sup>u</sup>	6,38 $\pm$ 0,09 <sup>d</sup>	5,91 $\pm$ 0,08	5,78 $\pm$ 0,08	****	NS	****	NS
RET, kg	11,7 $\pm$ 0,2 <sup>u</sup>	12,5 $\pm$ 0,2 <sup>d</sup>	11,9 $\pm$ 0,2	12,2 $\pm$ 0,2	11,0 $\pm$ 0,2 <sup>u</sup>	13,0 $\pm$ 0,2 <sup>d</sup>	12,1 $\pm$ 0,2	12,0 $\pm$ 0,2	**	NS	****	NS
RCC, %	72,9 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	73,9 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	73,3 $\pm$ 0,02	73,4 $\pm$ 0,02	73,1 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	73,7 $\pm$ 0,02 <sup>a</sup>	73,4 $\pm$ 0,02	73,3 $\pm$ 0,02	**	NS	*	NS

ab Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na linha, diferem entre si dentro de cada variável, pelo teste t. HF = Hereford, CH = Charolais, TA = ½ Angus + ½ Nelore, TS = ½ Simental + ½ Nelore, DID = dianteiro desossado, TED = traseiro especial desossado. \*p<0,05, \*\*p<0,01, \*\*\*\*p<0,0001 e NS = Não significativo.

Quando à interação dieta – gênero, os machos apresentaram maior rendimento dos cortes cárneos do traseiro do que as fêmeas apenas quando alimentados com a dieta DC, não havendo diferença entre as dietas para nenhum dos gêneros (Tabela 8).

Quanto à interação raça do touro - gênero, a superioridade de filhos de touros charoleses para a característica rendimento dos cortes cárneos do traseiro ocorreu apenas para as fêmeas, enquanto a diferença entre os gêneros ocorreu apenas para os filhos de touros da raça Hereford e, neste caso, os machos foram superiores às fêmeas (Tabela 8).

Tabela 8. Médias estimadas  $\pm$  erro padrão do rendimento dos cortes cárneos do traseiro especial, de acordo com as interações dieta - gênero e raça do touro - gênero do animal.

Efeito				Teste de F
Dieta DC		Dieta DE		
Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	
$72,8 \pm 0,29^u$	$74,0 \pm 0,22^a$	$73,3 \pm 0,30^{ab}$	$73,3 \pm 0,22^{ab}$	0,0215
Efeito				Teste de F
Touro Hereford		Touro Charolês		
Fêmea	Macho	Fêmea	Macho	
$72,2 \pm 0,27^u$	$73,9 \pm 0,22^a$	$73,6 \pm 0,33^a$	$73,8 \pm 0,22^a$	0,0066

ab Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nas linhas diferem ente si pelo teste de Tukey.

## DISCUSSÃO

O maior peso ao abate dos filhos de touros da raça Charolesa ocorreu em função do maior peso inicial desses animais, uma vez que o ganho em peso médio diário, o tempo de confinamento, o consumo de matéria seca diário e a eficiência alimentar foram semelhantes aos dos animais filhos dos touros da raça Hereford. O maior peso final dos filhos de touros charoleses resultou em maior peso de carcaça resfriada, maior rendimento de carcaça, maiores traseiro e dianteiro e maior área de olho de lombo. A raça Charolesa é uma raça continental de grande porte, enquanto a raça Hereford é uma raça britânica de menor porte. Menezes et al. (2005), ao trabalharem com animais

charoleses e nelores, citando Peacock et al. (1979) e Restle et al. (2002), afirmaram que, em trabalhos de pesquisa envolvendo cruzamentos com animais charoleses, há maior efeito genético aditivo para esta raça nas características relacionadas ao desenvolvimento muscular, proporcionando, assim, maiores desempenho, características de carcaça e rendimento dos cortes cárneos. De fato, Dillard, Rodriguez e Robison (1980) e Peacock et al. (1981) obtiveram efeitos aditivos da raça Charolesa positivos em relação às raças Angus e Hereford e em relação à raça Angus, respectivamente, para o peso ao desmame, idade essa próxima à idade de entrada em confinamento dos animais deste experimento. No Brasil, Trematore et al. (1998) obtiveram efeito aditivo direto da raça Charolesa em relação à raça Nelore positivo para o peso ao desmame. Perotto, Moletta e Cubas (2000) afirmam que, em cruzamentos em que o Charolês é utilizado, pela sua adaptabilidade e porte, obtêm-se animais mais pesados ao desmame e ao abate, e carcaças de boa conformação e peso. Segundo DeRouen et al. (1992), que trabalharam com as raças Brangus, Charolesa, Angus e Hereford, realizando cruzamento rotacionado de duas, três ou quatro dessas raças, concluíram que os cruzamentos que incluem em suas combinações a raça Charolesa aumentam o peso da carcaça e o rendimento dos cortes cárneos, enquanto a combinação de Angus e Hereford em cruzamentos aumenta as médias relativas às características de carcaça associadas a medidas de gordura, como mármore e espessura de gordura.

Muniz e Queiroz (1998) avaliaram o peso à desmama e o ganho médio de bezerros de diferentes grupos genéticos, Nelore e cruzados F1 das raças Angus, Brangus, Brangus (pelagem vermelha), Canchim, Gelbvieh e Simental, e relataram superioridade dos bezerros oriundos de vacas cruzadas (touro de raças taurinas com fêmeas da raça Nelore) quando comparados a filhos de vacas Nelore, obtendo bezerros mais pesados ao desmame e ao abate. Estes mesmos autores relatam ainda que os filhos de vacas Simental + Nelore obtiveram maiores médias de peso ao desmame e ganho médio diário quando comparados aos demais, e os filhos de vacas Angus + Nelore foram mais leves e ganharam menos peso, quando comparados às raças continentais como a Simental. Marcondes et al. (2011) também observaram que a

utilização do cruzamento Simental x Nelore pode gerar animais com maiores ganhos médios diários e que apresentem maior rendimento de carcaça e, conseqüentemente, de cortes cárneos. Segundo estes mesmos autores e Muniz e Queiroz (1998), tal fato ocorre em decorrência do maior vigor híbrido materno destas fêmeas cruzadas. Neste trabalho também foram encontrados resultados semelhantes aos citados acima, no qual os filhos de vacas  $\frac{1}{2}$  Simental +  $\frac{1}{2}$  Nelore apresentaram maiores peso inicial, maior área de olho de lombo e maiores pesos dos principais cortes cárneos (traseiro e dianteiro) quando comparados com os filhos de vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore.

Uma característica marcante de animais de raças britânicas, como a Hereford e a Angus, é que tais animais possuem gordura bem distribuída na carcaça e carnes com aspectos marmorizados. As raças Aberdeen Angus e Hereford apresentam similaridade na composição física da carcaça, em razão da proximidade dessas raças quanto à origem e à aptidão. Ambas são raças de médio porte, de origem britânica e com boa precocidade na deposição de gordura (BRONDANI et al., 2006). Por outro lado, as raças continentais Charolesa e Simental são maiores e mais tardias, depositando gordura mais tarde na vida. Barber et al. (1981), trabalhando com bovinos charoleses e bovinos de raça britânica, como é o caso da Hereford e Angus, não verificaram diferença na espessura de gordura dos charoleses quando comparados com animais britânicos, quando se permitiu que o Charolês atingisse o seu peso adulto. Em decorrência disto, em pesos reduzidos e idade mais precoce, deve-se esperar maior espessura de gordura sobre as carcaças de animais de raças britânicas, como foi observado no presente trabalho, em que a maior gordura subcutânea foi observada para os filhos de vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore e para as filhas de touros Hereford, na interação entre gênero e raça do touro.

Apesar da interação RT - GGV - dieta, a tendência foi de que os animais filhos de vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore com touros Hereford apresentassem as maiores médias de mármore. No caso da espessura de gordura a diferença entre as raças paternas dependeu do gênero do animal, sendo superior para os filhos de Hereford apenas para as fêmeas, gênero que normalmente deposita mais gordura na carcaça. A diferença entre os gêneros foi favorável às fêmeas apenas para os pais Hereford.

Metz et al. (2009), avaliando a influência do peso de animais mestiços ao início da terminação sobre características de carcaça, concluíram que animais leves e de menor porte ao início do ciclo de terminação tendem a permanecer mais tempo no confinamento, resultando em carcaças com maior espessura de gordura subcutânea, menor deposição muscular e menor porcentagem dos cortes do traseiro. Tal fato ocorreu neste estudo, em que os filhos das vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore e as fêmeas, que apresentaram os menores pesos no início do confinamento, permaneceram mais tempo no confinamento e apresentaram maior taxa de deposição de gordura (gordura perirrenal, espessura de gordura e mármore) e menores médias para as características de desempenho e rendimentos dos cortes cárneos.

Outro fato é que as fêmeas apresentam curva de crescimento diferente, na qual a maturidade fisiológica é antecipada em virtude da precocidade reprodutiva e adaptação às futuras concepções, assim, durante a fase final da curva de crescimento, a deposição de gordura é maior nas fêmeas (FERNANDES et al., 2009). Segundo Luchiarri Filho (2000), as fêmeas geralmente têm menor tamanho corporal, enquanto os tourinhos (machos não castrados) são maiores e mais tardios. Quando esses animais são mantidos com o mesmo teor de energia, a deposição de gordura nos machos não castrados é atrasada, em virtude do desenvolvimento muscular mais prolongado, em razão não só dos efeitos do nível mais elevado de testosterona (FERNANDES et al., 2009), mas também de outros hormônios que, segundo Lawrence e Fowler (2002), também têm efeito acentuado, como o hormônio do crescimento (bGH). Em decorrência deste fato, as fêmeas neste experimento foram superiores aos machos em todas as características relacionadas à deposição de gordura, como maior espessura de gordura subcutânea, gordura perirrenal e gordura intramuscular (mármore).

Segundo Pádua, Magnabosco e Sainz (2004), machos inteiros apresentam taxa de crescimento em torno de 10% a 20% maior em relação às fêmeas, desde que mantidos em condições que lhes permitam expressar seu potencial de crescimento. Verás et al. (2008), avaliando o consumo e a digestibilidade de animais provenientes das três condições sexuais (fêmeas, machos não castrados e castrados) alimentados com diferentes níveis de concentrado, relataram que o consumo de matéria seca das



novilhas e dos machos não castrados foi semelhante. Neste experimento, as fêmeas apresentaram maior consumo de matéria seca quando comparadas aos tourinhos, porém os machos apresentaram maiores médias de peso inicial e no final do confinamento, melhores médias de desempenho, resultando em carcaças mais pesadas e em melhores rendimento de cortes cárneos.

Apesar das fêmeas terem apresentado maiores proporções de traseiro e de ponta de agulha, o maior rendimento dos cortes cárneos do traseiro foi observado para os machos que receberam a dieta controle, sendo que o menor rendimento de cortes foi apresentado pelas filhas dos touros Hereford. Tal fato pode ser explicado pelo efeito da classe sexual, que é altamente determinante nas taxas de deposição dos diferentes tecidos corporais, músculo e gordura, na carcaça (BERG e BUTTERFIELD, 1976). Assim, as maiores proporções de traseiro e ponta de agulha das fêmeas podem estar relacionadas à maior quantidade de gordura subcutânea encontrada nestes animais. Durante a desossa, o excesso de gordura é retirado e descartado, havendo perda significativa no peso do corte. Pelo fato dos animais machos apresentarem maiores teores de músculo e menores espessuras de gordura, não há tanta perda, resultando em maiores rendimentos dos cortes cárneos.

Fachini et al. (2012), ao trabalharem com bovinos machos e fêmeas, encontraram valores de cortes cárneos inferiores aos obtidos no presente trabalho, porém concluíram que o gênero do animal é mais determinante que o grupo genético quando se busca obter maiores pesos dos cortes comerciais.

No trabalho de Verás et al. (2008) não foi observada influência do nível de concentrado sobre o consumo de matéria seca diário dos animais, assim como neste experimento. Não houve diferença do consumo de matéria seca dos animais alimentados com dieta controle e energética, sendo que esta última apresentava maior teor de concentrado. A dieta energética neste experimento, em geral, não influenciou as características de desempenho, carcaça e rendimento de cortes cárneos.

Quando o grupo genético do bezerro foi incluído no modelo estatístico, observou-se que, para as características de desempenho, os animais pertencentes ao grupo com  $\frac{3}{4}$  de genes das raças continentais foram superiores aos animais  $\frac{3}{4}$  de genes das raças

britânicas para as características peso inicial, peso final e eficiência alimentar, permanecendo por menor tempo no confinamento. Para as características peso da carcaça resfriada, rendimento da carcaça resfriada, peso do traseiro, peso do dianteiro e área de olho de lombo, os animais  $\frac{3}{4}$  continental também apresentaram superioridade quando comparados aos  $\frac{3}{4}$  britânico. Para a variável espessura de gordura, os animais  $\frac{3}{4}$  britânico apresentaram superioridade, com cerca de 3 mm a mais que os animais  $\frac{3}{4}$  continental. Em geral, não houve efeito significativo para os contrastes entre os animais  $\frac{1}{2}$  britânico +  $\frac{1}{4}$  continental +  $\frac{1}{4}$  zebu e os animais  $\frac{1}{2}$  continental +  $\frac{1}{4}$  britânico +  $\frac{1}{4}$  zebu, sendo significativo apenas para a característica espessura de gordura, em que os animais  $\frac{1}{2}$  britânico +  $\frac{1}{4}$  continental +  $\frac{1}{4}$  zebu foram superiores. Portanto, como esperado, para as características de tamanho, os animais  $\frac{3}{4}$  continental são superiores e para a característica de acabamento, os animais com maior percentagem de raças britânicas foram superiores. A superioridade do  $\frac{3}{4}$  continental em relação ao  $\frac{3}{4}$  britânico deve-se à diferenças de efeitos: aditivos diretos do continental e do britânico, diferenças entre os efeitos heteróticos individuais do continental-zebu e do britânico-zebu e diferenças entre os efeitos aditivos maternos do continental e do britânico e a diferença entre os efeitos heteróticos maternos do continental-zebu e do britânico-zebu.

## CONCLUSÃO

A utilização de filhos de touros charoleses e de animais machos para confinamento é recomendada para obtenção de carcaças mais pesadas e com maiores rendimentos. Entretanto para obter carcaças bem acabadas, com maior espessura de gordura e mais gordura intramuscular (mármore), é recomendada a utilização de fêmeas filhas de touros da raça Hereford e de vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore.

A utilização de gordura protegida e glúten de milho em dietas energéticas, em geral, não interfere nas características de desempenho e de carcaça de bovinos cruzados jovens terminados em confinamento.

**REFERÊNCIAS**

BARBER, K.A.; WILSON, L.L.; ZIEGLER, J.H.; LEVAN, P.J.; WATKINS, J.L. Charolais and Angus steers slaughtered at equal percentages of mature cow weight I. effects of slaughter weight and diet energy density on carcass traits. **Journal of Animal Science**, v. 52, n. 1, p. 218-231, 1981.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. New concepts of cattle growth. 5. ed. Sydney: Sydney University, 240p,1976.

BRONDANI, I.L.; SAMPAIO, A.A.M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; FREITAS, L.S.; AMARAL, G.A., SILVEIRA, M.F., CEZIMBRA, I.M. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2034-2042, 2006.

DEROUEN, S.M.; FRANKE, D.E.; BIDNER, T.D.; BLOUIN, D.C. Two- three-, and four-breed rotational crossbreeding of beef cattle: carcass traits. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3665-3676, 1992.

DILLARD, E.U.; RODRIGUEZ, O.; ROBISON, O.W. Estimative of additive and nonadditive direct and maternal genetic effects from crossbreeding beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 50, n. 4, p. 653-663, 1980.

FACHINI, B.; TULLIO, R.; BERNDT, A.; NASSU, R.; CHAVES, A.; JACOB, B.D.S.; ALENCAR, M.M. Características dos cortes comerciais da carne de tourinhos e novilhas cruzados, terminados em confinamento. In Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: **Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia**, 49. Brasília, DF. A produção animal no mundo em transformação: Anais. Brasília: SBZ, 2012.

FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W.; TULLIO, R.R.; OLIVEIRA, E.D.; SILVA, T.D. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 705-712, 2009.

HERRING, W.O.; MILLER, D.C.; BERTRAND, J.K. 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.

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. **Growth of farm animals**. 2. Ed. Wallingford: Cabi Publishing, 2002. 347p.

LEME, P.R.; SILVA, S.L.; PEREIRA, A.S.C.; PUTRINO, S.M.; LANNA, D.P.D.; NOGUEIRA FILHO, J.C.M. Utilização do bagaço de cana-de-açúcar em dietas com elevada proporção de concentrados para novilhos Nelore em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1786-1791, 2003.

LUCHIARI FILHO, A. **A pecuária da carne bovina**. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

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, n. 6, p. 1313-1324, 2011.

MENEZES, L.F.G.; BRONDANI, I.L.; ALVEZ FILHO, D.C.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M.Z.; FREITAS, L.S.; PAZDIORA, R.D. Características da carcaça de novilhos de diferentes grupos genéticos, terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1141-1147, set-out, 2005.

METZ, P.A.M.; MENEZES, L.F.G.D.; ARBOITTE, M.Z.; BRONDANI, I.L.; RESTLE, J.; CALLEGARO, A.M. Influência do peso ao início da terminação sobre as características de carcaça e da carne de novilhos mestiços Nelorex Charolês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 346-353, 2009.

MULLER, L. **Normas para avaliação de carcaça e concurso de carcaça de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: UFSM, 31p, 1987.

MUNIZ, C.A.S.D. e QUEIROZ, S.A. Avaliação do peso à desmama e do ganho médio de peso de bezerros cruzados no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 3, p. 504-512, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). National science education standards. Washington, D.C.: **National Academy Press**, 1996

OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.7 1, n. 11, p. 3138-3150, 1993.

PACHECO, R.F.; CATTELAN, J.; DONICHT, P.A.M.M.; SEGABINAZZI, L.R.; CALLEGARO, A.M.; DALLA CHIEZA, E.; RESTLE, J.; FILHO, D.C.A.; BRONDANI, I.L. Características da carcaça e dos principais cortes comerciais de bovinos superprecoces, terminados em confinamento. **Magistra**, v. 25, n. 2, p. 138-147, 2013.

PÁDUA, J.T.; MAGNABOSCO, C.U.; SAINZ, R.D. Genótipo e condição sexual no desempenho e nas características de carcaça de bovinos de corte superjovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2330-2342, 2004 (supl. 3).

PAULINO, P. V.R.; VALADARES FILHO, S.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, p. 1079-1087, 2008.

PEACOCK, F.M.; PALMER, A.Z.; CARPENTER, J.W.; KOGER, M. Breed and heterosis effects on carcass characteristics of Angus, Brahman, Charolais and Crossbred Steers. **Journal of Animal Science**, v. 49, n. 2, p. 391-395, 1979.

PEACOCK, F.M.; KOGER, M.; OLSON, T.A.; CROCKETT, J.R. Additive genetic and heterosis effects in crosses among cattle breeds of british, European and zebu origin. **Journal os Animal Science**, v. 52, n. 5, p. 1007-1013, 1981.

PEROTTO, D.; MOLETTA, J.L.; CUBAS, A .C. Características Quantitativas da Carcaça de Bovinos Charolês, Caracu e Cruzamentos Recíprocos Terminados em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 117-124, 2000.

PRESTON, R.L. Management of high concentrate diets in feedlot. In: **Simpósio Sobre Produção Intensiva De Gado De Corte**, 1998, Campinas. Anais... Campinas: CBNA, p. 82-91, 1998.

RESTLE, J.; PASCOAL, L.L.; FATURI, C.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; PACHECO, P.S.; PEIXOTO, L.A.D. O. Efeito do grupo genético e da heterose nas características quantitativas da carcaça de vacas de descarte terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 350-362, 2002.

SAS. **Statistical Analyses System Institute "SAS User's Guide: Statistic"**. SAS Institute INC., Cary, NC, 2010.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos** 3. Ed. Viçosa: UFV, 335p., 2002.

TREMATORE, R.L.; ALENCAR, M.M.; BARBOSA, P.F.; OLIVEIRA, J.D.A.L.; ALMEIDA, M.A.D. Estimativa de efeitos aditivos e heteróticos para características de crescimento pré-desmama em bovinos Charolês-Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 1, p. 87-94, 1998.

USDA. UNITED STATES DEPARTAMENT OF AGRICULTURA. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. Disponível em <[apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf)>. Acesso: 17 de abril de 2015.

VÉRAS, R.M.L.; VALADARES FILHO, S.D.C.; AZEVÊDO, J.A.G.; DETMANN, E.; PAULINO, P.V.R.; BARBOSA, A.M.; MARCONDES, M.I. Níveis de concentrado na dieta de bovinos Nelore de três condições sexuais: consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 951-960, 2008.

### **CAPÍTULO 3 - Qualidade, análise sensorial descritiva e aceitação da carne de bovinos cruzados jovens terminados em confinamento sob diferentes dietas**

#### **RESUMO**

O objetivo neste trabalho foi avaliar a qualidade (cor, pH, capacidade de retenção de água, perda por cozimento, força de cisalhamento e % de lipídios), a análise sensorial descritiva (aroma/sabor característico da carne bovina, aroma/sabor estranho, suculência e maciez) e aceitação (aroma/sabor, textura e aceitação global) da carne de 169 novilhos e novilhas jovens, provenientes do cruzamento de touros das raças Charolesa (CH) ou Hereford (HF) com vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore (TA) ou  $\frac{1}{2}$  Simental +  $\frac{1}{2}$  Nelore (TS) maturadas por 0, 14 ou 28 dias. Após a desmama (7,5 meses) os animais foram tratados individualmente (*ad libitum*) por cerca de 119 dias em confinamento com duas dietas diferentes: dieta controle (DC) ou dieta energética (DE) (dieta controle com glúten de milho e gordura protegida). Os animais foram abatidos em frigorífico comercial quando atingiram 5 mm de espessura de gordura subcutânea entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, com média de idade de 13 meses. Após o abate as carcaças foram resfriadas durante 24 horas a 2 °C, quando foram retiradas amostras do *longissimus thoracis* (LT) na carcaça esquerda entre a 9<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, para as análises de qualidade (3 bifês de 2,5 cm), sensorial/aceitação (3 bifês de 2,5 cm) e lipídios totais (1 bife de 1 cm). Os dados foram analisados pelo procedimento MIXED do SAS. Para as características de qualidade da carne, o modelo estatístico incluiu os efeitos fixos de ano, raça do touro (RT), grupo genético da vaca (GGV), gênero, dieta e tempo de maturação (medida repetida) e suas interações (com exceção de ano), exceto para cor da gordura e % de lipídios que foram feitos apenas no tempo zero. Para as análises sensoriais descritivas, o modelo foi idêntico ao anterior, mas sem o efeito de gênero, pois foram realizadas apenas para os machos. Para as análises sensoriais de aceitação, o modelo não incluiu os efeitos de GGV e gênero. Houve interação RT – GGV – gênero para a % de lipídios, em que as fêmeas filhas de touros Hereford com vacas TA apresentaram maiores % de lipídios quando comparadas aos demais animais. Houve interação tempo de maturação (TM) – gênero para cor da carne, capacidade de retenção de água (CRA), perda por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC). Apesar da interação TM - gênero, houve tendência de redução de FC com a maturação independentemente do gênero e, neste caso, as médias estimadas foram 7,20 kgf (tempo zero), 3,08 kgf (14 dias) e 2,75 kgf (28 dias). O mesmo ocorreu com CRA, em que houve redução com o tempo de maturação, e com a cor da carne, que aumentou sua intensidade com a maturação. Os machos apresentaram cores da gordura menos intensas e maiores médias de pH quando comparados às fêmeas. Os filhos de touros da raça Hereford apresentaram carne mais macia (FC = 4,18 kgf) do que os filhos de touros da raça Charolesa (4,54 kgf). A dieta não apresentou efeito sobre as características de qualidade da carne. Para a análise sensorial descritiva houve

interação RT – TM para a característica aceitação global e o sabor estranho na carne bovina (SbEs), em que carnes maturadas provenientes de filhos de touros charoleses foram menos aceitas que as demais. Quanto à análise de aceitação houve interação TM - dieta para sabor/aroma, textura e aceitação global, em que carnes provenientes de animais tratados com dieta controle e não maturadas não foram bem aceitas. Foi observada interação dieta – TM – RT para o atributo de textura na análise de aceitação, em que carnes provenientes de filhos de touros charoleses tratados com dieta controle e não maturadas não foram bem aceitas. Touros Hereford produzem filhos com carne mais macia do que touros charoleses. O fornecimento de dietas energéticas contribui para a aceitação da carne pelo consumidor, assim como a técnica de maturação.

**Palavras-chave:** aceitação global, Charolês, Hereford, gordura protegida, maciez, pH da carne



### CHAPTER 3 - Quality, sensory analyses and overall acceptance of meat from young crossbred beef cattle finished on feedlot and submitted to different diets

#### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate quality (colour, pH, water holding capacity, cooking loss, shear force and % lipids), sensory descriptive analyses (beef characteristic aroma/flavour, strange aroma/flavour, tenderness and juiciness) and sensory acceptance (flavour, texture and overall acceptance) of meat from 169 young crossbred bulls and heifers, the offspring of Charolais (CH) or Hereford (HF) bulls and ½ Angus + ½ Nelore (TA) or ½ Simmental + ½ Nelore (TS) cows aged for 0, 14 or 28 days. After weaning (7.5 months) the calves were individually fed *ad libitum* for about 119 days with two different dietary treatments on feedlot: control diet (DC) or high-energy diet (DE) (control diet added with corn gluten and protected fat). The animals were slaughtered in a commercial abattoir when they reached 5 mm backfat estimated by ultrasound measurements between the 12<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup> ribs with average of 13 months. After slaughter carcasses were chilled for 24 h at 2 °C, when *longissimus thoracis* steaks were dissected from the left side of the carcass between the 9<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup> ribs, for analyses of meat quality (3 beefs of 2.5 cm), descriptive sensory evaluation /acceptance (3 beefs of 2.5 cm) and total lipids (1 beef of 1.0 cm). Data were analysed by the MIXED procedure of SAS. For quality traits, the statistical model included the fixed effects of year, breed of sire (RT), cow genetic group (GGV), gender, diet and aging time (TM) as repeated measure and their interactions (except with year), except for colour of fat and lipids percentage, which were measured only with no aging. For the sensory descriptive analyses, the model was like the one described, but without gender, since only males were measured. For sensory acceptance analyses the model did not include GGV and gender. There was RT – GGV – gender interaction for % lipids, and the females sired by Hereford bulls and out of TA cows showed higher % lipids than the other groups. There was aging time – gender interaction for meat colour, water holding capacity (CRA), shear force (FC), and cooking loss (PPC). Despite the aging time – gender interaction there was a tendency of reduction of FC with aging time independently of gender, and the estimated means were 7.20 kgf (Time zero), 3.08 kgf (14 days) and 2.75 kgf (28 days). For CRA there was also a reduction with aging time, and the intensity of meat colour increased with aging. Males showed fat colour less intense and higher pH as compared to females. Animals sired by Hereford bulls showed tender meat (FC = 4.18 kgf) than the Charolais (4.54 kgf) sired animals. Diet had no effect on meat quality traits. There was a RT - TM interaction for overall acceptance and strange flavour of the meat, with the aged meat of Charolais sired animals were less accepted than the others. There was a TM - diet interaction for flavour, texture and overall acceptance; the non aged meat of the control diet animals was not well accepted. There was a diet - TM - RT interaction for texture; the non aged meat of the Charolais sired animals of the control

diet was less accepted. Hereford bulls' offspring have tender meat than Charolais bulls' offspring. Energetic diet offer as aging contributes to meat acceptance by the consumer.

**Keywords:** Charolais, Hereford, overall acceptance, pH of meat, protected fat, tenderness

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos com cerca de 208 milhões de animais e é um dos principais exportadores de carne do mundo. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2014 a, b), a exportação da carne bovina brasileira tem crescimento anual de 2,15%, além de ser a segunda no ranking dos agronegócios a contribuir para o PIB (Produto Interno Bruto). Entre janeiro e agosto de 2014, participou com 16,8% do valor arrecadado, com aumento no volume de carne exportada (+9%) e no preço médio de exportação (+3,5%), sendo que das 10 milhões de toneladas de equivalente carcaça de carne bovina produzidas durante esse ano, aproximadamente 21% foram exportadas (ABIEC, 2015).

A produção de carne bovina no Brasil é em grande parte proveniente de animais produzidos e terminados em pastagens; apenas cerca de 8% da produção final de carne é proveniente de animais terminados em confinamento (Lobato et al., 2014). De acordo com Bürgui (2001), o confinamento é uma estratégia adotada pelo pecuarista a fim de aumentar a produção dos animais e obter qualidade em seus produtos. Esse autor apontou alguns benefícios do confinamento, como o adiantamento de receitas e a aceleração do giro de capital, a redução da lotação das pastagens durante a seca, o aumento da escala de produção e da produtividade da propriedade e o abate de animais mais jovens. Além destes fatores, Fernandes et al. (2007) comentaram que a adoção de manejo intensivo visando à maior produtividade deste setor envolve diversos fatores, como o potencial genético dos animais e estratégias de alimentação que atendam às exigências nutricionais.

Neste contexto, o uso de cruzamentos entre raças adaptadas ao clima tropical (*Bos taurus taurus*) com o *Bos taurus indicus* é uma alternativa para aproveitar as diferenças genéticas existentes entre as raças e a organização de acasalamentos estratégicos pode ser usado para melhorar a composição aditiva e não-aditiva nos animais (Alencar et al., 2004), aumentando assim o potencial genético dos mesmos.

Além disto, a nutrição dietética tem papel importante no desempenho de crescimento, na qualidade da carcaça e na qualidade da carne (Dunshea et al., 2005; Kannan et al., 2006). Li et al. (2014) e Ripoll et al. (2014), trabalhando com diferentes grupos genéticos e dietas, concluíram que dietas energéticas com diferentes níveis de proteína influenciaram as características de carcaça e a composição química da carne. Além disto, a maciez da carne é influenciada pelo grupo genético do animal e carnes mais macias e maturadas são mais aceitas pelo consumidor (Ripoll et al., 2014), que está disposto a pagar mais pelo produto se souber que a carne é macia (Boleman et al., 1997; Miller et al., 2001). Cor é outro atributo físico importante, pois é a primeira característica avaliada na hora da compra pelo consumidor, e indica o frescor da carne (Fletcher, Qiao e Smith, 2000)

Assim, a utilização de raças especializadas na produção de carne em sistemas mais eficientes de criação, associada a tecnologias como a maturação, pode se tornar uma alternativa para a obtenção de um produto com melhores características qualitativas e maior valor agregado (Tullio, 2004), aumentando a aceitação global pelos consumidores e mercados mais exigentes. Entretanto, existem poucos estudos que envolvem diferentes tempos de maturação da carne proveniente de animais jovens cruzados, alimentados com gordura protegida e glúten de milho. Portanto, o objetivo neste estudo foi avaliar os efeitos do grupo genético, tempo de maturação e dieta sobre a qualidade físico-química e sensorial da carne de bovinos jovens cruzados, terminados em confinamento recebendo duas dietas diferentes.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi executado na Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP e consistiu na avaliação da qualidade físico-química e sensorial da carne oriunda de bovinos (machos não castrados e fêmeas) de quatro grupos genéticos, filhos de touros das raças Hereford ou Charolesa com vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore ou  $\frac{1}{2}$  Simental +  $\frac{1}{2}$  Nelore, nascidos no final de 2011 e de 2012. Para a produção dos bezerras, as vacas foram inseminadas com sêmen de seis touros de cada raça por ano, com repetição de

um touro da raça Hereford e dois touros da raça Charolesa nos dois anos. No total, foram utilizados 169 animais (machos e fêmeas), sendo 47 bezerros  $\frac{1}{2}$  Hereford +  $\frac{1}{4}$  Angus +  $\frac{1}{4}$  Nelore, 38  $\frac{1}{2}$  Charolês +  $\frac{1}{4}$  Angus +  $\frac{1}{4}$  Nelore, 41  $\frac{1}{2}$  Hereford +  $\frac{1}{4}$  Simental +  $\frac{1}{4}$  Nelore e 43  $\frac{1}{2}$  Charolês +  $\frac{1}{4}$  Simental +  $\frac{1}{4}$  Nelore, dos quais 64 eram fêmeas e 105 machos, sendo que 80 animais foram avaliados na primeira safra (2012) e 89 na segunda (2013). Todos os bezerros produzidos são  $\frac{3}{4}$  taurino +  $\frac{1}{4}$  zebuino, entretanto com composições de taurino britânico e taurino continental diferentes (Tabela 1).

Tabela 1 Composição genética do bezerro de acordo com a raça do touro e o grupo genético da vaca.

Raça do touro	Grupo genético da vaca <sup>1</sup>	
	$\frac{1}{2}$ A + $\frac{1}{2}$ N	$\frac{1}{2}$ S + $\frac{1}{2}$ N
Hereford (H)	$\frac{1}{2}$ H + $\frac{1}{4}$ A + $\frac{1}{4}$ N ( $\frac{3}{4}$ Bri + $\frac{1}{4}$ Zeb)	$\frac{1}{2}$ H + $\frac{1}{4}$ S + $\frac{1}{4}$ N ( $\frac{1}{2}$ Bri + $\frac{1}{4}$ Con + $\frac{1}{4}$ Zeb)
Charolês (C)	$\frac{1}{2}$ C + $\frac{1}{4}$ A + $\frac{1}{4}$ N ( $\frac{1}{2}$ Con + $\frac{1}{4}$ Bri + $\frac{1}{4}$ Zeb)	$\frac{1}{2}$ C + $\frac{1}{4}$ S + $\frac{1}{4}$ N ( $\frac{3}{4}$ Con + $\frac{1}{4}$ Zeb)

<sup>1</sup> A = Angus; N = Nelore; S = Simental. A e H = taurinas britânicas (Bri); C e S = taurinas continentais (Con). N = zebuina (Zeb).

Os animais dos quatro grupos genéticos receberam, além do pasto, suplementação de volumoso e concentrado no último mês de aleitamento e foram desmamados em duas etapas, de junho a agosto de 2012 e 2013, em média aos 7,5 meses de idade. Após o desmame, os animais foram alimentados por cerca de 10 dias com ração composta de silagem de milho e concentrado, em piquete próximo ao curral, para redução do estresse de desmama.

Passado o período de suplementação após a desmama, os bezerros foram divididos aleatoriamente em dois lotes, por gênero e grupo genético, e foram confinados em baias individuais, em média aos oito meses de idade. Cada lote recebeu uma dieta específica, dieta controle (DC) ou dieta energética (DE). Durante a fase inicial do confinamento os animais receberam as dietas DC-inicial ou DE-inicial e durante a fase final ou de acabamento, as dietas DC-final ou DE-final (Tabela 2). A mudança das rações DC-inicial e DE-inicial para as dietas DC-final e DE-final ocorreu quando as fêmeas atingiram 330 kg e os machos 380 kg. As dietas eram isoprotéicas em suas

respectivas fases. A dieta DE era composta pela dieta DC acrescida de glúten de milho na fase inicial, enquanto na fase final era adicionado glúten de milho, gordura protegida e polpa cítrica (Tabela 2). As dietas foram formuladas segundo as normas de NRC (1996).

Os animais permaneceram confinados por 119 dias, em média, e foram selecionados para abate com base em avaliações visuais do acabamento de carcaça, confrontadas com as imagens de ultrassonografia com valor acima de 5 mm de espessura de gordura externa. As imagens foram obtidas utilizando-se aparelho de ultrassom da marca Pie Medical, modelo Águila, com sonda específica para a obtenção de imagens, segundo metodologia de Herring, Miller e Bertrand (1994), na região do contrafilé, entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas, que permitiram as tomadas das medidas da espessura de gordura externa e da área do olho de lombo.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e nutrientes da dieta experimental com base na matéria seca.

Ingredientes	Proporção na Dieta (%)			
	Dieta DC		Dieta DE	
	DC-Inicial	DC-Final	DE-Inicial	DE-Final
Silagem de Milho	68,0	50,0	65,0	45,0
Milho Grão Moído	12,0	32,8	18,0	26,8
Farelo de Soja	15,0	7,0	6,0	5,0
Glúten de Milho			6,0	3,0
Polpa Cítrica				8,0
Gordura-protegida*				5,0
Farelo de Trigo	3,5	8,0	3,5	5,0
Calcário Calcítico	0,5	0,7	0,5	0,7
Mistura Mineral**	1,0	1,0	1,0	1,0
Uréia		0,5		0,5
Monensina Sódica (g/cab/dia)		3,0		3,0
Nutrientes (%)				
Proteína Bruta	14,43	13,33	14,26	13,36
NDT	69,57	73,36	71,16	79,05
Energia metabolizável	12,94	13,64	13,23	14,71

LACTO PLUS™, Ingredientes: Ácido Graxo do óleo da soja e Hidróxido de cálcio (Ca(OH)<sub>2</sub>), Contendo: C12:0 (0,7%), C14:0 (0,5%), C16:0 (13,0%), C18:0 (5,0%), C18:1 (26,0%), C18:2 (42,0%).

\*\*Níveis de garantia por kg de produto: Cálcio: 180,00 g; Iodo: 90,00mg; Fósforo: 130,00 g; Manganês: 2.000,00 mg; Zinco: 5.270,00 mg; Cobalto: 100,00 mg; Flúor (máx.): 1.300,00 mg; Cobre: 1.250,00 mg; Ferro: 2.200,00 mg; Selênio: 15,00 mg.

Os animais foram abatidos aproximadamente aos 13 meses de idade e média de peso vivo de 444 kg para os machos e 379 kg para as fêmeas. Após o abate, realizado em frigorífico comercial sob inspeção estadual, as carcaças foram resfriadas por 24 horas em câmara fria de 0 °C a 2 °C; depois deste período (*post-mortem*), da meia carcaça esquerda foram retiradas amostras do músculo *longissimus thoracis*, entre a 10<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, para as análises de qualidade (três bifês de 2,5 cm), sensorial/aceitação (três bifês de 2,5 cm) e lipídios totais (um bife de 1 cm) da carne. Os bifês amostrados foram todos embalados a vácuo, com exceção daqueles avaliados no tempo zero, e mantidos entre 0 °C a 2 °C por 14 ou 28 dias, em maturação. As amostras de carne dos três tempos de maturação (zero, 14 e 28 dias) foram analisadas quanto à cor, pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento. As amostras das análises de sensorial (descritiva/aceitação) foram congeladas, após o tempo de maturação (zero, 14 e 28 dias). As amostras de lipídios totais, no tempo zero de maturação, foram congeladas após serem embaladas para serem analisadas posteriormente.

Antes das análises de cor da carne, as amostras foram expostas por 30 minutos para que a mioglobina reduzisse em contato com o oxigênio. As medidas de cor da carne foram realizadas nos três tempos de maturação, enquanto a cor da gordura apenas no tempo zero. As medidas de cor da carne foram realizadas em três pontos distintos no músculo *longissimus thoracis* e as da gordura em apenas um ponto na gordura subcutânea do *longissimus thoracis*, como descrito por AMSA (1991). Para as mensurações foi utilizado um colorímetro portátil da marca MiniScanR XE Plus – HunterLab (Hunter Associates Laboratory, Inc., Sunset Hills Road Reston, VA, US). Foram determinados os valores de L\*, a\* e b\* da carne (C) e da gordura (G). O eixo L\* está relacionado à luminosidade (0 = preto e 100 = branco), a\* é o eixo da variação do verde (-) para o vermelho (+) e o eixo b\* é a variação do azul (-) para o amarelo (+) (Houben et al., 2000). A calibração do aparelho foi realizada antes da leitura das amostras com um padrão branco e um preto.

A análise de pH foi realizada como descrito por AOAC (1997), com a utilização de um peagâmetro portátil, aparelho digital da marca Testo® (Texto AG, Lenzkirch,

Germany), provido de um sensor para leitura de temperatura e outro para leitura de pH, com calibração do aparelho antes do início das análises com tampões de pH 7 e de pH 4. As medidas foram feitas na porção muscular do *longissimus thoracis*. Para resultados mais precisos foram realizadas várias medidas (em torno de 5 medidas), até se obterem três medidas próximas, ou seja, com uma diferença inferior a 0,05. A medida final do pH foi a média de todos os valores encontrados para aquela amostra.

Para obtenção da capacidade de retenção de água (CRA), foram utilizadas três sub-amostras, cada uma com aproximadamente dois gramas de carne. Essas sub-amostras foram pesadas em balança analítica, colocadas entre papel de filtro e entre duas placas de acrílico sob um peso de dez quilogramas por cinco minutos. Após este período as sub-amostras foram novamente pesadas e o CRA calculado como  $CRA = 100 - ((PI - PF) / PI) \times 100$ , em que PF é o peso após a prensagem e PI o peso antes da prensagem (Hamm, 1960).

Para determinar a perda por cozimento (PPC), as amostras, após o tempo de maturação, foram pesadas em balança digital de precisão e em seguida assadas em um forno combinado da marca TEDESCO® modelo TC 06 (Tedesco, Caxias do Sul, RS, Brasil), com regulagem de temperatura interna em 180 °C, até que a temperatura interna das amostras atingisse 70 °C, controlada por termopares introduzidos individualmente e conectados a um computador munido do software FE-MUX (Flyever, São Carlos, SP, Brasil), específico para controle da temperatura interna. Após os bifes esfriarem, em temperatura ambiente, foi realizada uma nova pesagem, para determinar a perda de peso por cozimento,  $\text{peso inicial} - \text{peso final das amostras} / \text{peso inicial}$ , expressa em porcentagem (Wheeler, Shackelford e Koohmaraie, 1998).

Após a pesagem dos bifes assados e frios, os mesmos foram embalados em filme plástico e levados à geladeira a  $5 \pm 2$  °C, por 15 horas. Depois deste período, sub-amostras foram removidas, utilizando-se uma furadeira elétrica adaptada com vazador cilíndrico metálico de meia polegada (1,27 cm) de diâmetro acoplado. Os cores (sub-amostras), no mínimo 12, foram retirados de forma paralela às fibras, evitando tecidos conjuntivos e nervos. A determinação da força de cisalhamento (FC) foi obtida usando um texturômetro da marca *TA.XT plus – Texture Analyser*, equipado com uma lâmina



Warner-Bratzler de 1,016 mm de espessura com velocidade de 20mm/min, conectado a um computador munido de software específico, que mostra o gráfico e o valor máximo da força utilizada para cisalhar cada amostra. Para a obtenção dos resultados da força de cisalhamento, os valores obtidos foram divididos pela área do cilindro, obtendo-se assim os valores reais da força de cisalhamento de cada *core*. A força de cisalhamento de cada bife, expressa em  $\text{kgf/cm}^2$ , foi então calculada pela média de todos os valores dados pelo texturômetro, após a divisão pela área do *core* de cada amostra (Corte, Felício e Cia, 1979).

Para a obtenção dos lipídios totais, os bifes do *longissimus thoracis* foram cortados em pequenos pedaços para serem liofilizados (Liotop, model L108 Liobrás, São Carlos, SP, Brasil) por 48 horas. Depois disto, as amostras foram moídas juntamente com nitrogênio líquido em um moinho analítico (model IKA A11 basic, Jank&kunkeGmbH&CO. KG, Staufen, Germany), identificadas e embaladas individualmente a vácuo, depois congeladas à  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  até o momento da extração de gordura. O lipídios intramusculares foram extraídos das amostras de carne liofilizadas com uma mistura de clorofórmio:metanol conforme a metodologia adaptada de Bligh e Dyer (1959). A análise foi realizada em duplicata. Inicialmente foram pesadas 3 g de amostra de carne em erlenmeyer de 125 mL, depois adicionou-se 10 mL de clorofórmio, 20 mL de metanol e 8 mL de água destilada e, então, o material foi levado para a mesa agitadora por 30 minutos. Depois deste período, adicionou-se à mistura 10 mL de clorofórmio e 10 mL de sulfato de sódio 1,5% e, novamente, o material foi levado para a mesa agitadora por mais 2 minutos. Após isto, foi realizada a filtração da mistura em papel de filtro quantitativo, para tubo Falcon de 50 mL. No tubo a mistura líquida se separava naturalmente e, então, foi feita a sucção da camada metanólica superior, foi descartada. Depois desse procedimento, exatamente 10 mL do filtrado restante foram transferidos para béquer de 50 mL, previamente tarado, e este béquer foi levado à estufa de ar forçado à  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para forçar a evaporação do solvente. Após 24 horas, o béquer foi retirado da estufa, colocado em dessecador e esperou-se esfriar para então tomar o peso final (béquer + gordura). Então o valor da % total de lipídios intramuscular

= (peso do béquer + amostra – peso do béquer) x 100 / peso da amostra liofilizada de carne).

Para a análise sensorial descritiva, no dia anterior às sessões, as amostras foram retiradas do congelador e acomodadas em um refrigerador a 5 °C, para descongelar lentamente. No dia das análises, os bifes foram preparados em um forno combinado da marca TEDESCO®, modelo TC 06 (Tedesco, Caxias do Sul, RS, Brasil), a 180 °C, até atingirem uma temperatura interna de 75 °C controlada por termopares. Cada bife foi cortado em cubos de 1,5 cm x 1,5 cm de cada lado e 2,5 cm de espessura, embrulhados em papel alumínio e mantidos em banho-maria a uma temperatura de 60 °C. Para a análise foram utilizados cinco bifes de animais de cada combinação raça do touro - dieta - tempo de maturação. Os provadores pertenciam ao um painel treinado, com 12 pessoas, e cada amostra foi aleatoriamente designada para cada membro do painel de modo balanceado, segundo a atribuição feita pelo Fizz Software versão 2.41 (Biosystemes, Couternon, França). Oito amostras foram avaliadas por sessão. Atributos de classificação foram coletados eletronicamente, utilizando nove pontos descritivos em uma escala para características da carne, aroma/sabor (1 = extremamente brando; 9 = extremamente intenso), aroma/sabor estranho (1 = extremamente intenso; 9 = ausente), maciez (1 = extremamente duro; 9 = extremamente macio) e suculência (1 = extremamente seco; 9 = extremamente suculenta).

Para avaliação da aceitação sensorial, amostras de dez animais de cada combinação raça do touro - dieta - tempo de maturação foram utilizados. As amostras foram submetidas a testes de aceitação sensorial e preferência do consumidor em relação a sabor/aroma, textura e aceitação global. Foram recrutados 100 provadores não treinados, consumidores do produto, divididos em quatro sessões diferentes. Cada sessão era composta por dois tratamentos, que foram avaliados por meio de uma ficha contendo escala hedônica estruturada de nove pontos, variando de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei muito). No dia anterior às sessões, as amostras foram retiradas do congelador e acondicionadas um refrigerador a 5 °C. No dia das análises, os bifes foram preparados adicionando-se 1g de sal por bife e submetendo-os a

tratamento térmico de forma padronizada, sendo fritos em 10 mL de óleo de soja aquecido, virando-os a cada 4 minutos, até que atingissem a temperatura interna de 75 °C no centro geométrico. Cada amostra foi frita em uma panela e o óleo era novo. As amostras prontas foram cortadas em cubos com 1,5 cm x 1,5 cm e espessura de 2,5 cm, depois mantidos em banho-maria para manter a temperatura dos mesmos. Cada provador, em cada sessão, avaliou uma amostra de cada (dois) tratamento, em recipientes codificados com número aleatório de três dígitos, utilizando a ficha de avaliação elaborada. As amostras foram servidas acompanhadas de pão de forma para remoção de sabor residual e água para lavagem do palato. Os testes foram realizados em cabines individuais, no Laboratório de Técnica Dietética do Centro Universitário Central Paulista (UNICEP) em São Carlos, SP.

As análises de variância das características de qualidade da carne e das análises sensoriais foram realizadas pelo Procedimento Mixed do programa estatístico SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC, 2010). Para a análise dos dados de qualidade da carne (cor da carne, pH, CRA, FC e PPC) o modelo estatístico incluiu os efeitos fixos de ano, raça do touro, grupo genético da vaca, dieta, gênero, tempo de maturação (medida repetida) e suas interações duplas, triplas, quádruplas e quádrupla (exceto com ano). O mesmo modelo estatístico foi utilizado para os dados de cor da gordura ( $L^*G$ ,  $a^*G$  e  $b^*G$ ) e % de lipídios totais, entretanto não foi incluído no modelo o tempo de maturação como efeito fixo e suas respectivas interações. As comparações das médias foram feitas pelo teste de Tukey ajustado, considerando o nível de significância de 5%, quando o teste F foi significativo.

As características foram analisadas também com um modelo que incluiu os efeitos fixos de ano, gênero, dieta, grupo genético do bezerro (GGB) e as interações duplas e tripla (exceto com ano). Neste caso, havendo efeito significativo de GGB e não havendo interação com GGB, foram estimados dois contrastes:  $\frac{3}{4}$  Bri +  $\frac{1}{4}$  Zeb vs.  $\frac{3}{4}$  Con +  $\frac{1}{4}$  Zeb e  $\frac{1}{2}$  Bri +  $\frac{1}{4}$  Con +  $\frac{1}{4}$  Zeb vs.  $\frac{1}{2}$  Con +  $\frac{1}{4}$  Bri +  $\frac{1}{4}$  Zeb.

As análises de variância dos dados da sensorial descritiva foram realizadas utilizando-se um modelo estatístico com os efeitos fixos de raça do touro, grupo genético da vaca, dieta, tempo de maturação e suas interações duplas, triplas e

quádrupla (exceto com ano). Os dados dos atributos da análise de aceitação sensorial foram analisados com modelo estatístico que incluiu os efeitos fixos de raça do touro, dieta, tempo de maturação e suas interações duplas e triplas (exceto com ano).

## RESULTADOS

### 1. Análises físico-química do *longissimus thoracis*

Foi observada interação tripla significativa ( $P < 0,05$ ) raça do touro – grupo genético da vaca – gênero para a característica % de lipídios totais na carne bovina. Houve interações duplas significativas ( $P < 0,05$ ,  $P < 0,01$  e  $P < 0,0001$ ) entre o tempo de maturação e o gênero para  $L^*C$ ,  $a^*C$ ,  $b^*C$ , capacidade de retenção de água (CRA), perda por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC).

Houve efeito individual significativo ( $P < 0,05$ ) de raça do touro sobre a força de cisalhamento; os filhos de touros da raça Hereford apresentaram carne mais macia do que os filhos de touros da raça Charolesa (Tabela 3).

Não houve efeito da dieta sobre as características de qualidade da carne estudadas (Tabela 3).

Efeito individual significativo ( $P < 0,0001$ ) do gênero do animal foi observado para  $a^*G$ ,  $b^*G$  e pH (Tabela 4), enquanto o tempo de maturação influenciou significativamente ( $P < 0,0001$ ) a característica pH (Tabela 4). As fêmeas apresentaram maiores médias para  $a^*G$  e  $b^*G$  na carne do que os machos, enquanto estes apresentaram maiores médias de pH (Tabela 4). Durante o período de maturação as médias do pH decaíram, ou seja, no tempo zero a média foi maior que no tempo de maturação de 14 dias, e a do tempo de 14 dias foi maior que a do tempo de 28 dias de maturação (Tabela 4).

Apesar da interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre gênero e tempo de maturação para a característica cor da carne ( $L^*C$ ), a luminosidade da carne aumentou com o tempo de maturação independentemente do gênero do animal e as fêmeas apresentaram maiores médias de  $L^*C$  em todos os tempos de maturação (Tabela 5). No

caso de a\*C e b\*C também houve aumento com o tempo de maturação independentemente do gênero, sendo que as fêmeas apresentaram médias maiores em todos os tempos de maturação (Tabela 5).

A diferença da capacidade de retenção de água entre os tempos de maturação dependeu do gênero e o gênero dependeu do tempo de maturação, entretanto houve tendência de redução da CRA com o tempo de maturação e de menor CRA para as fêmeas (Tabela 5).

As diferenças nas perdas por cozimento entre os tempos de maturação dependeram do gênero e vice-versa. Para as fêmeas, a PPC foi igual nos três tempos de maturação, entretanto para os machos a PPC foi maior aos 14 e 28 dias de maturação (Tabela 5). A diferença entre gêneros ocorreu apenas no tempo zero de maturação.

Houve redução da FC com o tempo de maturação independentemente do gênero, entretanto a diferença entre os gêneros ocorreu apenas no tempo zero de maturação (Tabela 5).

Na interação tripla RT – GGV – gênero ( $P < 0,05$ ) para a característica % de lipídios na carne, as fêmeas foram superiores aos machos apenas quando eram filhas de touros Hereford e de vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore. Os filhos de vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore foram superiores aos filhos de vacas  $\frac{1}{2}$  Simental +  $\frac{1}{2}$  Nelore apenas quando os animais eram fêmeas e filhas de touros Hereford. Os touros Hereford obtiveram maiores médias de % de lipídios intramuscular, quando comparados aos filhos dos touros da raça charolesa, apenas para as fêmeas filhas de vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore (Tabela 6).

Tabela 3. Médias estimadas  $\pm$  erro padrão das características luminosidade da gordura (L\*G), intensidade do verde/vermelho (a\*G) e azul/amarelo (b\*G), luminosidade da carne (L\*C), intensidade do verde/vermelho (a\*C) e azul/amarelo (b\*C), pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC) e % de lipídios, de acordo com a raça do touro (RT) , o grupo genético da vaca (GGV) e a dieta (DT).

Caract.	Raça do touro		Grupo genético da vaca		Dieta		Teste de F		
	HF	CH	TA	TS	DC	DE	RT	GGV	DT
L*G	77,13 $\pm$ 0,25	77,10 $\pm$ 0,25	76,80 $\pm$ 0,25	77,43 $\pm$ 0,23	77,31 $\pm$ 0,24	76,92 $\pm$ 0,24	NS	NS	NS
a*G	5,88 $\pm$ 0,18	5,49 $\pm$ 0,21	5,76 $\pm$ 0,20	5,61 $\pm$ 0,19	5,76 $\pm$ 0,19	5,61 $\pm$ 0,20	NS	NS	NS
b*G	15,80 $\pm$ 0,23	15,58 $\pm$ 0,26	15,91 $\pm$ 0,25	15,46 $\pm$ 0,24	15,76 $\pm$ 0,24	15,61 $\pm$ 0,25	NS	NS	NS
L*C	40,95 $\pm$ 0,29	40,86 $\pm$ 0,32	41,08 $\pm$ 0,32	40,73 $\pm$ 0,30	40,91 $\pm$ 0,30	40,91 $\pm$ 0,31	NS	NS	NS
a*C	15,13 $\pm$ 0,16	14,79 $\pm$ 0,17	15,10 $\pm$ 0,17	14,82 $\pm$ 0,17	14,98 $\pm$ 0,17	14,95 $\pm$ 0,16	NS	NS	NS
b*C	14,12 $\pm$ 0,18	13,88 $\pm$ 0,21	14,20 $\pm$ 0,20	13,80 $\pm$ 0,19	14,00 $\pm$ 0,19	14,00 $\pm$ 0,20	NS	NS	NS
pH	5,49 $\pm$ 0,05	5,52 $\pm$ 0,05	5,50 $\pm$ 0,05	5,51 $\pm$ 0,05	5,51 $\pm$ 0,07	5,50 $\pm$ 0,07	NS	NS	NS
CRA, %	74,73 $\pm$ 0,18	74,40 $\pm$ 0,20	74,51 $\pm$ 0,19	74,62 $\pm$ 0,19	74,80 $\pm$ 0,29	74,33 $\pm$ 0,19	NS	NS	NS
PPC, %	26,60 $\pm$ 0,37	26,42 $\pm$ 0,42	26,92 $\pm$ 0,41 <sup>a</sup>	26,11 $\pm$ 0,38 <sup>D</sup>	26,38 $\pm$ 0,39	26,38 $\pm$ 0,39	NS	*	NS
FC, kgf	4,18 $\pm$ 0,21 <sup>D</sup>	4,54 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>	4,27 $\pm$ 0,11	4,41 $\pm$ 0,10	4,33 $\pm$ 0,10	4,35 $\pm$ 0,11	*	NS	NS
%Lipídios	3,30 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	2,61 $\pm$ 0,15 <sup>D</sup>	3,23 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	2,69 $\pm$ 0,13 <sup>D</sup>	3,08 $\pm$ 0,14	2,84 $\pm$ 0,14	**	**	NS

<sup>ab</sup> Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na linha dentro dos parâmetros RT, GGV e dieta, diferem entre si dentro de cada variável, pelo teste t. \*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*\*P<0,0001 e NS = Não significativo. HF = Hereford, CH = Charolês, TA = ½ Angus + ½ Nelore, TS = ½ Simental + ½ Nelore, DC = dieta controle, DE = dieta energética.

Tabela 4. Médias estimadas  $\pm$  erro padrão das características luminosidade da gordura (L\*G), intensidade do verde/vermelho (a\*G) e azul/amarelo (b\*G), luminosidade da carne (L\*C), intensidade do verde/vermelho (a\*C) e azul/amarelo (b\*C), pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC) e % de lipídios, de acordo com o gênero e o tempo de maturação (TM).

Caract.	Gênero		Tempo de Maturação			Teste de F	
	Fêmea	Macho	0 dia	14 dias	28 dias	Gênero	TM
L*G	76,93 $\pm$ 0,28	77,29 $\pm$ 0,20	-	-	-	NS	-
a*G	6,33 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	5,04 $\pm$ 0,17 <sup>u</sup>	-	-	-	****	-
b*G	17,25 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>	14,12 $\pm$ 0,21 <sup>u</sup>	-	-	-	****	-
L*C	42,14 $\pm$ 0,35 <sup>a</sup>	39,67 $\pm$ 0,26 <sup>u</sup>	39,55 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	41,38 $\pm$ 0,28 <sup>u</sup>	41,78 $\pm$ 0,26 <sup>u</sup>	****	****
a*C	15,69 $\pm$ 0,19 <sup>a</sup>	14,23 $\pm$ 0,14 <sup>u</sup>	13,44 $\pm$ 0,09 <sup>u</sup>	15,29 $\pm$ 0,15 <sup>u</sup>	16,24 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	****	****
b*C	14,95 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	13,05 $\pm$ 0,16 <sup>u</sup>	12,38 $\pm$ 0,10 <sup>u</sup>	14,08 $\pm$ 0,18 <sup>u</sup>	15,54 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	****	****
pH	5,38 $\pm$ 0,05 <sup>u</sup>	5,63 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	5,56 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	5,53 $\pm$ 0,05 <sup>u</sup>	5,43 $\pm$ 0,05 <sup>u</sup>	****	****
CRA, %	73,62 $\pm$ 0,22 <sup>D</sup>	75,51 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>	78,87 $\pm$ 0,26 <sup>a</sup>	72,83 $\pm$ 0,21 <sup>D</sup>	72,00 $\pm$ 0,19 <sup>C</sup>	****	****
PPC, %	27,07 $\pm$ 0,45	25,96 $\pm$ 0,33	26,25 $\pm$ 0,39	26,21 $\pm$ 0,39	27,08 $\pm$ 0,39	*	NS
FC, kgf	4,43 $\pm$ 0,12	4,26 $\pm$ 0,09	7,20 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	3,08 $\pm$ 0,08 <sup>u</sup>	2,75 $\pm$ 0,07 <sup>u</sup>	NS	****
%Lipídios	3,60 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>	2,42 $\pm$ 0,12 <sup>D</sup>	-	-	-	****	-

ab Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na linha dentro dos parâmetros RT, GGV e dieta, diferem entre si dentro de cada variável, pelo teste t para Gênero e teste de Tukey para Tempo de Maturação. \*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*\*P<0,0001 e NS = Não significativo.

Tabela 5. Médias estimadas  $\pm$  erro padrão das características luminosidade da carne (L\*C), intensidade do verde/vermelho (a\*C) e azul/amarelo (b\*C), pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC), de acordo com a interação entre gênero e tempo de maturação (TM).

Caract.	Fêmea			Macho			Teste de F
	Tempo de Maturação			Tempo de Maturação			
	0 dia	14 dias	28 dias	0 dia	14 dias	28 dias	Gênero x TM
L*C	40,30 $\pm$ 0,36 <sup>u</sup>	42,76 $\pm$ 0,45 <sup>a</sup>	43,35 $\pm$ 0,41 <sup>a</sup>	38,81 $\pm$ 0,27 <sup>u</sup>	40,00 $\pm$ 0,33 <sup>u</sup>	40,22 $\pm$ 0,31 <sup>u</sup>	**
a*C	13,97 $\pm$ 0,15 <sup>u</sup>	16,20 $\pm$ 0,24 <sup>u</sup>	16,90 $\pm$ 0,28 <sup>a</sup>	12,93 $\pm$ 0,11 <sup>u</sup>	14,20 $\pm$ 0,18 <sup>u</sup>	15,59 $\pm$ 0,22 <sup>u</sup>	**
b*C	12,90 $\pm$ 0,16 <sup>u</sup>	15,33 $\pm$ 0,28 <sup>u</sup>	16,61 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>	11,85 $\pm$ 0,12 <sup>u</sup>	12,83 $\pm$ 0,21 <sup>u</sup>	14,48 $\pm$ 0,22 <sup>u</sup>	****
CRA, %	76,86 $\pm$ 0,42 <sup>u</sup>	72,21 $\pm$ 0,34 <sup>u</sup>	71,78 $\pm$ 0,30 <sup>u</sup>	80,89 $\pm$ 0,31 <sup>a</sup>	73,45 $\pm$ 0,25 <sup>u</sup>	72,22 $\pm$ 0,22 <sup>u</sup>	****
PPC, %	27,68 $\pm$ 0,636 <sup>a</sup>	26,56 $\pm$ 0,63 <sup>a</sup>	26,96 $\pm$ 0,62 <sup>a</sup>	24,82 $\pm$ 0,47 <sup>u</sup>	25,85 $\pm$ 0,47 <sup>au</sup>	27,19 $\pm$ 0,46 <sup>a</sup>	**
FC, kgf	7,66 $\pm$ 0,22 <sup>a</sup>	2,96 $\pm$ 0,12 <sup>cd</sup>	2,67 $\pm$ 0,11 <sup>d</sup>	6,73 $\pm$ 0,17 <sup>D</sup>	3,21 $\pm$ 0,09 <sup>C</sup>	2,83 $\pm$ 0,08 <sup>d</sup>	****

ab Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na linha, diferem entre si dentro de cada variável, pelo teste de Tukey ajustado. \*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*\*P<0,0001 e NS = Não significativo.

Tabela 6. Médias estimadas  $\pm$  erro padrão da % de lipídios na carne, de acordo com a interação tripla entre raça do touro, grupo genético da vaca e gênero do animal.

Raça do Touro	GGV	Gênero	Média
Hereford	TA	Fêmea	5,06 $\pm$ 0,26 <sup>a</sup>
		Macho	2,55 $\pm$ 0,24 <sup>b</sup>
	TS	Fêmea	3,36 $\pm$ 0,31 <sup>b</sup>
		Macho	2,25 $\pm$ 0,24 <sup>b</sup>
Charolês	TA	Fêmea	2,99 $\pm$ 0,39 <sup>b</sup>
		Macho	2,31 $\pm$ 0,23 <sup>b</sup>
	TS	Fêmea	3,00 $\pm$ 0,29 <sup>b</sup>
		Macho	2,15 $\pm$ 0,24 <sup>b</sup>

ab Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na coluna, diferem ( $p < 0,01$ ), pelo teste de Tukey ajustado. TA =  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore, TS =  $\frac{1}{2}$  Simental +  $\frac{1}{2}$  Nelore. Teste de F ( $P = 0,0478$ ).

## 2. Análise sensorial descritiva e aceitação sensorial

Houve interação tempo de maturação - raça do touro ( $P < 0,01$ ) para a característica sabor estranho na carne bovina (SbEs), avaliada na sensorial descritiva. Para a análise sensorial de aceitação, observou-se interação tempo de maturação – dieta significativa ( $P < 0,01$ ) para as características sabor/aroma, textura e aceitação global e interação raça do touro – tempo de maturação significativa ( $P < 0,01$ ) para a característica aceitação global. Houve interação tripla significativa ( $P < 0,001$ ) entre dieta, tempo de maturação e raça do touro para o atributo de textura, na análise sensorial de aceitação (Tabela 7).

Na análise sensorial descritiva não houve efeito individual significativo ( $P > 0,05$ ) das diferentes raças de touros, dietas e grupos genéticos das vacas, apenas o efeito individual tempo de maturação influenciou significativamente ( $P < 0,01$  e  $P < 0,0001$ ) o aroma característico de carne bovina (ACCB) e a maciez. O ACCB foi mais intenso no dia zero do que no tempo 28 dias e a maciez foi melhor no tempo 28 dias do que no tempo zero (Tabela 7).



Tabela 7. Médias estimadas  $\pm$  erro padrão das características de análise sensorial descritiva aroma característico (ACCB), aroma estranho (ArEs), sabor característico (SCCB), sabor estranho (SbEs) e maciez e suculência (SL) e das características de aceitação sensorial sabor/aroma, textura e aceitação global (AG) da carne, de acordo com a raça do touro (RT), o grupo genético da vaca (GGV), a dieta e o tempo de maturação (TM).

	Raça do Touro		Grupo Genético da Vaca		Dieta		Tempo de Maturação		Teste de F			
	HF	CH	TA	TS	DC	DE	0 dia	28 dias	RT	GGV	DT	TM
<i>Análise Sensorial Descritiva</i>												
ACCB	5,50 $\pm$ 0,12	5,73 $\pm$ 0,11	5,68 $\pm$ 0,12	5,55 $\pm$ 0,12	5,65 $\pm$ 0,12	5,58 $\pm$ 0,12	5,95 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	5,39 $\pm$ 0,14 <sup>u</sup>	NS	NS	NS	**
ArEs	8,13 $\pm$ 0,09	7,96 $\pm$ 0,09	8,09 $\pm$ 0,09	7,99 $\pm$ 0,09	8,03 $\pm$ 0,09	8,05 $\pm$ 0,09	7,95 $\pm$ 0,09	8,02 $\pm$ 0,09	NS	NS	NS	NS
SCCB	5,19 $\pm$ 0,15	5,18 $\pm$ 0,14	5,29 $\pm$ 0,15	5,08 $\pm$ 0,15	5,19 $\pm$ 0,15	5,19 $\pm$ 0,15	5,33 $\pm$ 0,15	5,16 $\pm$ 0,15	NS	NS	NS	NS
SbEs	7,79 $\pm$ 0,11	7,62 $\pm$ 0,10	7,75 $\pm$ 0,11	7,67 $\pm$ 0,11	7,61 $\pm$ 0,11	7,80 $\pm$ 0,11	7,89 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	7,38 $\pm$ 0,12 <sup>u</sup>	NS	NS	NS	****
Maciez	6,88 $\pm$ 0,24	6,47 $\pm$ 0,23	6,89 $\pm$ 0,23	6,46 $\pm$ 0,23	6,52 $\pm$ 0,23	6,84 $\pm$ 0,23	5,57 $\pm$ 0,27 <sup>d</sup>	7,26 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	NS	NS	NS	****
SL	5,81 $\pm$ 0,10	5,61 $\pm$ 0,10	5,77 $\pm$ 0,10	5,66 $\pm$ 0,10	5,60 $\pm$ 0,10	5,82 $\pm$ 0,10	5,75 $\pm$ 0,13	5,75 $\pm$ 0,13	NS	NS	NS	NS
<i>Análise Sensorial de Aceitação</i>												
Sabor/Aroma	7,36 $\pm$ 0,07	7,31 $\pm$ 0,07	-	-	7,25 $\pm$ 0,07	7,42 $\pm$ 0,07	7,30 $\pm$ 0,07	7,38 $\pm$ 0,07	NS	-	NS	NS
Textura	7,04 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	7,36 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	-	-	6,87 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	7,52 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	7,00 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	7,39 $\pm$ 0,08 <sup>a</sup>	****	-	**	****
AG	7,22 $\pm$ 0,07	7,31 $\pm$ 0,07	-	-	7,03 $\pm$ 0,07 <sup>d</sup>	7,50 $\pm$ 0,07 <sup>a</sup>	7,16 $\pm$ 0,07	7,37 $\pm$ 0,07	NS	-	****	NS

ab Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na linha, diferem entre si dentro de cada variável, pelo teste t. \*P<0,05, \*\*P<0,01, \*\*\*\*P<0,0001 e NS = Não significativo. HF = Hereford e CH = Charolês. TA = ½ Angus + ½ Nelore e TS = ½ Simental + ½ Nelore. DC = dieta controle e DE = dieta energética.

Tabela 8. Médias estimadas  $\pm$  erro padrão da análise sensorial de aceitação sabor/aroma, textura e aceitação global (AG) da carne, de acordo com a interação tempo de maturação - dieta e de aceitação global (AG) e sabor estranho (SbEs), de acordo com a interação tempo de maturação - raça do touro (RT).

Característica	Tempo de Maturação				Teste de F
	0 dia		28 dias		
	Dieta		Dieta		
	DC	DE	DC	DE	
Sabor/Aroma	7,06 $\pm$ 0,10 <sup>u</sup>	7,53 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	7,44 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	7,31 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	**
Textura	6,49 $\pm$ 0,12 <sup>u</sup>	7,52 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	7,26 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	7,53 $\pm$ 0,12 <sup>a</sup>	**
AG	6,74 $\pm$ 0,10 <sup>d</sup>	7,58 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	7,32 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	7,41 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	****
Característica	Raça do Touro		Raça do Touro		Teste de F
	HF		CH		
	HF	CH	HF	CH	
AG	7,29 $\pm$ 0,10 <sup>u</sup>	7,04 $\pm$ 0,11 <sup>u</sup>	7,15 $\pm$ 0,10 <sup>u</sup>	7,59 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	**
SbEs	7,89 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	7,89 $\pm$ 0,13 <sup>a</sup>	7,68 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>	7,09 $\pm$ 0,16 <sup>d</sup>	**

ab Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na linha, diferem entre si dentro de cada variável, pelo teste de Tukey ajustado. \*p<0,05, \*\*p<0,01, \*\*\*\*p<0,0001 e NS = Não significativo. HF = Hereford, CH = Charolês, DC = dieta controle e DE = dieta energética.

A interação tempo de maturação - dieta foi importante ( $P < 0,01$  e  $P < 0,0001$ ) para as características sabor/aroma, textura e aceitação global. O sabor/aroma foi superior na dieta DE em relação à dieta DC apenas no dia zero de maturação, apresentando valor semelhante no dia 28 de maturação, enquanto a diferença entre os tempos de maturação ocorreu apenas na dieta DC (Tabela 8). O mesmo padrão de resultado ocorreu para a característica de textura e aceitação global.

Houve também interação significativa ( $P < 0,01$ ) entre tempo de maturação e raça do touro para as variáveis aceitação global e sabor estranho (SbEs). Neste caso, não houve diferença entre as raças no dia zero, mas os filhos de touros da raça Charolesa tiveram carne com maior aceitação aos 28 dias de maturação e o tempo de maturação de 28 dias foi superior ao tempo zero apenas para os filhos de touros da raça Charolesa (Tabela 8). O mesmo padrão ocorreu quanto ao SbEs, a diferença entre os tempos de maturação ocorreu apenas quando a raça do touro foi a Charolesa, apresentando maior intensidade de sabor estranho aos 28 dias e menor no dia zero de maturação (Tabela 8). Quando os animais eram filhos de touros da raça Hereford, não houve diferença significativa no SbEs no dia zero e no dia 28 de maturação. Dentro de tempo de maturação, a carne dos filhos de touros charoleses apresentou sabor estranho mais intenso.

Apesar da interação dupla dieta - tempo de maturação significativa ( $P < 0,01$ ) para textura na análise sensorial de aceitação, houve também interação tripla significativa ( $P < 0,0002$ ) entre raça do touro, dieta e tempo de maturação. Neste caso, houve diferença quanto ao tempo de maturação apenas na dieta DC e filhos de touros da Raça Charolesa, com o tempo 28 dias melhor do que o tempo zero (Tabela 9). Houve diferença entre as raças dos touros apenas na dieta DC, com os filhos de touros da raça Charolesa melhores aos 28 dias e os filhos de touros Hereford melhores no tempo zero (Tabela 9). A diferença entre as dietas ocorreu apenas no dia zero de maturação nos filhos de touros da raça Charolesa, com a dieta DE melhor do que a dieta DC (Tabela 9).

Tabela 9. Médias estimadas  $\pm$  erro padrão do atributo de textura da análise sensorial de aceitação da carne proveniente de bovinos cruzados jovens tratados com duas dietas, de acordo com as interações entre tempo de maturação, dieta de raça do touro.

Dieta	Raça do Touro	Atributos	
		Tempo de Maturação	Textura
DC	Charolesa	0 dia	6,12 $\pm$ 0,17 <sup>c</sup>
		28 dias	7,74 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>
	Hereford	0 dia	6,86 $\pm$ 0,17 <sup>b</sup>
		28 dias	6,78 $\pm$ 0,17 <sup>d</sup>
DE	Charolesa	0 dia	7,78 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>
		28 dias	7,78 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>
	Hereford	0 dia	7,25 $\pm$ 0,17 <sup>ab</sup>
		28 dias	7,29 $\pm$ 0,17 <sup>ab</sup>

ab Médias seguidas de letras diferentes minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ajustado. DC = dieta controle e DE = dieta energética. Teste de F (P =0,0002).

## DISCUSSÃO

A cor é uma das primeiras características que o consumidor observa nos supermercados e é influenciada pela quantidade de mioglobina (Mb). Raça, gênero, idade e estado *ante* e *post-mortem* diferenciam as quantidades de mioglobina, no entanto, a oxigenação no músculo pode mudar a cor da carne (Lima Júnior et al., 2011). Segundo Felício (1997), algumas raças apresentam cores mais escuras que outras, tais como Simental e Nelore, entretanto, esta diferenciação entre os genótipos dos animais não foi observada neste experimento.

As diferentes dietas avaliadas neste estudo não afetaram a qualidade da carne de bovinos jovens cruzados. Resultados semelhantes foram encontrados por He et al. (2014), quando analisaram diferentes dietas com grãos de triticales secos e oleaginosas, e por Li et al. (2014), que compararam diferentes níveis de energia e proteína nas dietas. Entretanto Ladeira et al.(2014) observaram efeito sobre a cor da carne de novilhos jovens, alimentados à base de soja, ou gordura protegida, com ou sem monensina sódica. Estes autores relataram que a carne proveniente de animais tratados com gordura protegida apresentou aumento no eixo a\* aos 7 dias de maturação. Segundo eles, tal fato ocorreu em decorrência do aumento da oxidação das mioglobinas causada pelo aumento da susceptibilidade da oxidação lipídica no *longissimus*, pois a carne proveniente de animais tratados com dietas suplementadas com gordura protegida apresentam maiores concentrações de

ácidos graxos poli-insaturados. Entretanto, neste experimento não houve diferenças significativas na cor das carnes provenientes das dietas estudadas, possivelmente em decorrência da oxidação lipídica no *longissimus*, entretanto isto não pode ser afirmado, pois não foram realizadas análises relacionadas à oxidação lipídica para tal conclusão.

Apesar da cor da carne não ter sido afetada pela dieta fornecida, ela foi influenciada pelos efeitos individuais de gênero e do tempo de maturação e a interação dos mesmos, mas não pelos demais fatores avaliados. A luminosidade ( $L^*C$ ), o eixo do verde/vermelho ( $a^*C$ ) e o azul/amarelo ( $b^*C$ ) da carne aumentaram durante o tempo de maturação, independentemente do gênero do animal. De acordo com Gill e McGinnis (1995), a intensidade da cor da carne está relacionada à atividade da metabioglobina redutase (AMR). A AMR é responsável pela estabilidade da cor na carne em ambientes de baixa concentração de oxigênio, quando a carne é embalada a vácuo; a metamioglobina formada no músculo antes ou durante este processo será convertida em desoximioglobina pela AMR durante a maturação, assim a oxigenação das mioglobinas se mantém durante este período, mantendo a carne vermelha púrpura (Ladeira et al., 2014). Tal fato explica o aumento da intensidade da cor da carne durante a maturação; ocorrido neste experimento. A luminosidade aumentou de zero para 14 dias e apresentou estabilidade entre 14 e 28 dias. Uma possível explicação para o aumento da luminosidade da carne durante o período de maturação (zero a 14 dias) é a maior presença de líquido na superfície da carne (Pereira e Sobral, 2008), oriundo da quebra das membranas celulares pela proteólise durante a maturação, após o 14º dia houve uma estabilidade na proteólise da carne, mantendo a luminosidade entre o tempo 14 e 28 dias.

Para as regras brasileiras de exportação, o pH máximo para a comercialização da carne é de 5,8, pois, segundo Gregory (1998), este seria o valor limite para a ocorrência de carnes tipo DFD (*dark, firm and dry*). Neste experimento, os valores desta característica foram inferiores a 5,8. Para carnes maturadas, valores maiores que 5,3-5,5 podem acarretar problemas na cor, CRA e estabilidade microbiológica (Muchenje et al., 2009), por isso o pH é um parâmetro muito importante para a qualidade da carne. Segundo Gregory (1998), tourinhos podem

ser mais susceptíveis ao estresse, o que pode contribuir para que a redução do pH durante o resfriamento não seja efetiva. É possível que isto tenha contribuído para que os machos apresentassem maior pH da carne do que as fêmeas neste experimento. Fernandes et al. (2009), avaliando diferentes condições sexuais e dietas, não verificaram diferença entre tourinhos, novilhas e novilhos, e entre as diferentes dietas.

Segundo Pinto, Ferraz e Balieiro (2008), a perda por cozimento (PPC) aumenta de acordo com o tempo de maturação, em razão da quebra da membrana celular durante este processo. Neste estudo, isto ocorreu com a carne dos animais machos, entretanto para a carne das fêmeas, o resultado foi diferente, não havendo diferença na perda por cozimento com a maturação. Tal fato pode ser explicado pela alta presença de gordura intramuscular (% de lipídios) na carne das fêmeas em relação à dos animais machos, pois durante a maturação ocorre a oxidação da proteína e dos lipídios, entretanto a oxidação protéica só ocorrerá após a lipídica, ou seja, a oxidação lipídica funciona como um antioxidante natural para a oxidação protéica (Jongberg, Carlsen e Skibsted, 2009). Outros fatores que podem alterar a PPC são as altas temperaturas de cozimento e baixos níveis de CRA durante a maturação. Essas alterações podem alterar o valor econômico do produto, já que a carne pode perder até 1/3 do seu peso se os níveis de PPC forem elevados (Campos, 2014). Existe correlação negativa entre a CRA e PPC; os valores de CRA diminuem durante o tempo de maturação, decorrente da proteólise do músculo, alterando a estrutura celular durante o período de maturação (Huff- Lonergan, 2010). Este fato pode ser demonstrado neste estudo em que, independentemente do gênero do animal, a CRA diminuiu durante o tempo de maturação e a carne das fêmeas apresentou menor resistência à retenção de água, quando comparada à dos machos, em decorrência da maior % de lipídios no *longissimus*, como já citado anteriormente. Baixos valores de CRA fazem com que a carne perda nutriente e diminua o seu valor nutritivo (Savage, Warriss e Jolley, 1990).

Todo estudo que envolve qualidade de carne demonstra que a força de cisalhamento diminui pelo processo de maturação. Dessa forma, conforme aumentam os dias de maturação, a força de cisalhamento (FC) diminui, tornando assim a carne mais macia, o que também ocorreu neste experimento. Menores

valores de FC de acordo com o tempo podem ser explicados pela atividade enzimática do complexo calpaína - calpastatína durante a maturação, embora outros fatores como o teor de gordura, fibras e características estruturais, podem afetar os valores da FC (Monsón, Sañudo e Sierra, 2004). É possível que, em razão da maior presença de gordura intramuscular, medida pela % de lipídios totais no *longissimus*, a carne das fêmeas e dos filhotes dos touros Hereford apresentaram menores valores de FC.

A carne produzida em um sistema de produção específico representa a combinação do efeito do genótipo, gênero, idade, nutrição e manejo, sendo que esses fatores podem interagir de diversas maneiras (Raes et al., 2003) e, segundo Webb et al. (1998), a qualidade sensorial da carne pode ser afetada por estes diversos fatores, mas principalmente pelo efeito da raça. Diferentes raças podem aumentar ou diminuir a deposição do tecido adiposo assim como a gordura intramuscular, causando diferenças no acabamento de raça para raça (Andrade et al., 2014; Sevane et al., 2014). Embora seja esperado que dietas contendo alta energia forneçam carne com sabor mais intenso (Melton et al., 1982), Gilbert et al. (2003) não observaram diferenças sensoriais entre as amostras de carne de bovinos jovens castrados da raça Brangus, alimentados com milho grão, gordura protegida e amido de milho, embora ligeiro aroma mais intenso tenha sido observado na carne dos animais que receberam amido de milho protegido. Andrade et al. (2014), durante os períodos de recria e engorda em seu experimento, não observaram diferenças significativas na análise sensorial da carne de Angus x Nelore tratados com diferentes dietas. Neste estudo, foi observada melhora no sabor e aroma da carne proveniente de animais tratados com glúten de milho e gordura protegida.

A maturação geralmente é um processo que fornece aroma não característico, ou aroma e sabor indesejáveis à carne, pela formação de vários compostos (Gorraiz et al., 2002) durante a lipólise e/ou oxidação lipídica que ocorrem durante o período de maturação (Singh e Cuervo, 2012). No entanto, a liberação de ferro inorgânico durante o processo de cozimento acelera o acúmulo de produtos da degradação de peróxidos de lipídios, tais como alcanos, aldeídos, cetonas e álcoois, que contribuem para a formação e intensidade de sabor estranho (Gray et al., 1994). Em decorrência de tal fato, neste experimento observou-se maior

presença de sabor estranho intenso e menor de aroma característico na carne bovina com maior tempo de maturação, aos 28 dias.

Apesar de todas estas reações metabólicas que são ocasionadas pela maturação, ela é uma alternativa importante para a obtenção de um produto com melhores características qualitativas e maior valor agregado (Tullio, 2004). Além disto, a aceitação global dos consumidores é maior em carnes maturadas, em decorrência da maior maciez. Neste experimento, observou-se tal fato, as carnes provenientes da maturação foram mais aceitas quando comparadas às não maturadas, em razão de sua melhor textura/maciez.

A carne dos filhotes dos touros charoleses maturadas por 28 dias foi mais aceita que a carne de todas as demais combinações raça do touro - tempo de maturação, em razão da melhor textura observada pelos provadores, mostrando mais uma vez que a maciez da carne é a característica organoléptica mais apreciada pelo consumidor. Vaz et al. (2002), comparando a análise sensorial da carne de animais das raças puras Charolesa e Nelore e do cruzamento recíproco entre elas, observaram que a carne proveniente de animais da raça Charolesa foi mais aceita, em razão da melhor maciez, textura e palatabilidade, o que também ocorreu neste trabalho.

Quando o grupo genético do bezerro foi incluído no modelo estatístico em vez de raça do touro, grupo genético da vaca e da interação entre eles, não foi observado efeito significativo para as características de qualidade da carne estudadas no trabalho, portanto os contrastes programados, não foram realizados.

## **CONCLUSÃO**

O fornecimento de dietas energéticas para os animais contribui para maior aceitação da carne, pois melhora o sabor, o aroma e a textura. Carnes mais macias e com maior % de lipídios são oriundas de animais fêmeas ou de filhotes de touros Hereford.

A técnica de maturação da carne é aconselhada, pois aumenta a maciez e melhora a aceitação pelo consumidor.

## REFERÊNCIAS

- AMSA. (1991). Guidelines for meat color evaluation. *Meat Science Association and National Livestock and Meat Board*, Chicago, IL.
- AOAC. (1997). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*: edited Ig W. Horwitz 16<sup>a</sup> ed. Washington, v.2, 85p.
- ABIEC. Associação Brasileira Das Indústrias Exportadoras de Carne. *Rebanho Bovino Brasileiro*. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/noticia.asp?id=1016#UukAx91Tdg>>. Acesso em: 29 de janeiro de 2015.
- Alencar, M.M., Packer, I.U., Razook, A.G., Figueiredo, L.A., Barbosa, P.F. and L.A Corrêa. (2004). Análises de características produtivas em diferentes sistemas de cruzamento entre raças bovinas de corte. In: *REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 41, 2004, Campo Grande, Anais...Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.
- Andrade, E. N., A. Polizel Neto, R. O. Roça, M. H. Faria, F. D. Resende, G. R. Siqueira, and R. S. Pinheiro. (2014). Beef quality of young AngusxNelore cattle supplemented with rumen-protected lipids during rearing and fattening periods: *Meat Science*, 98, 591-8.
- Bligh, E. G., and W. J. Dyer. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification: *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, 37, 911-7.
- Boleman, S. J., S. L. Boleman, R. K. Miller, J. F. Taylor, H. R. Cross, T. L. Wheeler, M. Koohmaraie, S. D. Shackelford, M. F. Miller, R. L. West, D. D. Johnson, and J. W. Savell. (1997). Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness: *Journal of Animal Science*, 75, 1521-4.
- Burgüi, R. (2001). Confinamento estratégico. In: Mattos, W.R.S (ed) *A produção animal na visão dos brasileiros*. FEALQ,.
- Campos, L. (2014) *Teor de umidade nas carnes*. BeefPoint. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/cadeia-produtiva/sic/teor-de-umidade-nas-carnes-4700/>>. Acesso em: 02 de abril de 2014.
- Corte, O. O., Felício, P. E. and G. Cia. (1979). Sistematização da avaliação final de bovinos e bubalinos. *Qualidade de carne*. Campinas: ITAL . (Boletim Técnico do CTC, n. 3), p. 66-76,.
- Dunshea, F.R., D.N. D'Souza, D. W. Pethick, G.S. Harper, and R.D. Warner. (2005). Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat: *Meat Science*, 71(1), 8-38.



Felício, P.E. (1997). Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne bovina In: *SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE*, 4., Piracicaba, 1997. Piracicaba: FEALQ, p. 79-97,

Fernandes, A. R. M., Sampaio, A. A. M., Henrique, W., Perecin, D., Oliveira, E. D. and R.R. Túllio. (2007). 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*, 36(4), 855-864.

Fernandes, A.R.M.; Sampaio, A.A.M.; Henrique, W.; Tullio, R.R.; Oliveira, E.A. and T.M. Silva. (2009). Chemical traits and fatty acids composition of beef from young bulls, steers and heifers fed corn silage and concentrate or sugarcane and concentrate with sunflower grains. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(4), 705-712.

Fletcher, D. L., M. Qiao, and D. P. Smith. (2000). The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH: *Poult Science*, 79, 784-8.

Gilbert, C. D., D. K. Lunt, R. K. Miller, and S. B. Smith. (2003). Carcass, sensory, and adipose tissue traits of Brangus steers fed casein-formaldehyde-protected starch and/or canola lipid: *Journal of Animal Science*, 81, 2457-68.

Gill, C.O. and J.C. McGinnis. (1995). The use of oxygen scavengers to prevent the transient discolouration of ground beef packaged under controlled, oxygen-depleted atmospheres. *Meat Science*, 41(1), 19-27.

Gorraiz, C., M. J. Beriain, J. Chasco, and K. Insausti. (2002). Effect of Aging Time on Volatile Compounds, Odor, and Flavor of Cooked Beef from Pirenaica and Friesian Bulls and Heifers: *Journal of Food Science*, 67, 916-922.

Gray, J., A. Pearson, and F. Monahan. (1994). Flavor and aroma problems and their measurement in meat, poultry and fish products, *Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products*, Springer, 250-288.

Gregory, N.G. (1998). Animal welfare and meat science. *Cambridge: University Press*, 289p.

Hamm, R. (1960). Biochemistry of meat hydration. *Advances in Food Research*, 10(2), 335-443.

He, M.L.; McAllister, T.A.; Hernandez-Calva, L.M.; Aalhus, J.L.; Dugan, M.E.R. and J.J. McKinnon. (2014). Effect of dietary inclusion of triticale dried distillers' grain and oilseeds on quality and fatty acids profile of meat from feedlot steers. *Meat Science*, 97(1), 76-82.

Herring, W.O.; Miller, D.C. and J.K. Bertrand. (1994). Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonic measures of backfat and *longissimus* muscle area in beef cattle: *Journal of Animal Science*, 72, 2216-2226.

Houben, J.H.; Van Dijk, A.; Eikelenboom, G. and A.H. Hoving-Bolink. (2000). Effect of dietary vitamin E supplementation, fat levels and packaging on color stability and lipids oxidation in minced beef. *Meat Science*, 55, 331-336.

Huff-Lonergan, E. (2010). Fresh meat water-holding capacity. *Fact Sheet*. Disponível em: <<http://www.pork.org/filelibrary/Factsheets/PIGFactsheets/NEWfactSheets/12-04-05g.pdf>>. Acesso em: 04/04/2014.

Jongberg, S.; Carlsen, C.U. and L.H. Skibsted. (2009). Peptides as antioxidants and carbonyl quenchers in biological model systems. *Free Radical Research*, 43, 932-942.

Kannan, G.; Gadiyaram, K.; Galipalli, S.; Carmichael, A.; Kouakou, B.; Pringle, T.; McMillin, K. and S. Gelaye. (2006). Meat quality in goats as influenced by dietary protein and energy levels, and postmortem aging. *Small Ruminant Research*, 61, 45-52.

Ladeira, M.M.; Santarosa, L.C.; Chizzotti, M.L.; Ramos, E.M.; Machado Neto, O.R.; Oliveira, D.M.; Carvalho, J.R.; Lopes, L.S. and J.S. Ribeiro. (2014). Fatty acid profile, color and lipid oxidation of meat from young bulls fed ground soybean or rumen protected fat with or without monensin. *Meat Science*, 96, 597-605.

Li, L., Zhu, Y.; Wang, X.; He, Y. and B. Cao. (2014). Effects of different dietary energy and protein levels and sex on growth performance, carcass characteristics and meat quality of F1 Angus × Chinese Xiangxi yellow cattle. *Journal Animal Science and Biotechnology*, 5, 21.

Lima Júnior, D. M.; Rangel, A. H. N.; Urbano, S. A.; Maciel, M. V. and L. P. A.Amaro. (2011). Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma Revisão. *Acta Veterinaria Brasilica*, 5(4), 351-358.

Lobato, J.F.; Feritas, A.K.; Devincenzi, T.; Cardoso, L.L.; Tarouco, J.U. and R.M. Vieira, (2014). Brazilian beef produced on pastures: sustainable and healthy. *Meat Science*, 98(3), 336-45.

MAPA – MINISTERIO DA AGRICULTURA E PECUARIA E ABASTECIMENTO. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/mercado-interno>>. Acesso em: 02 de abril de 2014a.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/animal/mercado-interno>>. Acesso em: 02 abr. 2014b.

Melton, S.; Amiri, M.; Davis, G. and W. Backus. (1982). Flavor and chemical characteristics of ground beef from grass-, forage-grain-and grain-finished steers. *Journal of Animal Science*, 55, 77-87.

Miller, M.F.; Carr, M.A.; Ramsey, C.B.; Crockett, K.L. and L.C. Hoover. (2001). Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *Journal of Animal Science*, 79, 3062-8.

Monsón, F.; Sañudo, C. and I. Sierra. (2004). Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. *Meat Science*, 68:595-602.

Muchenje, V.; Dzama, K.; Chimonyo, M.; Strydom, P.E.; Hugo, A and J.G. Raats. (2009). Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review: *Food Chemistry*, 112:279–289.

Pereira, A.S.C. and P.J.A. Sobral. (2008). Physical and chemical characteristics of frozen ground beef and aged beef meat from *Bos indicus* steers supplemented with  $\alpha$  Tocopherol acetate. *Italian Journal Food Science*, 20(3), 419-425.

Pinto, L.F.B.; Ferraz, J.B.S. and J.C.C. Balieiro. (2008). Qualidade de carne e de carcaça em bovinos da raça Nelore. In: VII *Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal*, Anais... Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia.

Raes, K.; Balcaen, A.; Dirinck, P.; De Winne, A.; Claeys, E.; Demeyer, D. and S. De Smet. (2003). Meat quality, fatty acid composition and flavour analysis in Belgian retail beef: *Meat Science*, 65, 1237-46.

Ripoll, G.; Blanco, M.; Albertí, P.; Panea, B.; Joy, M. and I. Casasús. (2014). Effect of two Spanish breeds and diet on beef quality including consumer preferences. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94, 983-92.

SAS. (2010). *Statistical Analyses System Institute "SAS User's Guide: Statistic"*. SAS Institute INC., Cary, NC,

Savage, A.W.J.; Warriss, P.D. and Jolley, P.D. (1990). The amount and composition of the proteins in drip from stored pig meat. *Meat Science*, 27, 289–303

Sevane, N.; Nute, G.; Sañudo, C.; Cortes, O.; Cañon, J.; Williams, J. and S. Dunner. (2014). Muscle lipid composition in bulls from 15 European breeds. *Livestock Science*, 160, 1-11.

Singh, R., and A. M. Cuervo. (2012). Lipophagy: Connecting Autophagy and Lipid Metabolism. *International Journal of Cell Biology*, 2012, 12p.

Tullio, R.R. *Estratégias de manejo para produção intensiva de bovinos visando à qualidade de carne*. (2004). 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

Webb, E.C.; De Smet, S.; Van Nevel, C.; Martens, B. and D. I. Demeyer. (1998). Effect of anatomical location on the composition of fatty acids in double-muscléd Belgian Blue cows. *Meat Science*, 50, 45-53.

Wheeler, T.L.; Shackelford, S.D. and M. Koohmaraie. (1998). Cooking and palatability traits of beef longissimus steaks cooked with a belt grill or an open hearth electric broiler. *Journal of Animal Science*, 76, 2805–2810.

Vaz, F.N.; Restle, J.; Vaz, R.Z.; Brondani, I.L.; Bernardes, R.A.C. and C. Faturi. (2002). Efeitos de raça e heterose na composição física da carcaça e na qualidade da carne de novilhos da primeira geração de cruzamento entre Charolês e Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31(1), (Supl.), 376-386.

## CAPÍTULO 4 - RELATIVE CONTRIBUTION OF BREED, GENDER AND DIET TO THE FATTY ACID PROFILE OF YOUNG CROSSBRED BEEF CATTLE FINISHED ON FEEDLOT<sup>1</sup>

### ABSTRACT

The fatty acid profile of crossbred beef cattle from bulls and heifers fed either a control or a diet with supplementary corn gluten and protected fat was evaluated, and the impact of sire breed, cow genetic group, gender and diet on fatty acid profiles was measured. Gender and diet had greater influence on the fatty acid profile than genotype. Heifers had a lower  $n-6/n-3$  ratio, bulls and the corn gluten/protected fat diet increased the PUFA/SFA ratio, but the control diet had more beneficial  $t11/t10-18:1$  and  $n-6/n-3$  ratios.

**Keywords:** bulls; energy diet; heifers;  $n-6/n-3$  ratio; PUFA/SFA ratio

**RESUMO** - O perfil de ácidos graxos da carne de tourinhos e novilhas cruzados do Brasil alimentados com dieta controle e outra suplementada com glúten de milho e gordura protegida foram avaliados, e o impacto da raça do touro, grupo genético da vaca, gênero e dieta sobre o perfil de ácidos graxos foi medido. O gênero e a dieta influenciaram melhor o perfil de ácidos graxos quando comparados ao genótipo. Novilhas obtiveram menores valores da relação de  $n-6/n-3$ , os tourinhos e a dieta suplementada com glúten de milho e gordura protegida, aumentaram a razão de PUFA/SFA, mas a dieta controle foi a que teve maior razão de  $t11/t10-18:1$  e  $n-6/n-3$ , ácidos graxos benéficos a saúde humana.

**Palavras-chave:** dieta energética,  $n-6/n-3$ , novilhas, PUFA/SFA, touros

### INTRODUCTION

Brazilian cattle originate mainly (80%) from *Bos indicus*, which in general yields lower quality meat compared to *Bos taurus*. Consequently, crossbreeding of tropical climate adapted *Bos taurus* breeds with *Bos indicus* along with the use of more intensive finishing systems may be an alternative for tropical adaptation while enhancing meat quality. At the same time, trends in cattle diets in Brazil are in line with the major export market (i.e. the European Union), where a forage to concentrate ratio is fairly balanced (i.e. 1:1). Attempts to improve finisher diets have been made by providing a better quality protein (corn gluten) to support overall growth, and protected fats to increase the content of polyunsaturated fatty acids

<sup>1</sup> Artigo submetido ao Canadian Journal of Animal Science

(PUFA) and their biohydrogenation products (BHP) (Jenkins et al., 2008). Understanding the effects of breed, diet and gender and their interactions on the composition of intramuscular fat will assist in meeting consumers' requirements through development and implementation of strategies to optimize the fatty acid profile of Brazilian beef.

The objective of the present study was to feed a control or a high-energy diet (i.e. with added corn gluten and protected fat) to bulls and heifers of tropically adapted beef cattle, and quantify the impact of sire breed, cow genetic group, gender and diet on the fatty acid profile of beef.

## **MATERIAL AND METHODS**

After weaning (7.5 mo), 169 cattle (Embrapa Southeast Livestock, São Carlos, SP, Brazil) from Charolais or Hereford bulls (Sire breed) crossed with  $\frac{1}{2}$  Angus  $\times$   $\frac{1}{2}$  Nelore or  $\frac{1}{2}$  Simmental  $\times$   $\frac{1}{2}$  Nelore cows (Cow genetic group) were assigned randomly to one of two dietary treatments: A (high-energy diet; added corn gluten and protected fat) or B (control). Diets were changed from grower to finisher (A1 to A2, and B1 to B2) when females and males reached 330 kg and 380 kg, respectively. Grower and finisher diets had forage to concentrate ratios of close to 65:35 and 50:50 respectively. Control diets (B1 and B2) were based on corn silage, corn grain and soybean meal. Diets A1 and A2 had substitutions for 6% and 3% corn gluten, and diet A2 also had 5% protected fat (LACTO PLUS™ containing 42% 18:2 $n$ -6). Cattle were fed individually *ad libitum* for a total of 118 days. Animals were cared for under guidelines compatible to those laid down by Canadian Council on Animal Care (CCAC, 2007).

Cattle were slaughtered when reaching 5 mm backfat estimated by ultrasound measurements between the 12<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup> ribs, at an average age of 13 mo and 419 kg. Cattle were slaughtered in a commercial abattoir, and carcasses were chilled overnight at 2°C. At 24 h *post mortem* a *longissimus thoracis* (LT) steak was dissected from the left side of the carcass between the 12<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup> ribs, vacuum-packed and transported to the lab on ice. At the lab, the LT steak was cut into small

pieces and lyophilized (Liotop, model L108 Liobrás, São Carlos, SP, Brazil). Dried samples were ground in liquid nitrogen in an analytical mill (model IKA A11 basic, Jank&kunke GmbH & CO. KG, Staufen, Germany) vacuum packaged and stored at -20 °C until fat extraction. Lipids were extracted from dried LT with (2:1) chloroform:methanol and extracts were methylated using 5% methanolic HCl, and to correct for conjugated linoleic acid (CLA) isomerization, separate methylations with 0.5 N sodium methoxide were conducted. Fatty acid methyl esters (FAME) were analyzed using GC (acid and basic methylations) (Kramer et al., 2008).

Data were analyzed using the MIXED model Covtest procedure of SAS (SAS institute Cary, NC, USA). Fixed effects included gender, breed of sire, cow genetic group, diet, and their interactions. The percentage of intramuscular fat was used as a covariate. Individual animal within breed and diet was included as a random factor. The adjusted multiple  $R^2$  was then calculated for the full model. Relative contributions of each factor to variation of individual fatty acids was calculated as described by Juárez et al. (2012).

## RESULTS AND DISCUSSION

Low  $R^2$  values and large individual animal variation were observed for individual and total saturated fatty acids (SFA), as well as for CLA (Table 1). This means the factors included in the model did not explain much of the variability observed in these fatty acids. Therefore, factors not included in the model may have larger influence on SFA and CLA. Similarly, other studies from Brazil (Fernandes et al., 2009) reported no gender effects on SFA and CLA content of intramuscular fat in cattle fed different diets.

The variability in *cis*9-18:1 and total *cis*-MUFA was well explained by the model (Table 1). The main factor affecting these fatty acids was gender, followed by diet and breed of sire. Heifers had higher *cis*-MUFA (43.1%) than bulls (38.9%), diet A led to lower *cis*-MUFA (40.0%) than diet B (42.0%), and progeny from Hereford sires had higher *cis*-MUFA (41.6%) than Charolais (40.4%)\*. Gender was also the main factor influencing variability in total PUFA (11.5% bulls vs. 9.68% heifers) and the PUFA/SFA ratio (0.23 bulls vs. 0.21 heifers), followed by diet. Although total

\*Data not shown.

intramuscular fat content was used as a covariate (males: 2.49% vs. females: 3.46%) in the model, differences in fat deposition rates may be responsible for the large effect of gender observed in certain fatty acids\*. As the fat content of the animal and meat increases between early life and the time of slaughter, the proportions of fatty acids change. Furthermore, while the phospholipids fraction remains fairly constant as the animal fattens, the neutral lipid fraction tends to increase (Wood et al., 2008). Growth curves are different for bulls and heifers, with shorter maturity stages in the latter (Fernandes et al., 2009). Hence, during the finishing phase, the rate of fat deposition is greater in heifers altering the fatty acids composition.

The model explained a large proportion of the variability for total *trans* (*t*)-18:1 and *t*11/*t*10-18:1 ratio than for the individual *t*-18:1 isomers (*t*10- and *t*11-18:1), with diet always being the main factor (Table 1). Similarly, although individual *n*-6 and *n*-3 fatty acids were mainly affected by gender, diet explained the largest percentage of variability for the *n*-6/*n*-3 ratio. Several studies have shown that dietary *n*-6 and *n*-3 PUFA can be incorporated into adipose tissue and muscle of ruminants despite the biohydrogenation of dietary fatty acids in the rumen (Wood et al., 2008), and *t*11-18:1 has been reported to be greatly influenced by diet (Dugan et al., 2011). In our study, the difference in *t*11-18:1 (diet A: 0.48% vs. diet B: 0.15%) was greater than *t*10-18:1 (diet A: 1.37% vs. diet B: 0.81%)\*. Thus, the *t*11/*t*10-18:1 ratio from diet A (5.78) was much higher than from diet B (3.41), explaining the larger effect of diet on the variability for this ratio\*. An increase in *t*11-18:1 and a decrease in *t*10-18:1 may be an avenue to generate beef products with a healthier fatty acid profile (Dugan et al., 2011). However, the high-energy diet (diet A) had the opposite effect, leading to a less desirable *t*18:1 isomer profile. Dietary mediated changes in microbial populations and biohydrogenation processes may be responsible for these shifts in fatty acid profile (Dugan et al., 2011). Supplementation with fat or high-energy diet can alter microbial populations, because of differences in the way the feed is processed in the rumen (Wood et al., 2008), altering biohydrogenation and/or *de novo* fatty acid synthesis. Both diets led to relatively high levels of 18:2*n*-6 and long-chain *n*-6 fatty acids in intramuscular fat, suggesting the capacity for incorporation of PUFA into phospholipids is limited and that 18:2*n*-6 competes for incorporation much more effectively than 18:3*n*-3 products (Wood et al., 2008). Results from the present

\*Data not shown.



study showed a higher level of  $n-6$  than  $n-3$  in beef from bulls than heifers, due to a higher proportion of PUFA in males. But for the  $n-6/n-3$  ratio, diet had more of an effect than gender, likely because of higher levels of  $n-6$  in diet A (6.16% vs. 5.01%), while the  $n-3$  contents were the same for both diets (1.15%)\*. A decrease in  $n-6$  and an increase in  $n-3$  may be healthier, consequently  $n-6/n-3$  ratio will be better when is smaller.

The largest effects due to sire breed (6-10% of the total variability explained by the model) were observed for  $c9-18:1$ ,  $20:4n-6$ ,  $20:5n-3$ ,  $22:5n-3$  and total  $n-3$  (Table 1). Cow genetic group explained between 10% and 15% of the total variability explained by the model for individual  $n-3$  fatty acids and total  $n-3$  content. Breed and genetic components have been reported to have a large influence on beef lipid profiles (Sevane et al., 2014). For example, intramuscular fat from the double muscling genotype (mh/mh) within the Charolais breed has lower proportions of  $c9-18:1$  and higher proportions of  $18:2n-6$  than the normal genotype (+/+). The effect of the genotype on oleic acid ( $c9-18:1$ ), the major fatty acid in meat and predominant in the neutral lipid fraction, has been reported to be the highest, compared with other fatty acids. In fact, it has been reported that large, lean breeds, such as Charolais, have lower levels of MUFA than smaller, early maturing breeds, such as Aberdeen Angus or Hereford (Sevane et al., 2014). On the other hand, the effect of sire breed and cow genetic group on PUFA ( $n-3$  and  $n-6$  fatty acids) could be again related to variations in fat deposition rates, but also to differences among genotypes in the activity of specific enzymes involved with lipid metabolism [elongases and desaturases(Knight et al., 2004)].

\*Data not shown.

Table 1. Average fatty acid proportion (FA%), degree of model adjustment  $R^2$  and relative contribution (% within model) for a selection of traits influencing the fatty acid profile of intramuscular fat from commercially produced Brazilian beef

	Relative contribution of factors to model (%)										
	FA%	Adjusted $R^2$	BS <sup>1</sup> (1)	CGG <sup>2</sup> (2)	Diet (3)	Gender (4)	1×3	1×4	2×3	3×4	Indiv. <sup>3</sup>
<b>14:0</b>	3.18	38.98	6.54	-	-	80.5	-	12.4	-	-	-
<b>16:0</b>	27.1	17.72	-	7.99	4.05	11.3	-	-	-	-	76.5
<b>18:0</b>	15.8	25.20	-	0.66	-	47.4	-	-	0.65	0.33	50.8
<b>∑ SFA</b>	48.6	25.22	-	10.5	4.88	10.6	-	-	-	0.46	72.7
<b>c9-16:1</b>	2.84	98.98	-	-	7.25	78.6	-	0.60	0.07	-	13.4
<b>c9-18:1</b>	34.6	92.17	6.98	-	14.0	58.0	-	-	-	5.59	10.6
<b>∑ cis-MUFA</b>	41.0	93.60	4.83	-	11.9	70.7	-	-	0.48	3.45	4.82
<b>t10-18:1</b>	0.31	38.57	0.04	-	87.5	1.84	-	-	-	10.0	-
<b>t11-18:1</b>	1.08	53.89	-	-	83.3	3.74	4.21	-	-	7.63	-
<b>∑ trans 18:1</b>	2.26	70.83	-	-	81.8	5.87	1.90	-	-	9.68	-
<b>t11/t10-18:1</b>	4.59	82.06	1.34	-	95.5	1.91	-	0.62	-	-	-
<b>∑ CLA</b>	0.53	23.79	-	4.60	79.7	-	14.9	-	-	-	-
<b>18:2n-6</b>	4.11	84.88	1.96	2.85	14.5	49.0	-	-	-	8.25	23.2
<b>20:4n-6</b>	1.13	64.29	9.12	9.59	3.89	73.3	-	-	-	4.01	-
<b>∑ n-6</b>	5.61	66.22	2.71	3.50	10.6	44.7	0.04	-	-	6.76	31.5
<b>18:3n-3</b>	0.30	54.14	2.56	12.7	1.96	80.4	-	1.33	-	0.87	-
<b>20:5n-3</b>	0.28	48.95	10.0	10.9	-	74.8	-	-	-	-	-
<b>22:5n-3</b>	0.47	63.05	6.26	14.6	-	75.4	2.93	0.06	-	3.50	-
<b>∑ n-3</b>	1.15	62.69	6.94	14.3	-	75.8	-	-	0.84	1.99	-
<b>n-6/n-3</b>	5.00	57.53	0.04	-	74.3	4.47	-	-	9.18	-	11.9
<b>∑ PUFA</b>	10.6	90.08	1.20	0.80	26.6	41.6	-	-	0.50	4.73	24.4
<b>PUFA/SFA</b>	0.21	55.56	0.78	4.15	41.6	44.8	0.49	-	-	8.05	-

Only interactions explaining >5% of at least one trait were included on the table. <sup>1</sup>BS = Sire breed; <sup>2</sup>CGG = Cow genetic group;

<sup>3</sup>Individual animal variation.

## CONCLUSION

The largest impact of the improved diet (added corn gluten and protected fat) was a negative influence on the fatty acid profile with a lower  $t11/t10-18:1$  and higher  $n-6/n-3$  ratios, in both heifers and bulls. This should be considered when including these ingredients in diets as part of management strategies to improve animal performance. On the other hand, the effects of sire breed and cow genetic group on PUFA show potential for improving these traits in Brazilian beef using genetic selection.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the research support of Agri-Food Agriculture Canada, Lacombe, AB; Embrapa Southeast Livestock, São Carlos, SP, Brazil; as well as CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), for PhD scholarship (Process 0168/14-9). The authors would also like to thank Ivy Larsen for the statistical analyses.

## REFERENCES

- CCAC, 2007. Guidelines on: procurement of animals used in science. <http://www.ccac.ca/Documents/Standards/Guidelines/Procurement.pdf>, Canadian Council of Animal care.
- Dugan, M., Aldai, N., Aalhus, J., Rolland, D., Kramer, J., 2011. Review: Transforming beef to provide healthier fatty acid profiles. *Canadian Journal of Animal Science* 91, 545-556.
- Fernandes, A.R.M., Sampaio, A.A.M., Henrique, W., Tullio, R.R., OLIVEIRA, E.d., SILVA, T.d., 2009. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38, 705-712.

Jenkins, T.C., Wallace, R.J., Moate, P.J., Mosley, E.E., 2008. Board-invited review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *J Anim Sci* 86, 397-412.

Juárez, M., Basarab, J., Baron, V., Valera, M., Larsen, I., Aalhus, J.L., 2012. Quantifying the relative contribution of ante- and post-mortem factors to the variability in beef texture. *Animal* 6, 1878-1887.

Knight, T., Minick, J.A., Tait, R.G.J., Trenkle, A.H., Wilson, D.E., Rouse, G.H., Strohbehn, D.R., Reecy, J.M., Beitz, D.C., 2004. Redesigning Beef Cattle to Have a More Healthful Fatty Acid Composition. *Animal Industry Report*.

Kramer, J.K., Hernandez, M., Cruz-Hernandez, C., Kraft, J., Dugan, M.E., 2008. Combining results of two GC separations partly achieves determination of all cis and trans 16:1, 18:1, 18:2 and 18:3 except CLA isomers of milk fat as demonstrated using Ag-ion SPE fractionation. *Lipids* 43, 259-273.

Sevane, N., Nute, G., Sañudo, C., Cortes, O., Cañon, J., Williams, J., Dunner, S., 2014. Muscle lipid composition in bulls from 15 European breeds. *Livestock Science* 160, 1-11.

Wood, J.D., Enser, M., Fisher, A.V., Nute, G.R., Sheard, P.R., Richardson, R.I., Hughes, S.I., Whittington, F.M., 2008. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. *Meat Sci* 78, 343-358.