

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS  
CRUZADOS (*Bos taurus taurus* vs. *Bos taurus indicus*)  
SUBMETIDOS A DUAS DIETAS E ABATIDOS COM DOIS  
GRAUS DE ACABAMENTO**

Autora: Daniele Maggioni  
Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
dezembro - 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS  
CRUZADOS (*Bos taurus taurus* vs. *Bos taurus indicus*)  
SUBMETIDOS A DUAS DIETAS E ABATIDOS COM DOIS  
GRAUS DE ACABAMENTO**

Autora: Daniele Maggioni  
Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração: Produção Animal.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
dezembro - 2009

Ficha Catalográfica Preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Central da UEM

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

M193p      Maggioni, Daniele  
            Produção e qualidade de carne de bovinos cruzados  
            (*Bos taurus taurus* vs. *Bos taurus indicus*) submetidos  
            a duas dietas e abatidos com dois graus de acabamento.  
            / Daniele Maggioni. -- Maringá, 2009.  
            129 f. : il.

            Orientador : Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado.  
            Tese (doutorado) - Universidade Estadual de  
            Maringá, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área  
            de concentração : Produção Animal, 2009.

            1. Bovinos - Carcaça - Avaliação de desempenho. 2.  
            Bovinos - Carne - Ácidos graxos. 3. Bovinos - Nutrição  
            - Volumosos. 4. Bovinos - Maturação da carne -  
            Qualidade. 5. Bovinos - Cruzamento industrial. I.  
            Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-  
            graduação em Zootecnia. Área de concentração :  
            Produção Animal. II. Título.

CDD 21.ed.636.2085



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DA CARNE DE BOVINOS  
CRUZADOS (*Bos taurus taurus* vs *Bos taurus indicus*)  
SUBMETIDOS A DUAS DIETAS E ABATIDOS  
COM DOIS GRAUS DE ACABAMENTO**

Autora: Daniele Maggioni

Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado

TITULAÇÃO: Doutor em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 18 de dezembro de 2009.

Prof. Dr. Jesuí Vergílio  
Visentainer

Profª Drª Vera Lúcia  
Ferreira de Souza

Profª Drª Ana Maria Bridi

Dr. José Jorge dos  
Santos Abrahão

Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado  
(Orientador)

“A vida é realmente escuridão,  
Exceto quando há um impulso.  
E todo impulso é cego quando não há saber,  
E todo saber é vão,  
Exceto quando há trabalho.  
E todo trabalho é vazio,  
Exceto quando há amor.  
E quando trabalhais com amor,  
Vós vos unis a vós próprios,  
E uns aos outros,  
E a Deus”

Kalil Gebran

A Deus e a tudo o que Ele representa em minha vida.

Aos meus pais, Lírío e Edite, pelo apoio e incentivo incondicional em todos os momentos e responsáveis por esta conquista.

Ao meu esposo, Marcos, que esteve sempre ao meu lado, pelo amor, companheirismo, compreensão e estímulo durante esta trajetória.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, por estar sempre iluminando o meu caminho, capacitando-me e dando força de vontade para alcançar meus objetivos.

À Universidade Estadual de Maringá, ao programa de Pós-graduação em Zootecnia (PPZ) e aos professores do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos e contribuição para a formação profissional.

Ao Instituto Agronômico do Paraná – Iapar, nas pessoas do Dr. José Jorge dos Santos Abrahão, Dr. Daniel Perotto e MSc. José Luiz Moletta, pela possibilidade da realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado, pela atenção, ensinamentos, orientação e confiança, que contribuíram para a minha formação profissional e pessoal.

Ao Prof. Dr. Jair de Araújo Marques, pela co-orientação, ensinamentos, confiança, paciência e estímulo, além de sua amizade.

Ao Prof. Dr. Jesuí Vergílio Visentainer, Prof. Dr. Makoto Matsushita e Prof. Dr. Nilson Evelázio de Souza, do Laboratório de Análises de Alimentos do Departamento de Química da UEM, pelas análises no referido laboratório.

À Prof<sup>a</sup>. Ana Maria Bridi e sua equipe de trabalho da Universidade Estadual de Londrina, pelo auxílio na execução de análises da carne.

Aos amigos de todas as horas, Fernando Zawadzki e Roberto Haruyoshi Ito, pelo convívio, amizade, alegria e auxílio na realização das análises laboratoriais.

Aos amigos, Carlos Alberto Fugita, José Luiz Moletta, Robério R. Silva, Karina P. Albuquerque, Livia M. de A. Macedo, Polyana P. Rotta, Rodolpho M. do Prado, Aline, André, Bruna, Dayane, Eloísa, Maria, Mariana (Japa), Mariana, Melina, Rafaela, Renato, Vívian, pelo companheirismo, amizade e auxílio nas análises laboratoriais.

Aos funcionários da Secretaria do PPZ, (Rose e Denílson) e do Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UEM (Cleuza e Creuza).

Aos amigos do curso de Pós-graduação, pelo companheirismo e auxílio.

A todos que direta ou indiretamente auxiliaram na realização deste trabalho.

## BIOGRAFIA

DANIELE MAGGIONI, filha de Lírío Maggioni e Edite Maria Maggioni, nasceu em Campo Mourão, Paraná, em 25 de junho de 1981.

Formada em Medicina Veterinária, pela Faculdade Integrado de Campo Mourão - PR, em fevereiro de 2004.

Em novembro de 2006, concluiu o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá – área de concentração: Produção Animal.

Em março de 2007, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Estadual de Maringá – área de concentração: Produção Animal.

Em agosto de 2007, iniciou sua carreira docente na Faculdade Integrado de Campo Mourão, Paraná, onde ministra aulas até o presente momento.

Em novembro de 2009, foi aprovada no Exame Geral de Qualificação.

Em dezembro de 2009, submeteu-se à Defesa de Tese junto ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

## ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE TABELAS .....	ix
RESUMO .....	xi
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Cruzamento industrial.....	2
1.2 Volumoso.....	3
1.3 Grau de acabamento de gordura.....	5
1.4 Qualidade da carne.....	7
1.4.1 Cor.....	8
1.4.2 Maciez.....	8
1.4.3 Composição química e em ácidos graxos.....	10
Citação bibliográfica.....	12
OBJETIVOS GERAIS .....	20
I – Desempenho e características da carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados em dois graus de acabamento.....	21
Resumo .....	21
Abstract .....	23
Introdução .....	25
Material e Métodos .....	27
Resultados e Discussão .....	32

Implicações.....	46
Citação bibliográfica.....	46
II – Grupos genéticos e graus de acabamento sobre a qualidade da carne maturada de bovinos terminados em confinamento.....	61
Resumo .....	61
Abstract .....	63
Introdução .....	65
Material e Métodos .....	67
Resultados e Discussão .....	73
Implicações.....	87
Citação bibliográfica.....	87
III - Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo <i>Longissimus</i> de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados em dois graus de acabamento.....	97
Resumo .....	97
Abstract .....	99
Introdução .....	101
Material e Métodos .....	103
Resultados e Discussão .....	108
Implicações.....	117
Citação bibliográfica.....	117
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	129

## ÍNDICE DE TABELAS

	Página
<b>I – Desempenho e características da carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados em dois graus de acabamento</b>	
Tabela 1 Composição percentual e química das dietas experimentais (%MS).....	54
Tabela 2 Peso, desempenho, consumo, peso e rendimento de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos e terminados em confinamento e erros-padrão.....	55
Tabela 3 Características físicas e composição da carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos e seus respectivos erros-padrão.....	56
Tabela 4 Peso, desempenho, consumo, peso e rendimento de carcaça de bovinos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar terminados em confinamento e seus respectivos erros-padrão.....	57
Tabela 5 Características físicas e composição da carcaça de bovinos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e seus respectivos erros-padrão.....	58
Tabela 6 Peso, desempenho, consumo, peso e rendimento de carcaça de bovinos abatidos com diferentes graus de acabamento de gordura e seus respectivos erros-padrão.....	59
Tabela 7 Características físicas e composição da carcaça de bovinos abatidos com diferentes graus de acabamento de gordura e seus respectivos erros-padrão.....	60

## **II – Grupos genéticos e graus de acabamento sobre a qualidade da carne maturada de bovinos terminados em confinamento**

Tabela 1	Frequência de distribuição e diâmetros das fibras musculares do músculo <i>Longissimus</i> dos grupos genéticos.....	93
Tabela 2	Grupos genéticos e grau de acabamento sobre características da carne de bovinos terminados em confinamento.....	94
Tabela 3	Cor da carne bovina de diferentes grupos genéticos abatidos com diferentes graus de acabamento de carcaça.....	95
Tabela 4	Características da carne de bovinos terminados em confinamento e maturada em diferentes tempos.....	96

## **III - Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados em dois graus de acabamento**

Tabela 1	Composição percentual e química das dietas experimentais (%MS).....	124
Tabela 2	Composição química do músculo <i>Longissimus</i> de bovinos de diferentes grupos genéticos.....	125
Tabela 3	Composição de ácidos graxos e índices de atividade das enzimas $\Delta^9$ dessaturases do músculo <i>Longissimus</i> de bovinos de diferentes grupos genéticos.....	126
Tabela 4	Composição química músculo <i>Longissimus</i> de bovinos alimentados com dieta à base de silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e abatidos com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura.....	127
Tabela 5	Composição de ácidos graxos e índices de atividade das enzimas $\Delta^9$ dessaturases do músculo <i>Longissimus</i> de bovinos alimentados com dieta à base de silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e abatidos com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura.....	128

## RESUMO

O trabalho foi desenvolvido para avaliar o desempenho, as características de carcaça, a qualidade da carne maturada (pH, força de cisalhamento, capacidade de retenção de água, cor, tipo e frequência de fibras musculares), composição química e de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos de três grupos genéticos, alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e abatidos com dois graus de acabamento. Foram avaliados 36 tourinhos com idade média de 21 meses e peso médio inicial de  $330 \pm 44$  kg, terminados em confinamento e alimentados com duas dietas: 1) silagem de sorgo + 1,0% do peso vivo de concentrado (SIL) ou 2) cana-de-açúcar + 1,2% do peso vivo de concentrado (CAN). Os bovinos pertenciam a três grupos genéticos distintos: Zebu (ZEB); Limousin vs Zebu (LIZ) e Red Angus vs Zebu (ANZ) e foram abatidos com dois graus de acabamento de carcaça (3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura). No primeiro trabalho observou-se que os animais alimentados com a dieta SIL apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) peso vivo final (PVF), ganho médio diário (GMD), ingestão de fibra em detergente neutro (IFDN), ingestão de FDN em relação ao peso vivo (IFDN/PV) e peso de carcaça quente (PCQ) em relação aos alimentados com CAN. Enquanto, os animais alimentados com CAN apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) ingestão de matéria seca (IMS) em relação ao peso vivo e pior conversão alimentar da matéria seca (CAMS). Todavia, não houve diferença ( $P > 0,05$ ) para o rendimento de carcaça quente (RC) entre as duas dietas. Ainda, o tipo de volumoso (SIL ou CAN) não alterou ( $P > 0,05$ ) as características de carcaça e composição da carne. Em relação aos grupos genéticos, os animais dos grupos LIZ e ANZ apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) PVF e GMD em relação aos animais do grupo ZEB. Não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) para as IMS, IMS/PV, IFDN

e IFDN/PV, PCQ e RC entre os grupos genéticos. Animais do grupo genético LIZ apresentaram menor ( $P < 0,05$ ) deposição de gordura de cobertura e maior ( $P < 0,05$ ) deposição de músculo em relação aos grupos genéticos ZEB e ANZ. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre grupos genéticos sobre as demais características de carcaça. O abate de animais com dois graus de acabamento (3,4 ou 4,8 mm) não afetou ( $P > 0,05$ ) o PVF, PCQ e RC. Todavia, o GMD foi maior ( $P < 0,05$ ) nos animais abatidos com 3,4 mm de gordura de cobertura. O maior grau de acabamento (4,8 mm) determinou melhor ( $P < 0,05$ ) conformação da carcaça, maior espessura de gordura de cobertura, menor porcentagem de osso e maior porção comestível. No segundo trabalho, houve interação entre o grupo genético ANZ e grau de acabamento para as características de intensidade de vermelho ( $a^*$ ), pH, força de cisalhamento (FC), perdas ao descongelamento (PDES) e cocção (PCOC). O abate de bovinos ANZ com menor grau de acabamento (3,4 mm) proporcionou a melhor intensidade de vermelho e valor de pH. Enquanto o abate de bovinos ANZ com maior grau de acabamento (4,8 mm) resultou em melhores FC, PDES e PCOC. Os demais grupos genéticos apresentaram diferenças quando abatidos com 3,4 mm de gordura de cobertura. Os resultados demonstram que a carne oriunda dos ZEB apresentou o problema “DFD”. Os ZEB produziram carnes com pior coloração do que os animais LIZ e ANZ, além de apresentarem maior pH final. No entanto, a carne destes animais apresentou menor FC, PDES e PCOC quando comparada aos LIZ e ANZ. As fibras do tipo FOG (contração rápida e metabolismo oxidativo e glicolítico) foram as que apresentaram maior frequência, independente do grupo genético, enquanto as do tipo SO (contração lenta e metabolismo oxidativo) foram as que tiveram menor frequência. Animais ANZ apresentaram a maior frequência de fibras FOG e a menor de fibras SO. O tipo de fibra FG (contração rápida e metabolismo glicolítico) não diferiu entre os grupos genéticos, o que ocorreu também com o diâmetro entre os tipos de fibras. Animais ANZ apresentaram as fibras do tipo FOG e SO com maiores diâmetros. Para a avaliação da qualidade da carne, amostras do músculo *Longissimus* foram maturadas por 14 ou 28 dias. O processo de maturação melhorou a qualidade da carne, proporcionando redução da força de cisalhamento em comparação à carne que não foi maturada. Os melhores resultados (maciez, capacidade de retenção de água e cor) foram encontrados aos 14 dias de maturação. No terceiro trabalho não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) nos teores de umidade, cinzas, proteína, lipídios totais e colesterol total entre os grupos genéticos e as dietas. O músculo *Longissimus* de bovinos abatidos com 3,4 mm de gordura de cobertura apresentou maiores ( $P < 0,05$ ) teores de umidade e

cinzas quando comparado aos abatidos com 4,8 mm, enquanto os teores de proteína, lipídios totais e colesterol total foram semelhantes entre os graus de acabamento. Bovinos do grupo genético LIZ apresentaram maiores concentrações ( $P<0,05$ ) de ácido eicosapentaenoico e ômega 3 em relação aos ZEB e ANZ. A dieta composta por cana-de-açúcar resultou em maior ( $P<0,05$ ) deposição do ácido graxo palmitoleico em relação à dieta composta por silagem de sorgo. Este resultado foi obtido em função da maior atividade da enzima  $\Delta^9$  Dessaturase C16 nos bovinos alimentados com cana-de-açúcar. A silagem de sorgo proporcionou aumento ( $P<0,05$ ) na deposição do ácido docosatetraenoico em comparação à cana-de-açúcar. O grau de acabamento das carcaças não influenciou ( $P>0,05$ ) a composição dos ácidos graxos, com exceção para a razão ômega 6/ômega 3, que foi melhor para os bovinos abatidos com 3,4 mm de gordura de cobertura.

Palavras-chave: ácidos graxos, carcaça, desempenho, *Longissimus*, maturação

## ABSTRACT

This work was carried out to evaluate the performance, carcass characteristics, quality of the ageing meat (pH, shear force, ability to retain water, color, type and frequency of muscle fibers), chemical composition and fatty acids of the *Longissimus* muscle from cattle of three genetic groups, fed with sorghum silage or sugar cane and slaughtered at two levels of fat thickness. It was used 36 young bulls aging 21 months and weighing  $330 \pm 44$  kg, feedlot with one of two diets: 1) sorghum silage + 1.0% live weight of concentrate (SIL) or 2) sugar cane + 1.2% live weight of concentrate (CAN). The cattle were from three distinct genetic groups: Zebu (ZEB), Limousin vs Zebu (LIZ) and Red Angus vs Zebu (ANZ) and were slaughtered at one of two levels of cover fat thickness (3.4 or 4.8 mm). In the first work it was observed that animals fed with SIL had higher ( $P < 0.05$ ) final live weight (FLW), average daily gain (ADG), intake of neutral detergent fiber (INDF), NDF intake in relation to weight (INDF/BW) and hot carcass weight (HCW) than those fed with CAN. On the other hand, the animals fed with CAN had higher ( $P < 0.05$ ) dry matter intake (DMI) as a percentage of body weight and worse food conversion of dry matter (FCDM). However, there was no difference ( $P > 0.05$ ) for hot carcass yield (HCY) between the two diets. Also, the type of forage (SIL or CAN) did not significantly change ( $P > 0.05$ ) the carcass characteristics and the composition of the

meat. As for the genetic groups, the LIZ and ANZ animals had higher ( $P < 0.05$ ) FLW and ADG than ZEB animals. There were no differences ( $P > 0.05$ ) for DMI, DMI/BW, INDF and INDF/BW, HCW and HCY between the genetic groups. LIZ had lower ( $P < 0.05$ ) cover fat deposition and higher ( $P < 0.05$ ) muscle deposition relative to ZEB and ANZ. There was no difference ( $P > 0.05$ ) among genetic groups on the other carcass characteristics. The slaughter of animals with two levels of fat thickness (3.4 or 4.8 mm) did not affect ( $P > 0.05$ ) FLW, HCW and HCY. However, the ADG was higher ( $P < 0.05$ ) in animals slaughtered at 3.4 mm of fat cover. The higher degree of cover (4.80 mm) significantly improved ( $P < 0.05$ ) the conformation of the carcass, with greater fat thickness, lower percentage of bone and larger edible portion. In the second work there was an interaction between the genetic group ANZ and fat thickness levels concerning the characteristics of redness ( $a^*$ ), pH, shear force (SF), losses at thawing (LT) and at cooking (LC). The slaughter of ANZ bulls with lower fat thickness levels (3.4 mm) provided the best redness and pH, while the slaughter of ANZ bulls with greater fat thickness (4.8 mm) resulted in better SF, LT and LC. The other genetic groups showed differences when slaughtered at 3.4 mm of fat thickness levels. The results show that the meat from the ZEB had the "DFD" problem. The ZEB produced meat of worse color than the LIZ and ANZ, and had higher final pH. However, the meat of these animals had lower SF, LT and LC when compared to LIZ and ANZ. Type FOG fibers (fast twitch and oxidative and glycolytic metabolism) showed the highest frequency, independent of genetic group, and the SO type (slow twitch and oxidative metabolism) was less frequent. ANZ Bulls had the highest frequency of FOG fibers and the lowest of SO fibers. The FG fiber type (fast twitch and glycolytic metabolism) did not differ between the genetic groups, which also occurred with the diameter of the fiber types. ANZ animals showed FOG and SO fiber types of larger diameters. For the evaluation of

meat quality, *Longissimus* muscle samples were ageing for 14 or 28 days. The process of ageing improved the quality of the meat, offering reduced shear force compared to meat that was not ageing. The best results (tenderness, ability to retain water and color) were found after 14 days. In the third work there were no differences ( $P>0.05$ ) in moisture content, ash, protein, total lipids and total cholesterol between the genetic groups and diets. The *Longissimus* muscle of animals slaughtered at 3.4 mm fat thickness had higher moisture and ash when compared to those slaughtered at 4.8 mm, while protein content, total lipids and total cholesterol were similar between the two fat thicknesses. LIZ bovines showed higher concentrations ( $P<0.05$ ) of eicosapentaenoic acid and omega 3 compared to ZEB and ANZ. The sugar cane diet resulted in increased ( $P<0.05$ ) deposition of palmitoleic fatty acid relative to the diet of sorghum silage. This result was obtained due to the higher activity of the enzyme  $\Delta^9$  desaturase C16 in animals fed with sugar cane. Sorghum silage increased the deposition of docosatetraenoic acid compared to sugar cane. The fat thickness levels of the carcasses had no effect ( $P>0.05$ ) on fatty acid composition, except for the ratio omega 6/omega 3, that was better for the animals slaughtered with 3.4 mm of fat thickness.

Key Words: Fatty acid, Carcass, Performance, *Longissimus*, Ageing time

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, com aproximadamente 160 milhões de cabeças, e uma produção aproximada de 8,3 milhões de toneladas de equivalente carcaça ao ano (Anualpec, 2008). Deste total, 29% são exportados para diversos países, o que demonstra o importante cenário em que está inserida a pecuária de corte nacional. Embora o Brasil esteja entre os maiores produtores e exportadores de carne bovina do mundo, ainda apresenta baixa produtividade e qualidade de carne. Assim, observa-se a necessidade de investimentos em tecnologias que promovam a produção de carne com eficiência técnica e econômica, com a finalidade de incrementar a margem de lucro do produtor e com qualidade, para manter e conquistar novos mercados consumidores. Isto pode ser alcançado com a intensificação do sistema de produção (Restle e Vaz, 2003) com uso de ferramentas e práticas de manejo, como por exemplo, cruzamentos orientados entre *Bos taurus indicus* vs *Bos taurus taurus* (Perotto et al., 2000; Arboitte et al., 2004; Prado et al., 2008a; Ducatti et al., 2009), terminação de animais em confinamento (Souza et al., 2006; Prado et al., 2008b) e o abate de animais com maior espessura de gordura de cobertura (Indurain et al., 2009).

Neste sentido, foram realizados estes trabalhos para estudar possíveis diferenças entre o desempenho, características de carcaça, qualidade da carne maturada, composição química e de ácidos graxos de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados em confinamento com duas diferentes dietas e abatidos com dois graus de acabamento (3,4 ou 4,8 mm de gordura de cobertura).

## 1.1. Cruzamento industrial

Em parte, a menor produtividade da pecuária brasileira está relacionada ao clima tropical, predominante no país. A utilização de animais mais adaptados às condições mais adversas de ambiente, como temperaturas mais altas, pastagens com menor valor nutritivo e infestação de ectoparasitas, é fundamental para a existência de uma produção eficiente de bovinos de corte nos trópicos (Ribeiro et al., 2008). Desta forma, em virtude de suas características de adaptação ao ambiente, as raças zebuínas, entre as quais se destaca a Nelore, têm participação importante na formação e produção do rebanho nacional. No entanto, estas raças são reconhecidas pela menor produtividade em comparação às raças europeias (Restle et al., 2000; Cruz et al., 2009; Rotta et al., 2009b). Assim, o cruzamento industrial tem sido utilizado com o objetivo de melhorar a produtividade da pecuária de corte e buscar genótipos adequados para atender o mercado e melhorar a qualidade da carne (Arboitte et al., 2004).

Na pecuária de corte brasileira, os cruzamentos entre raças zebuínas e taurinas têm sido realizados com o objetivo de melhorar o desempenho zootécnico dos zebuínos, que são adaptados às condições climáticas do país (Perotto et al., 2000; Prado et al., 2008c), além de melhorar a deposição de gordura e maciez da carne, uma vez que os taurinos apresentam maior deposição de gordura (Prado et al., 2008b). O aumento do peso e a melhoria da qualidade das carcaças estão entre os benefícios que os cruzamentos entre *Bos taurus taurus* vs. *Bos taurus indicus* proporcionam à pecuária de corte (Perotto et al., 2000), e comprovam a boa complementaridade entre as raças dessas espécies (Vaz et al., 2002).

A escolha da raça é importante para obter uma carcaça desejável. Não existe raça que atenda as exigências de composição de carcaça em uma ampla faixa de mercado, ou uma raça capaz de se adaptar às mais variadas diferenças ambientais, nas quais os bovinos são produzidos. Raças continentais (Charolês, Limousin, Simental, Pardo Suíço, Marchigiana, Chianina e Piemontês) foram selecionadas para características de crescimento. Ao contrário das britânicas (Angus, Devon, Hereford e Shorton) que são mais precoces, e das indianas (Nelore, Guzerá e Brahman) que apresentam características de rusticidade (Vaz, 1999). Com relação ao genótipo bovino a ser utilizado, tem sido demonstrado por diversos estudos que animais puros de raças

européias (britânicas ou continentais) ou seus mestiços com zebu apresentam melhor desempenho zootécnico (Euclides Filho et al., 2002; Cruz et al., 2009; Maggioni et al., 2009a) e melhores características de carcaça e de carne (Padre et al., 2007; Rotta et al., 2009b; Maggioni et al., 2009a) em relação aos zebuínos.

Em relação ao desempenho zootécnico, têm sido observadas piores conversões alimentares e ganhos de peso para os zebuínos em relação aos europeus e/ou seus mestiços (Restle et al., 2000; Menezes et al., 2005). Da mesma forma, zebuínos têm produzido carcaças com conformação inferior, menor espessura de gordura de cobertura, percentagem de gordura e marmoreio (Maggioni et al., 2009a; Rotta et al., 2009b) e carne com menor teor de lipídios totais (Padre et al., 2007).

Por outro lado, resultados positivos do cruzamento industrial para a pecuária de corte têm sido demonstrados em diversos trabalhos. Entre os benefícios do cruzamento podem ser citados: maior ganho em peso (Perotto et al., 2001; Prado et al., 2008a, c; Maggioni et al., 2009a), melhor eficiência alimentar (Euclides Filho et al., 2001a; Euclides Filho et al., 2002), menor idade de abate (Restle et al. 2000; Menezes e Restle, 2005; Menezes et al., 2008) e carne mais macia (Restle et al., 1999) em relação aos zebuínos puros.

De acordo com Ribeiro et al. (2008), nos cruzamentos industriais, geralmente as raças europeias são utilizadas como raças paternas, por apresentarem bons ganhos de peso e boas qualidades de carcaça e carnes, enquanto as raças zebuínas são escolhidas como raças maternas, por apresentarem melhor adaptação ao ambiente tropical, rusticidade e menores exigências de manutenção.

## 1.2. Volumoso

O sistema de confinamento é uma alternativa que pode ser utilizada para melhorar a produtividade e qualidade da carne produzida, principalmente pela redução da idade de abate dos animais. Isto pode ocorrer pela influência da idade de abate sobre a eficiência alimentar e qualidade da carne de bovinos (Igarasi et al., 2008). Animais mais jovens apresentam maior eficiência na transformação de alimentos em músculos e produção de carne de melhor qualidade (Abrahão et al., 2006). Além da redução da idade, o sistema de alimentação tem influência direta sobre a eficiência do sistema de

acabamento e qualidade da carcaça (Webb, 2006; Prado et al., 2008d; Maggioni et al., 2009b).

A melhoria do nível nutricional pode proporcionar aumento no custo de produção, o que pode tornar a atividade de menor rentabilidade. Assim, quando se fala na terminação de bovinos em confinamento, um fator relevante que deve ser considerado é a produção de alimentos volumosos. A produção de volumosos de alta qualidade e produtividade é uma condição básica para a diminuição dos custos com alimentos concentrados, uma vez que a alimentação é a fração que apresenta maior custo na produção (Brondani et al., 2004; Pacheco et al., 2006; Missio et al., 2009).

Para se determinar a qualidade de um volumoso deve ser considerado o seu valor nutritivo, a sua interação com o consumo e o potencial de desempenho do animal (Jobim et al., 2007). Para isto, a ingestão de matéria seca, a conversão alimentar, o ganho de peso e o rendimento de carcaça são importantes variáveis que devem ser avaliadas (Ferreira et al., 1999).

Os volumosos mais utilizados no Brasil na terminação de bovinos em confinamento são as silagens de milho e de sorgo (Neumann et al., 2004; Valadares Filho et al., 2008). O sorgo (*Sorghum bicolor*) é uma das culturas que se destaca na produção de silagens, pois apresenta alta produtividade por área (Neumann et al., 2002), maior tolerância ao déficit hídrico e ao calor quando comparado ao milho, além de haver a possibilidade do cultivo de sua rebrota que proporciona até 60% da produção no primeiro corte (Zago, 1991). Entretanto, o valor nutritivo da silagem de sorgo equivale de 72 a 92% da silagem de milho (Demarchi et al., 1995). Mesmo assim, o sorgo ainda se destaca por ser um alimento de alto valor nutritivo, que apresenta alta concentração de carboidratos solúveis, essenciais à adequada fermentação láctica da silagem (Silva e Restle, 1993). Neumann et al. (2004) observaram melhor ganho de peso médio de animais alimentados com silagem de sorgo, em comparação aos alimentados com silagem de milho. Ainda, estes autores constataram menor custo de produção da silagem de sorgo, o que juntamente com o maior ganho de peso refletiu em maior retorno econômico para a dieta composta por silagem de sorgo.

No entanto, estes volumosos agregam maior custo na alimentação em relação a outros, como por exemplo, a cana-de-açúcar (Magalhães et al., 2004). A produção com tecnologia avançada e as características climáticas e de solo ideais para o plantio dessa cultura fazem com que o custo de produção desta forrageira no Brasil seja menor em relação aos outros países (Valadares Filho et al., 2008). Assim, com a elevada

produtividade e boa qualidade na época seca do ano (Magalhães et al., 2006; Freitas et al., 2006; Moraes et al., 2008), a cana-de-açúcar se torna um alimento estratégico e de baixo custo para a alimentação de bovinos em confinamento (Prado et al., 1995; Muraro et al., 2009). De acordo com Valadares Filho et al. (2008), aproximadamente 64% dos confinamentos do Brasil utilizam algum tipo de cana-de-açúcar na composição de suas dietas.

A cana-de-açúcar é um alimento nutricionalmente desbalanceado, com baixos teores de proteína e altos teores de açúcar (Moraes et al., 2008), além de alto teor de fibra de baixa degradação ruminal. Assim, para que apresentem resultados positivos sobre a produtividade animal, dietas à base de cana-de-açúcar devem ser suplementadas com maior nível de concentrados (Valadares Filho et al., 2008). No entanto, o aumento da participação de concentrado da ração deve ser realizado de forma criteriosa, avaliando-se a razão custo:benefício. A manipulação da razão volumoso:concentrado da dieta permite corrigir deficiências, seja pela mais baixa qualidade da forragem, seja pela impossibilidade de atendimento das exigências de categorias de animais com alto potencial de desempenho (Pereira e Ribeiro, 2001). Assim, é importante ressaltar que a menor qualidade nutricional da cana-de-açúcar em relação à silagem de sorgo se faz necessário o ajuste do teor de concentrado para possibilitar a obtenção de desempenhos semelhantes.

O potencial de uso da cana-de-açúcar em dietas com elevada participação de concentrados foi descrito por Fernandes et al. (2007). Os autores não observaram diferença de desempenho (1,42 e 1,43 kg/dia, respectivamente) quando utilizaram cana-de-açúcar ou silagem de milho na proporção de 40:60 (volumoso:concentrado).

### 1.3. Grau de acabamento de carcaça

O maior interesse no estudo dos animais produtores de carne é no crescimento dos tecidos muscular, adiposo e ósseo (Santos et al., 2002) e se deseja o maior desenvolvimento de tecido muscular, embora o desenvolvimento de tecido adiposo também tenha sua importância. A terminação de animais inteiros tem sido uma alternativa para tornar o sistema de produção mais eficiente (Restle et al., 2000) em função da maior deposição de tecido muscular que estes apresentam em relação aos animais castrados (Euclides Filho et al., 2001b). Mas, os animais inteiros são

reconhecidos por depositarem menos gordura de cobertura e de marmoreio em comparação aos castrados e às novilhas (Ribeiro et al., 2004; Aricetti et al., 2008; Freitas et al., 2008).

O tecido adiposo e sua distribuição no corpo influenciam o valor da carcaça (Santos et al., 2002). Neste sentido, a gordura subcutânea da carcaça bovina tem sido enfatizada como importante indicador de qualidade final, uma vez que afeta a qualidade da carne (Igarasi et al., 2008). Uma quantidade mínima de gordura subcutânea (3 mm) na carcaça é necessária, pois tem a função de atuar como isolante térmico durante o resfriamento, para evitar o encurtamento das fibras musculares, que resultaria em menor maciez da carne (Lawrie, 1981). Ainda, a gordura influencia na perda de peso da carcaça (desidratação), cor da carne durante o resfriamento e suculência da mesma (Prado et al., 2008a; b; c). Desta forma, carcaça com espessura de gordura de cobertura (EGC) abaixo de 3 mm, poderia resultar em depreciação de seu valor comercial, enquanto que a EGC superior a 6 mm representaria recorte com eliminação do excesso de gordura antes da pesagem da carcaça, acarretando maior custo operacional ao frigorífico (Costa et al., 2002), além de influenciar na eficiência e no custo de produção da carne para o pecuarista (Santos et al., 2002).

Em função da importância da gordura de cobertura sobre a qualidade da carne, o grau de acabamento da carcaça é uma das características utilizadas pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Carcaças de Bovinos (Brasil, 2004), praticado pelos frigoríficos do Brasil. A classificação e tipificação das carcaças realizadas a partir da avaliação da distribuição e uniformidade de gordura sobre a carcaça possibilitam a padronização e formação de lotes homogêneos, facilitando a comercialização.

O grau de acabamento da carcaça é verificado pela distribuição e quantidade de gordura de cobertura, em locais diferentes da carcaça e que auxilia a tipificação da mesma. As carcaças podem ser classificadas em cinco categorias de acordo com a EGC em: 1) ausente; 2) escassa - 1 a 3 mm; 3) mediana - 3 a 6 mm; 4) uniforme - 6 a 10 mm e 5) excessiva - acima de 10 mm de espessura (Brasil, 1997).

Com o objetivo de atender os mercados cada vez mais exigentes, os bovinos devem ser abatidos ao atingir o grau de gordura de cobertura na carcaça adequado ao processo de resfriamento empregado (3,0 a 6,0 mm), além de apresentar uniformidade quanto ao grau de acabamento. Isto pode ser alcançado pelo acompanhamento do desenvolvimento da EGC pela ultrassonografia que tem demonstrado ser um método eficiente para a determinação da EGC no animal ainda vivo (Perkins et al., 1992;

Hassem et al., 1998; Silva et al., 2003; Faria et al., 2005). Além disso, a avaliação da EGC pela ultrassonografia é capaz de antecipar a idade de abate, minimizando assim custos de confinamento e conseqüentemente de produção (Silveira, 2001).

No entanto, em algumas situações maiores graus de acabamento podem ser preconizados. Quando se deseja carnes com elevado teor de gordura de marmoreio, reconhecida pela função de conferir suculência e melhorar a maciez da carne, se faz necessário o abate de animais com elevado grau de acabamento. A gordura intramuscular é a última a ser depositada na carcaça, e só ocorre quando o animal ganha peso a elevadas taxas, ou quando avança em idade ou peso corporal (Di Marco, 1998).

O grau de acabamento da carcaça está relacionado ao custo de produção. Carcaças com maior grau de acabamento podem apresentar excesso de gordura, o que contribui para a redução do rendimento de carcaça (Berg e Butterfield, 1979). Ainda, de acordo com estes autores, a proporção de tecidos na carcaça é fator determinante no seu valor econômico e influi na eficiência e no custo de produção da carne.

#### 1.4. Qualidade da carne

Com a ampliação dos mercados e consumo interno da carne bovina, advindo do aumento de renda da população, as exigências quanto à qualidade do produto se tornam evidentes e assumem proporções importantes dentro da cadeia da carne; sendo a qualidade da carne um dos fatores mais importantes para a sua comercialização (Brondani et al., 2006).

Entre as principais características que geralmente os consumidores relacionam com qualidade da carne estão: maciez, cor, textura, sabor e marmorização. Mas, com a expansão do mercado internacional, novos conceitos de qualidade têm sido exigidos e apenas os atributos sensoriais não são mais suficientes. A exigência atual é que sejam incorporados atributos tecnológicos (pH e capacidade de retenção de água), nutricionais (teor de proteína, lipídios totais, colesterol e perfil de ácidos graxos) e sanitários. Além disso, com a maior consciência dos consumidores, o conceito de qualidade se amplia e questões ambientais, sociais e éticas também devem ser consideradas.

### 1.4.1. Cor

No momento da compra da carne, os consumidores dão maior importância à cor, à gordura visível, ao preço e ao corte da carne (Igarasi et al., 2008). Apesar da cor da carne não influenciar sua palatabilidade ou seu valor sensorial (Müller, 1987) é o primeiro atributo que o consumidor avalia no momento da compra. Carne vermelha escura, normalmente, é rejeitada pelo consumidor, que associa a cor escura com possível deterioração e/ou originada de animais velhos (Vaz e Restle, 2002; Brondani et al., 2006). Entretanto, variações no pH podem afetar a cor da carne, independentemente da idade do animal.

Fatores como, espécie, raça, sexo, idade do animal, tipo de músculo, tipo de fibra muscular e sistema de terminação podem alterar a cor da carne. Ainda, o estresse pré-abate ao qual os animais podem ser submetidos também pode alterar os atributos da carne, como a cor, o pH e a capacidade de retenção de água (Ferguson e Warner, 2008). Animais estressados apresentam maior consumo de glicogênio muscular antes do abate e isto acarretará em menor queda do pH *post mortem* (Pösö e Puolanne, 2005; Jeleníková et al., 2008) e escurecimento da carne.

Várias causas podem desencadear o estresse no período pré-abate. As mais comuns são as condições adversas de transporte, manejo pré-abate inadequado (Heinemann et al., 2003) e a raça (Grandin, 2000). Animais de origem zebuína são reconhecidos pela maior susceptibilidade ao estresse (Silva Sobrinho et al., 2005) em função do temperamento mais agressivo em relação aos bovinos europeus.

### 1.4.2. Maciez

Entre as características que influenciam a qualidade do produto final, a maciez da carne está entre as mais importantes (Santos et al., 2002; Jeleníková et al., 2008), sendo capaz de influenciar a aceitabilidade do produto pelos consumidores (Miller, 2001). A relação positiva existente entre o preço dos cortes e a relativa maciez dos mesmos comprova a importância desta característica sobre a satisfação do consumidor (Igarasi et al., 2008).

A maciez da carne pode ser influenciada por diversos mecanismos, e o entendimento destes se faz necessário para que seja possível o controle da sua qualidade. A raça ou o grupo genético está entre os fatores *ante mortem* que apresentam efeito sobre a maciez da carne (Denoyelle e Lebihan, 2004). Embora, a alimentação, a

idade (Denoyelle e Lebihan, 2004), o sexo (Jeleníková et al., 2008), o temperamento (Behrends et al., 2009), o manejo pré e pós-abate (Jeleníková et al., 2008) e as tecnologias de amaciamento *post mortem* (Bianchini et al., 2007) também, exercem influência na maciez da carne.

Outros fatores como o estado de *rigor mortis*, a capacidade de retenção de água, a gordura intramuscular, o tecido conjuntivo, o comprimento de feixes musculares e os tipos de fibras também contribuem para a definição da maciez da carne (Otto et al., 2006).

Neste sentido, as propriedades das fibras musculares desempenham papel importante na qualidade da carne (Picard et al., 2006), que podem afetar a maciez indiretamente pela velocidade de queda de pH, capacidade de retenção de água, teor de lipídios, além de influenciar a cor da carne. Além disso, o diâmetro da fibra muscular também pode alterar a maciez, uma vez que fibras com menor diâmetro aumentam a maciez do músculo (Lepetit, 2008).

Entre os fatores citados, a raça talvez seja o de maior importância. Diferenças têm sido observadas na maciez da carne entre *Bos taurus indicus* e *Bos taurus taurus*. Há constatações de que a participação de genes zebuínos, em cruzamentos com bovinos europeus, diminui consideravelmente a maciez da carne (Koohmaraie, 1994; Gesualdi et al., 2000; Heinemann et al., 2003; Restle et al., 2003; Bianchini et al., 2007).

São principalmente as proteases cálcio dependentes, denominadas calpaínas, que atuam na degradação das fibras musculares e são parcialmente responsáveis pela proteólise *post mortem* (Gruber et al., 2006). Apesar do importante papel das calpaínas para tornar a carne macia, é a atividade da calpastatina (inibidora das calpaínas) que apresenta maior correlação com a maciez da carne (Koohmaraie, 1994). Ibrahim et al. (2009) não encontraram diferenças para a atividade das calpaínas entre animais de grupos genéticos diferentes, mas constataram diferença para a atividade de calpastatina. Estes autores observaram que os animais que apresentaram maior atividade para a calpastatina também apresentam menor maciez.

Desta forma, a menor maciez da carne oriunda de zebuínos estaria associada à menor extensão da proteólise das fibras musculares (Shackelford et al., 1994, Wulf et al., 1996). Existe uma diferença na quantidade de calpastatina encontrada 24 h após abate, entre *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* (Wulf et al., 1996). Zebuínos apresentam maior atividade de calpastatina, fato que vem sendo utilizado para indicação do cruzamento destes animais com raças europeias, com a finalidade de melhorar a

maciez da carne brasileira (Lepetit, 2008). Além do cruzamento industrial, outros mecanismos têm sido utilizados para diminuir os efeitos negativos do gado *Bos taurus indicus* na qualidade da carne. Entre os vários mecanismos, a maturação tem sido uma das alternativas tecnológicas para melhorar a maciez da carne.

A maturação da carne consiste em mantê-la, após o processo de *rigor mortis*, sob refrigeração, por um período de tempo que pode variar de um a 28 dias (Bianchini et al., 2007; Neath et al., 2007) e embalada a vácuo. A maciez durante este período se desenvolve principalmente pela atuação das enzimas calpaínas e pelo seu fator de inibição - calpastatína. Estudos têm demonstrado que à medida que se aumenta o período de maturação existe uma melhora na maciez da carne, avaliada pela força de cisalhamento (Heinemann et al., 2003; Neath et al., 2007) e que no processo de maturação as diferenças de maciez existentes entre as raças desaparecem ou diminuem (Morales et al., 2003; Bianchini et al., 2007; Ibrahim et al., 2009). Assim, o processo de maturação pode servir para melhorar a qualidade da carne bovina, além de proporcionar maior padronização do produto.

#### 1.4.3. Composição química e em ácidos graxos

Os parâmetros comumente avaliados na composição química da carne bovina são umidade, cinzas, proteína bruta, lipídios totais e colesterol total. Diversos trabalhos têm demonstrado não haver diferenças nos teores de umidade, cinzas e proteínas do músculo *Longissimus* entre diferentes grupos genéticos (Abrahão et al., 2008; Prado et al., 2008a, b, c; Fernandes et al., 2009a; Zapletal et al., 2009), ou animais que receberam diferentes dietas (Souza et al., 2007; Prado et al., 2008d; Fernandes et al., 2009a, b). Em média, o músculo *Longissimus* de bovinos apresenta 74% de umidade, 1% de cinzas e 22% de proteína. Enquanto, o conteúdo de lipídios totais e o teor de colesterol são os constituintes do músculo que apresentam maiores variações. Diferenças são observadas para estas características em relação ao sexo (Euclides Filho, et al., 2001; Aricetti et al., 2008) e grupos genéticos (Cuvelier et al., 2006; Prado et al., 2008a, b, c; Maggioni et al., 2009). Fêmeas apresentam maior teor de lipídios totais e colesterol em relação a machos (Aricetti et al., 2008). Da mesma forma, raças britânicas apresentam maior deposição de tecido adiposo em comparação às raças continentais (Martin Neto, 2004).

A carne é classificada dentro da categoria de alimentos ricos em gordura. Seu consumo tem sido apontado como causa de doenças cardíacas nos humanos. A carne de

ruminantes apresenta elevado teor de gordura saturada e monoinsaturada e pequenas quantidades de ácidos graxos poli-insaturados (Scollan et al., 2006; Padre et al., 2007; Ducatti et al., 2009) em relação à carne de animais não-ruminantes. Assim, a composição de ácidos graxos da carne bovina contraria as atuais recomendações médicas que visam à redução da ingestão de gordura saturada e ao aumento do consumo de gordura insaturada, particularmente dos ácidos graxos da família ômega 3 (HMSO, 1994; WHO, 2003).

A elevada concentração de gordura saturada na carne dos ruminantes ocorre em função do processo de bio-hidrogenação ruminal dos ácidos graxos insaturados oriundos da alimentação, que são transformados em ácidos graxos saturados no rúmen (French et al., 2000). É durante o processo de bio-hidrogenação ruminal dos ácidos graxos insaturados (linoleico – 18:2 n-6 e linolênico - 18:3 n-3), juntamente com a enzima  $\Delta^9$  dessaturase, que há a formação do ácido linoleico conjugado (18:2 n-6 c9 t11 - ALC) (Fernandes et al., 2009). O ALC é reconhecido pelas propriedades anticarcinogênicas, imunimedição, redução da gordura corporal e prevenção de diabetes (Mulvihill, 2001).

Os ácidos graxos saturados (AGS), sobretudo os ácidos mirístico (14:0) e palmítico (16:0), apresentam potencial para elevar o LDL colesterol sanguíneo nos humanos (Who, 2003; Li et al., 2005) e consequentemente desencadear doenças coronarianas (Wood et al., 2003). Os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) não apresentam efeito sobre o nível de colesterol no sangue. Em contrapartida, os ácidos graxos poli-insaturados proporcionam benefícios à saúde humana (Scollan et al., 2006). Os ácidos ômega 3 apresentam funções anticarcinogênica e evitam a formação de trombos, o que reduz os riscos de problemas cardíacos (Enser, 2001; Hu, 2001). Assim, o conhecimento da composição dos ácidos graxos da gordura intramuscular da carne bovina, e as formas para manipular esta composição tornam-se importantes face aos problemas de saúde, que podem ser originados pelo acúmulo desta substância nos tecidos humanos.

A dieta tem sido o principal mecanismo utilizado na tentativa de manipular a composição dos ácidos graxos da carne. Em ruminantes esta não tem sido uma tarefa simples como para os não-ruminantes. Entretanto, observa-se que resultados positivos têm sido demonstrados por pesquisadores (De La Torre et al., 2006; Kazama et al., 2008; Prado et al., 2008; Maggioni et al., 2009a). Outros trabalhos também demonstram

que o grupo genético pode influenciar a composição dos ácidos graxos (Padre et al., 2007; Prado et al., 2008a, b; Maggioni et al., 2009b).

Neste sentido, foram realizados trabalhos para se verificar o desempenho, a qualidade da carne maturada e a composição química e de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos oriundos de cruzamento industrial alimentados com duas fontes de volumosos e abatidos em diferentes graus de acabamento.

## CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

- Abrahão, J.J., Marques, J.A., Macedo, L.M.A., Prado, J.M., Visentainer, J.V., Prado, I.N. 2008. Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 30:443-449.
- Abrahão, J.J.S., Prado, I.N., Marques, J.A., Perotto, D., Lugão, S.M.B. 2006. Avaliação da substituição do milho pelo resíduo seco da extração da fécula de mandioca sobre o desempenho de novilhas mestiças em confinamento. *R. Bras. Zootec.* 35: 512-518.
- Anualpec. 2008. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, p.504.
- Arboitte, M.Z., Restle, J., Alves Filho, D.C., Pascoal, L.L., Pacheco, P.S., Soccac, D.C. 2004. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos 5/8 Nelore – 3/8 Charolês terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. *R. Bras. Zootec.* 33: 959-968.
- Aricetti, J.A., Rotta, P.P., Prado, R.M., Perotto, D., Moletta, J.L., Matsushita, M., Prado, I.N., 2008. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus* muscle of bulls and steers finished in a pasture system. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 21:1441-1448.
- Behrends, S.M., Miller, R.K., Rouquette JR, F.M., Randel, R.D., Warrington, B.G., Forbes, T.D.A., Welsh, T.H., Lippke, H., Behrends, J.M., Carstens, G.E., Holloway, J.W. 2009. Relationship of temperament, growth, carcass characteristics and tenderness in beef steers. *Meat Sci.* 81:433-438.
- Berg, R.T. e Butterfield, R.M. 1976. *New concepts of cattle growth*. Sydney: Sydney University Press, 240p.
- Bianchini, W., Silveira, A. C., Jorge, A. M., Arrigoni, M. B., Martins, C. L., Rodrigues, E., Hadlich, J. C., Andrighetto, C. 2007. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. *Rev. Bras. Zoot.* 36: 2109-2117.
- BRASIL. 1997. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Divisão de Normas técnicas. (Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal). Brasília.

- BRASIL. 2004. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 9, de 4 de maio de 2004.
- Brondani, I.L., Sampaio, A.A.M., Restle, J., Alves Filho, D.C., Freitas, L.S., Amaral, G.A., Silveira, M.F., Cazimbra, I.M. 2006. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. R. Bras. Zootec. 35: 2034-2042.
- Brondani, I.L., Sampaio, A.A.M., Restle, J., Bernardes, R.A.L.C., Pacheco, P.S., Freitas, A.K., Kuss, F., Peixoto, L.A.O. 2004. Aspectos quantitativos de carcaças de bovinos de diferentes raças, alimentados com diferentes níveis de energia. R. Bras. Zootec. 33: 978-988.
- Costa, E.C., Restle, J., Vaz, F.N., Alves Filho, D.C., Bernardes, R.A.L.C., Kuss, F. 2002. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoce abatidos com diferentes pesos. R. Bras. Zootec. 31:119-128.
- Cruz, G.M., Rodrigues, A.A., Tullio, R.R., Alencar, M.M., Alleoni, G.F., Oliveira, G.P. 2009. Desempenho de bezerros da raça Nelore e cruzados desmamados recebendo concentrado em pastagem adubada de *Cynodon dactylon* cv. *Coastcross*. R. Bras. Zootec. 38: 139-148.
- Cuvelier, C., Clinquart, A., Hocquette, J.F., Cabaraux, J.F., Dufrasne, I., Istasse, L., Hornick, J.L. 2006. Comparison of composition and quality traits of meat from young finishing bulls from Belgian Blue, Limousin, and Aberdeen Angus breeds. Meat Sci. 74:522-531.
- De La Torre, A., Gruffat, D., Durand, D., Micol, D., Peyron, A., Scislowski, V., Bauchart, D. Factors influencing proportion and composition of CLA in beef. 2006. Meat Sci. 73:258-268.
- Demarchi, J.J.A.A., Boin, C., Braun, G. 1995. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagens de alta qualidade. Zootecnia Nova Odessa. 33:111-136.
- Denoyelle, C. e Lebihan, E. 2004. Intramuscular variation in beef tenderness. Meat Sci. 66: 241-247.
- Di Marco, O.N. 1998. Crecimiento de vacunos para carne. 1. ed. Mar del Plata: Balcarce, 246p.
- Ducatti, T., Prado, I.N., Rotta, P.P., Prado, R.M., Perotto, D., Maggioni, D., Visentainer, J.V., 2009. Chemical composition and fatty acid profile in crossbred (*Bos taurus* vs. *Bos indicus*) young bulls finished in feedlot. Asian-Austr. J. Anim. Sci. 22, 433-439
- Enser, M. 2001. The role of fats in human nutrition. In: B. Rossell (Ed.), Oils and fats, Vol. 2. Animals carcass fat (p.77-122). Leatherhead, Surrey. UK: Leatherhead Publishing.
- Euclides Filho, K., Euclides, V.P.B., Figueiredo, G.R., Barbosa, R.A. 2001a. Eficiência Bionutricional de Animais Nelore e seus Mestiços com Simental e Aberdeen Angus, em Duas Dietas. R. Bras. Zootec. 30:77-82.
- Euclides Filho, K.; Feijó, G.L.D., Figueiredo, G.R. 2001b. Efeito de idade à castração e de grupos genéticos sobre o desempenho em confinamento e características de carcaça. R. Bras. Zootec. 30:71-76.

- Euclides Filho, K., Figueiredo, G.R., Euclides, V.P.B., Silva, L.O.C., Cusinato, V.Q. 2002. Eficiência Bionutricional de Animais da Raça Nelore e seus Mestiços com Caracu, Angus e Simental. R. Bras. Zootec. 31:331-334, suplemento.
- Faria, M.H., Arrigoni, M.B., Resende, F.D., Alleoni, G.F., Figueiredo, L.A., Munari, D.P., Jorge, A.M., Razook, A.G. Características físicas e químicas da carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos abatidos em três pontos de acabamento. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 42, 2005. Goiânia. Anais... Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005.
- Ferguson, D.M., e Warner, R.D. 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? Review. Meat Sci. 80: 12-19.
- Fernandes, A.R.M., Sampaio, A.A.M., Henrique, W., et al. 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 grão de girassol. R. Bras. Zootec. 36:855-864.
- Fernandes, A.R.M., Sampaio, A.A.M., Henrique, W., Tullio, R.R., Oliveira, E.A., Silva, T.M. 2009a. 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. R. Bras. Zootec. 38:705-712.
- Fernandes, A.R.M., Sampaio, A.A.M., Henrique, W., Oliveira, E.A., Oliveira, R.V., Leonel, F.R. 2009b. Composição em ácidos graxos e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. R. Bras. Zootec. 38:328-337.
- Ferreira, M.A., Valadares Filho, S.C., Coelho da Silva, J.F. 1999. Consumo, conversão alimentar, ganho de peso e características da carcaça de bovinos F1 Simental x Nelore. R. Bras. Zootec. 28:343-351.
- Freitas, A.K.; Restle, J., Pacheco, P.S., Pádua, J.T., Lage, M.E., Miyagi, E.S., Silva, G.F.R. 2008. Características de carcaças de bovinos Nelore inteiros vs castrados em duas idades, terminados em confinamento. 2008. R. Bras. Zootec. 37: 1055-1062.
- Freitas, A.W.P., Pereira, J.C., Rocha, F.C. 2006. Avaliação da divergência nutricional de genótipos de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). R. Bras. Zootec. 35:229-236.
- French, P., Stanton, C., Lawless, F., O'Riordan, E.G., Monahan, F.J., Caffrey, P.J e Moloney, A.P. 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. J. Anim. Sci. 78, 2849-2855.
- Gesualdi Jr., A. Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C. 2000. Níveis de concentrado na dieta de novilhos F1 Limousin x Nelore: características de carcaça. R. Bras. Zootec. 29: 1467-1473.
- Grandin, T. 2000. Livestock handling and transport. Wallingford: CABI, 2000. p.63-85.
- Gruber, S.L., Tatum, J.D., Scanza, J.A., Chapman, P.L., Smith, G.C., Belk, K.E. 2006. Effects of postmortem aging and USDA quality grade on Warner-Bratzler shear force values of seventeen individual beef muscles. J. Anim. Sci. 84: 3387-3396.
- Heinemann, R.J.B., Pinto, M.F., Romanelli, P.F. 2003. Fatores que influenciam a textura da carne de novilhos Nelore e cruzados Limousin-Nelore. Pesq. Agropec. Bras. 38:963-971.

- HMSO (England). 1994. Department of Health. Nutritional aspects of cardiovascular disease: HMSO, p.37-46 (Report on Health and Social Subjects, 46).
- Hu, F.B. 2001. The balance between n-6 and n-3 fatty acids and the risk of coronary heart disease. *Nutr.* 17, 741-742.
- Ibrahim, R.M., Goll, D.E., Marchello, J.A., Duff, G.C., Thompson, V.F., Mares, S.W., Ahmad, H.A. Effect of two concentrate levels on tenderness, calpain and calpastatin activities, and carcass merit in Waguli and Brahman steers. 2009. *J. Anim. Sci.* 86:1426-1433.
- Igarasi, M.S., Arrigoni, M.B., Hadlich, J.C., Silveira, A.C., Martins, C.L., Oliveira, H.N. 2008. Características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grãos úmidos de milho e sorgo. *R. Bras. Zootec.* 37:520-528.
- Indurain, G., Carr, T.R., Goñi, M.V., Insausti, K., Beriain, M.J. 2009. The relationship of carcass measurements to carcass composition and intramuscular fat in Spanish beef. *Meat Sci.* 82:155-161.
- Jeleníková, J., Pipek, P., Staruch, L. 2008. The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. *Meat Sci.* 80: 870-874.
- Jobim, C.C., Nussio, L.G., Reis, R.A. Schmidt, P. 2007. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *R. Bras. Zootec.* 36: 101-119 (SE).
- Kazama, R., Zeoula, L.M., Prado, I.N., Silva, D.C., Ducatti, T., Matsushita, M. 2008. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. *R. Bras. Zootec.* 37: 350-357.
- Koohmaraie, M. 1994. Muscle proteinases and meat aging. *Meat Sci.* 36: 93-104.
- Lawrie, R. 1981. *Developments in meat science.* London: Elsevier Applied Science. 342p.
- Lepetit, J. 2008. Collagen contribution to meat toughness: Theoretical aspects. *Meat Sci.* 80: 960-967.
- Li, D., Siramornpun, S., Wahlquist, M. L., Mann, N. J., e Sinclair, A. J. 2005. Lean meat and heart health. *Asia Pacific J. Clin. Nutr.* 14:113-119.
- Magalhães, A.L.R., Campos, J.M.S., Valadares Filho, S.C., Torres, R.A., Mendes Neto, J., Assis, A.J. 2004. Cana-de-Açúcar em Substituição à Silagem de Milho em Dietas para Vacas em Lactação: Desempenho e Viabilidade Econômica. *R. Bras. Zootec.* 33:1292-1302.
- Magalhães, A.L.R., Campos, J.M.S., Cabral, L.S., Mello, R., Freitas, J.A., Torres, R.A., Valadares Filho, S.C., Assis, A.J. 2006. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. *R. Bras. Zootec.* 35:591-599.
- Maggioni, D., Marques, J.A., Rotta, P.P., Perotto, D., Ducatti, T., Visentainer, J.V., Prado, I.N. 2009a. Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. *Livestock Sci.* *in press.*
- Maggioni, D., Marques, J.A., Perotto, D., Rotta, P.P., Ducatti, T., Matsushita, M., Silva, R.R., Prado, I.N., 2009b. Bermuda grass hay or sorghum silage with or without

- yeast addition on performance and carcass characteristics of crossbred young bulls finished in feedlot. *Asian-Austr. J. Anim. Sci.* 22:206-215.
- Martin Neto, L. 2004. Fatores genéticos que alteram a qualidade da carne e do leite em ruminantes. p.35-52. In: Prado, I.N. *Concênitos sobre a produção com qualidade de carne e leite*. Eduem 1a. Ed., Maringá, p. 301.
- Menezes, L.F.G. e Restle, J. 2005. Desempenho de Novilhos de Gerações Avançadas do Cruzamento Alternado entre as Raças Charolês e Nelore, Terminados em Confinamento. *R. Bras. Zootec.* 34:1927-1937.
- Menezes, L.F.G., Restle, J., Kuss, F., Brondani, I.L., Alves Filho, D.C., Catellan, J., Osmari, M.P. 2008. Medidas corporais de novilhos das gerações avançadas do cruzamento rotativo entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. *Ciência Rural.* 38:771-777.
- Miller, R.K. 2001. Carne: qualidade e segurança para os consumidores do novo milênio. Avaliação instrumental da qualidade da carne. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, 1., 2001, São Pedro. *Anais...* Campinas: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Carnes/Instituto de Tecnologia de Alimentos. p.470.
- Missio, R.L., Brondani, I.L., Freitas, L.S., Sachet, R.H., Silva, J.H.S, Restle, J. 2009. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. *R. Bras. Zootec.*, 38: 1309-1316.
- Moraes, K.A.K., Valadares Filho, S.C., Moraes, E.H.B.K., Leão, M.I., Valadares, R.F.D., Detmann, E., Nalon, P.M. 2008. Parâmetros nutricionais de novilhas de corte alimentadas com cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e diferentes níveis de concentrado. *R. Bras. Zootec.* 37: 1301-1310.
- Morales, D.C., Chardulo, L.A.L., Silveira, A.C., Oliveira, H.N., Arrigoni, M.B., Martins, C.L., Cervieri, R.C. 2003. Avaliação da qualidade da carne de bovinos de diferentes grupos genéticos. *Acta Scientiarum.* 25:171-175.
- Müller, L. 1987. Normas para avaliação de carcaça e concurso de carcaças de novilhos. 2.ed. Santa Maria: UFSM. 31p.
- Mulvihill, B. 2001. Ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA). *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin*, 26, 295-299.
- Muraro. G.B., Rossi Jr., P., Oliveira, V.C., Granzotto, P.M.C., Schogor, A.L.B. 2009. Efeito da idade de corte sobre a composição bromatológica e as características da silagem de cana-de-açúcar plantada em dois espaçamentos e três idades de corte. *R. Bras. Zootec.* 38: 1525-1531.
- Neath, K.E., Del Barrio, A.N., Lapitan, R.M., Herrera, J.R.V., Cruz, L.C., Fujihara, T., Muroya, S., Chikuni, K., Hirabayashi, M., Kanai, Y. 2007. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meat and beef during postmortem aging. *Meat Sci.* 75:499-505.
- Neumann, M., Restle, J., Alves Filho, D.C., Brodani, I.L., Pellegrini, L.G., Freitas, A.K. 2002. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). *R. Bras. Zootec.* 31:293-301.
- Neumann, M., Restle, J., Brondani, I.L. 2004. Avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) ou milho (*Zea mays*, L.) na produção do novilho superprecoce. *R. Bras. de Milho e Sorgo.* 3:438-452.

- Otto, G., Roehe, R., Looft, H., Thoelking, L., Henning, M., Plastow, G.S., Kalm, E. 2006. Drip loss of case-ready meat and of premium cuts and their associations with earlier measured sample drip loss, meat quality and carcass traits in pigs. *Meat Sci.* 72:680–687.
- Pacheco, P.S., Restle, J., Vaz, F.N., Kellermann, A.F., Padua, J.T., Neumann, M., Arboitte, M.Z. 2006. Avaliação econômica em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. *R. Bras. Zootec.* 35: 309-320.
- Padre, R.G., Aricetti, J.A., Gomes, S.T.M., Goes, R.H.T.B., Moreira, F.B., Prado, I.N., Visentainer, J.V., Souza, N.E., Matsushita, M. 2007. Analysis of fatty acids in *Longissimus* muscle of steers of different genetic breeds finished in pasture systems. *Livest. Sci.* 110, 57-63.
- Pereira, O.G. e Ribeiro, K.G. 2001. Suplementação de bovinos com forragens conservadas. In: Simpósio de Produção de Gado de Corte, 2., 2001, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. p.261-289.
- Perkins, T.L., Green, R.D., Hamlin, K.E. 1992. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 70:1002-1010.
- Perotto, D., Abrahão, J.J.S., Moletta, J.L., 2000. Características Quantitativas de Carcaça de Bovinos Zebu e de Cruzamentos *Bos taurus* x Zebu. *R. Bras. Zootec.* 29:2019-2029, Suplemento 1.
- Perotto, D., Cubas, A.C., Abrahão, J.J., Mella, S.C., 2001. Ganho de peso da desmama aos 12 meses de bovinos Nelore e cruzas com Nelore. *R. Bras. Zootec.* 30:730-735.
- Picard, B., Jurie, C., Duris, M.P., Renand, G. 2006. Consequences of selection for higher growth rate on muscle fibre development in cattle. *Livestock Sci.* 102:107-120.
- Pösö, A.R., Puolanne, E. 2005. Carbohydrate metabolism in meat animals. *Meat Sci.* 70:423–434.
- Prado, I.N., Aricetti, J.A., Rotta, P.P., Prado, R.M., Perotto, D., Visentainer, J.V., Matsushita, M., 2008a. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of bulls (*Bos taurus indicus* vs. *Bos taurus taurus*) finished in pasture systems. *Asian-Austr. J. Anim. Sci.* 21, 1449-1457.
- Prado, I. N., Rotta, P. P., Prado, R. M., Visentainer, J. V., Moletta, J. L., Perotto, D., 2008b. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Purunã and ½ Puruna vs. ½ Canchin bulls. *Asian-Austr. J. Anim. Sci.* 21: 1296-1302.
- Prado, I.N., Prado, R.M., Rotta, P.P., Visentainer, J.V., Moletta, J.L., Perotto, D., 2008c. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of crossbred bulls (*Bos taurus indicus* vs *Bos taurus taurus*) finished in feedlot. *J. Anim. Feed Sci.* 17, 295-306.
- Prado, I.N., Ito, R.H., Prado, J.M., Prado, I M., Rotta, P.P., Matsushita, M., Visentainer, J.V., Silva, R.R., 2008d. The influence of dietary soyabean and linseed on the chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of feedlot-finished bulls. *J. Anim. Feed Sci.* 17, 307-317.
- Restle, J., Alves Filh, D.C., Faturi, C., Rosa, J.R.P., Pascoal, L.L., Bernardes, R.A.C., Kuss, F. 2000. Desempenho da fase de crescimento de machos bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. *R. Bras. Zootec.* 29:1036-1043.

- Restle, J. e Vaz, F.N. 2003. Eficiência e qualidade na produção de carne bovina. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40, 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003, 34p.
- Restle, J. Vaz, F.N., Bernardes, R.A.L.C. et al. 2003. Características de carcaça e da carne de vacas de descarte de diferentes genótipos Charolês x Nelore, terminadas em confinamento. *Ciência Rural*, 33:345-350.
- Ribeiro, E.L.A., Hernandez, J.A., Zanella, E.L., Shimokomaki, M., Prudêncio-Ferreira, S.H., Youssef, E., Ribeiro, H.J.S.S., Bogden, R., Reeves, J.J. 2004. Growth and carcass characteristics of pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact *Bos indicus* bulls. *Meat Sci.* 68:285-290.
- Ribeiro, E.L.A., Hernandez, J.A., Zanella, E.L., Mizubuti, I.Y., Silva, L.D.F., Reeves, J.J. 2008. Desempenho e características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos. *R. Bras. Zootec.* 37: 1669-1673.
- Rotta, P.P., Prado, I.N., Prado, R.M., Moletta, J.L., Silva, R.R., Perotto, D., 2009a. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Nellore, Caracu and Holstein-friesian bulls finished in a feedlot. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 22, 598-604
- Rotta, P.P., Prado, R.M., Prado, I.N., Valero, M.V., Visentainer, J.V., Silva, R.R., 2009b. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* *in press*.
- Santos, E.D.G., Paulino, M.F., Lana, R.P., Valadares Filho, S.C., Queiroz, D.S. 2002. Influência da suplementação com Concentrados nas características de carcaça de bovinos F<sub>1</sub> Limousin - Nelore, não-castrados, durante a seca, em pastagens de *Brachiaria decumbens*. *R. Bras. Zootec.* 31:1823-1832.
- Scollan, N., Hocquette, J.F., Nuernberg, K., Dannernberger, D., Richardson, I., Moloney, A. 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. *Meat Sci.* 74, 17-33.
- Shackelford, S.D., Koohmaraie, M., Cundiff, L.V. 1994. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine postrigor calpastatin activity, intramuscular fat content, Warner-Bratzler shear force, retail product yield, and growth rate. *J. Anim. Sci.* 72:857-863.
- Silva Sobrinho, A. G., Purchas, R. W., Kadim, I. T., Yamamoto, S. M. 2005. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. *R. Bras. Zootec.* 34: 1070-1078.
- Silva, L.C.R. e Restle, J. 1993. Avaliação do milho (*Zea mays* L.) e do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para produção de silagem. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 30., 1993, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.467.
- Silva, S.L., Leme, P.R., Putrino, S.M., Martello, L.S., Lima, C.G., Lanna, D.P.D. 2003. Estimativa do peso e do rendimento de carcaça de tourinhos Brangus e Nelore, por medidas de ultra-sonografia. *R. Bras. Zootec.* 32:1227-1235.

- Souza, N.E., Silva, R.R., Prado, I.M., Wada, F.Y., Prado, I.N. 2007. Grãos de linhaça e canola sobre a composição do músculo *Longissimus* de novilhas confinadas. Arch. Zootec. 56:863-874.
- Valadares Filho, S.C., Marcondes, N.I., Chizzotti, M.L., Benedeti, P.D.B., Silva, L.F.C. 2008. Otimização de dietas à base de cana-de-açúcar. In: Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte, 2, 2008, Viçosa. Anais... Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. p.121-182.
- Vaz, F.N. 1999. Cruzamento alternado das raças Charolês e Nelore: características de carcaça e da carne de novilhos abatidos aos dois anos. 1999. 58f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria.
- Vaz, F.N. e Restle, J. 2002. Aspectos qualitativos da carcaça e da carne de machos Braford superprecoce, desmamados aos 72 ou 210 dias de idade. R. Bras. Zootec. 31:2078-2087.
- Webb, E.C., 2006. Manipulating beef quality through feeding. South Afric. J. Food Sci. Nutr. 7, 1-24.
- WHO - World Health Organisation. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO expert consultation. WHO technical report series 916, Geneva.
- Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R. e Enser, M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. Meat Sci. 66, 21-32.
- Wulf, D.M., Tatum, J.D., Green, R.D. 1996. Genetic influences on beef longissimus palatability in Charolais and Limousin sired steers and heifers. J. Anim. Sci. 74:2394-2405.
- Zago, C.P. 1991. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: Simpósio sobre Nutrição de Bovinos, 4., 1991, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1991. p.169-217.
- Zapletal, D., Chládek, G. e Šubrt, J. 2009. Breed variation in the chemical and fatty acid compositions of the Longissimus dorsi muscle in Czech Fleckvieh and Montbeliarde cattle. Livestock Sci. 123, 28-33.

## **OBJETIVOS GERAIS**

Avaliar o desempenho, as características de carcaça, a qualidade da carne maturada (pH, força de cisalhamento, capacidade de retenção de água, cor, tipo e frequência de fibras musculares), a composição química e de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos de três grupos genéticos (Zebu, Limousin vs Zebu e Red Angus vs Zebu), alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e abatidos com dois graus de acabamento (3,4 ou 4,8 mm de gordura da cobertura).

# **I - Desempenho e características da carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados em dois graus de acabamento**

## **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho e as características físicas da carcaça de bovinos inteiros de três grupos genéticos: ZEB (Zebu - Nelore); LIZ (Limousin vs Zebu) e ANZ (Red Angus vs Zebu). Foram utilizados 36 bovinos com idade de 21 meses e peso médio inicial de  $330 \pm 44$  kg terminados em confinamento com duas dietas: silagem de sorgo + 1,0% do peso vivo de concentrado ou cana-de-açúcar + 1,2% do peso vivo de concentrado. Os bovinos foram abatidos com dois graus de acabamento de carcaça (3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura). Os animais dos grupos LIZ e ANZ apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) peso vivo final e ganho médio diário em relação aos animais do grupo ZEB. Não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os grupos genéticos LIZ e ANZ. Não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) para as ingestões de matéria seca, de matéria seca em relação ao peso vivo, de fibra em detergente neutro (FDN), de FDN em relação ao peso vivo, peso de carcaça quente e rendimento de carcaça quente entre os grupos genéticos. Animais do grupo genético LIZ apresentaram menor ( $P < 0,05$ ) deposição de gordura de cobertura e maior ( $P < 0,05$ ) deposição de músculo em relação aos grupos genéticos ZEB e ANZ. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre grupos genéticos sobre a conformação, percentagem de osso da carcaça, da cor, da marmorização e da porção comestível do músculo *Longissimus*. Bovinos alimentados com silagem de sorgo apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) peso vivo final, ganho médio diário, ingestão de FDN, ingestão de FDN em relação ao peso vivo e peso de carcaça quente em relação aos alimentados com cana-de-açúcar. Enquanto, os

animais alimentados com cana-de-açúcar apresentaram maior ( $P<0,05$ ) ingestão de matéria seca em relação ao peso vivo e pior conversão alimentar da matéria seca. Todavia, não houve diferença ( $P>0,05$ ) para o rendimento de carcaça quente entre as duas dietas. Ainda, o tipo de volumoso (silagem de sorgo ou cana-de-açúcar) não alterou ( $P>0,05$ ) as características de carcaça e composição da carne. O peso vivo final, peso e rendimento de carcaça quente foram semelhantes ( $P>0,05$ ) para os dois graus de acabamento (3,4 e 4,8 mm). Todavia, o ganho médio diário foi maior ( $P<0,05$ ) nos animais abatidos com 3,4 mm de gordura de cobertura. O maior grau de acabamento (4,8 mm) determinou melhor ( $P<0,05$ ) conformação da carcaça, maior espessura de gordura de cobertura, menor percentagem de osso e maior porção comestível.

**Palavras-chave:** gordura, ingestão, músculo *Longissimus*, zebu

**I - Performance and carcass characteristics of crossbred bulls fed with sorghum silage or sugar cane and slaughtered at two levels of fat thickness**

**ABSTRACT**

This study was carried out to evaluate the performance and physical characteristics of the carcass of bulls from three genetic groups: ZEB (Zebu - Nelore), LIZ (Limousin vs. Zebu) and ANZ (Red Angus vs. Zebu). Thirty-six bulls aging 21 months and weighing  $330 \pm 44.0$  kg were feedlot and fed with one of two diets: sorghum silage + 1.0% live weight of concentrate or sugar cane + 1.2% live weight of concentrate. The bulls were slaughtered at one of two fat thickness levels (3.40 or 4.80 mm). The bulls of the LIZ and ANZ genetic groups showed higher ( $P=0.05$ ) final live weights and average daily weight gains compared to the ZEB genetic group. No significant differences ( $P>0.05$ ) were observed between the LIZ and ANZ genetic groups. There were no differences ( $P>0.05$ ) in dry matter intake, dry matter intake in relation to body weight, neutral detergent fiber (NDF), the effects of NDF on the live weights, hot carcass weights or hot carcass yield among the genetic groups. Bulls of the LIZ genetic group had a lower ( $P=0.04$ ) deposition of cover fat and higher ( $P=0.04$ ) muscle deposition in relation to the genetic groups ZEB and ANZ. There were no differences ( $P>0.05$ ) among genetic groups on conformation, percentage of carcass bone, color, marbling and edible portion of the *Longissimus* muscle. The animals fed with sorghum silage had a higher ( $P=0.03$ ) final weight, average daily weight gain, NDF intake, NDF intake as a percentage of body weight and hot carcass weight than those fed with sugar cane, while the animals fed sugar cane had a higher ( $P<0.01$ ) dry matter intake as a percentage of body weight and worse food conversion of dry matter. However, there was no difference ( $P>0.05$ ) in hot carcass yield between the two diets. In addition, the type of forage (silage sorghum

or sugar cane) did not change ( $P>0.05$ ) the carcass characteristics or the composition of the meat. The final body weights and hot carcass weight and yield were similar ( $P>0.05$ ) for the two levels of fat thickness (3.40 and 4.80 mm). However, the average daily weight gain was higher ( $P=0.05$ ) in bulls with 3.40 mm of fat thickness. The higher cover thickness (4.80 mm) improved ( $P<0.01$ ) the conformation of the carcass, i.e., with greater fat thickness, there was also a lower percentage of bone and a larger edible portion.

**Key words:** Fat, intake, *Longissimus* muscle, Zebu

## INTRODUÇÃO

O Brasil produz aproximadamente 8,3 milhões de toneladas de carne bovina e exporta 2,3 milhões de toneladas (Anualpec, 2008); sendo, portanto, o maior exportador de carne bovina do mundo. No entanto, a carne bovina brasileira ainda apresenta algumas restrições em razão das exigências dos consumidores, entre eles o conteúdo em gordura, a maciez da carne e a falta de padronização.

A carne bovina brasileira ainda não satisfaz as exigências dos mercados consumidores modernos, uma vez que a mesma é produzida, na sua maior parte, com animais zebuínos. De modo geral, estes animais são criados a pasto e abatidos tardiamente quando comparados com os animais de origem europeia. A correlação positiva existente entre a idade ao abate e o número de ligações cruzadas do colágeno nos músculos, justifica a menor maciez observada na carne dos zebuínos (Lepetit, 2008). A menor espessura de gordura de cobertura e de marmoreio, responsáveis pelo encurtamento dos sarcômeros durante o rápido processo de resfriamento (Vaz e Restle, 2000) e a maior atividade de calpastatina, que inibe a ação das calpaínas (Koohmaraie, 1994), também podem ser consideradas responsáveis pelo endurecimento da carne de animais zebuínos.

Todavia, a qualidade da carne pode ser melhorada com uso de práticas de manejo, como o cruzamento orientado entre *Bos taurus indicus* vs *Bos taurus taurus* (Perotto et al., 2000; Arboitte et al., 2004; Prado et al., 2008b; Ducatti et al., 2009), terminação de animais em sistema de confinamento (Prado et al., 2008a) e abate de animais com maior espessura de gordura de cobertura (Indurain et al., 2009). O cruzamento entre animais Zebus e europeus proporciona maior ganho em peso (Perotto et al., 2001; Prado et al., 2008b, d; Maggioni et al., 2009b), melhor eficiência alimentar (Euclides Filho et al.,

2001; Euclides Filho et al., 2002), menor idade de abate (Menezes e Restle, 2005; Menezes et al., 2008) e carne mais macia. Desta forma, depois da década de 90, vários trabalhos foram conduzidos no Brasil, com uso de cruzamentos orientados, com objetivo de melhorar o desempenho animal e, sobretudo, a qualidade da carne (Perotto et al., 2000; Prado et al., 2008a; c; Prado et al., 2009; Rotta et al., 2009a; b).

Por outro lado, a idade ao abate influencia na eficiência alimentar e na qualidade da carne de bovinos (Igarasi et al., 2008). Animais abatidos mais jovens são mais eficientes na transformação de alimentos em músculo e apresentam carne de melhor qualidade (Abrahão et al., 2006). Além do cruzamento orientado, o sistema de alimentação tem influência direta sobre a eficiência do sistema de acabamento e qualidade da carne (Euclides Filho et al., 2001; Webb, 2006; Prado et al., 2008a; Maggioni et al., 2009a; Rotta et al., 2009b).

A terminação de bovinos em confinamento reduz a idade de abate e conseqüentemente melhora a qualidade da carne. Na terminação de bovinos em confinamento, a silagem de milho e silagem de sorgo são os volumosos mais usados. Estes alimentos apresentam preço mais elevado que outros alimentos como, por exemplo, a utilização de cana-de-açúcar. O sorgo é uma das culturas que se destaca na produção de silagens, pois apresenta alta produtividade por área (Neumann et al., 2002), maior tolerância ao déficit hídrico e ao calor quando comparado ao milho, além de haver a possibilidade do cultivo de sua rebrota.

A cana-de-açúcar apresenta elevada produtividade e boa qualidade na época seca do ano (Magalhães et al., 2006) e se torna um alimento estratégico e de baixo custo para a alimentação de bovinos em confinamento (Prado et al., 1995). Mas, como a sua qualidade é inferior à silagem de sorgo, há necessidade de ajustar a dieta com concentrado para que se obtenha desempenho similar.

Por outro lado, além do manejo nutricional e cruzamento industrial, o grau de acabamento dos animais é outra variável importante sobre as características de carcaça e qualidade da carne. A qualidade da carne é influenciada pelo plano nutricional, maturidade, raça e sexo do animal (Aricetti et al., 2008; Prado et al., 2008a; Ducatti et al., 2009; Maggioni et al., 2009a; Rotta et al., 2009a; b). A gordura é o tecido mais variável na carcaça e possui relação com a qualidade da carne e influencia no resfriamento, cor, maciez e suculência da mesma (Prado et al., 2008a; c; d).

Este trabalho foi realizado para avaliar o desempenho de bovinos Zebus e mestiços (Limousin *vs* Zebu e Red Angus *vs* Zebu) alimentados com dietas à base de silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e abatidos com dois diferentes graus de espessura de gordura de cobertura (3,4 ou 4,8 mm).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local, animais e manejo

O experimento foi desenvolvido no Setor de Bovinocultura de Corte do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) na Estação Experimental de Paranavaí, localizada na região Noroeste do Paraná, Sul do Brasil e foi aprovado pelo Comitê de Produção Animal da Universidade Estadual de Maringá (CIOMS/OMS, 1985) e seguiu os princípios da bioética de pesquisa com animais. As análises bromatológicas dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Iapar (Ibiporã – PR).

Foram utilizados 36 tourinhos pertencentes aos seguintes grupos genéticos: ZEB – n = dez animais Zebus (Nelore), LIZ – n = 12 animais Limousin *vs* Zebu e ANZ – n = 14 animais Red Angus *vs* Zebu. No início do confinamento, os animais apresentavam peso médio de  $330 \pm 44$  kg e idade média de 21 meses.

Os animais foram criados em pastagens de *Panicum maximum* desde o nascimento. No início do experimento, os animais foram vacinados contra clostridioses, banhados contra ectoparasitos, vermifugados e pesados. Os animais foram alojados em baias individuais com 28 m<sup>2</sup> em piso de concreto, comedouro em alvenaria coberto, com 60 cm de profundidade e 03 m de comprimento e bebedouro.

Os animais foram submetidos a um período de adaptação às instalações e à alimentação de 15 dias, que se iniciou com o fornecimento de silagem de sorgo e/ou cana-de-açúcar *ad libitum*. Após um período de cinco dias, os animais passaram a receber 1 kg de concentrado à base de milho e farelo de soja diariamente.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia (08 h e 15 h) com duas dietas: Dieta 1 - silagem de sorgo + 1,0% do PV de concentrado e Dieta 2 - cana-de-açúcar picada + 1,2% do PV de concentrado. O volumoso foi fornecido à vontade, e a percentagem de concentrado calculada com base no peso vivo (PV) em matéria seca, e foi reajustada a cada 28 dias após as pesagens dos animais. O consumo de alimento foi determinado diariamente, pesando-se, nas manhãs seguintes, as sobras do dia anterior.

O concentrado utilizado foi à base de farelo de soja, milho, ureia, calcário e sal mineral. As dietas fornecidas apresentaram a razão volumoso:concentrado de 45:55. Nos alimentos fornecidos foram determinados os teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Os nutrientes digestíveis totais foram calculados de acordo com Sniffen et al. (1992). As composições percentual e química das dietas experimentais estão apresentadas na Tabela 1.

A silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*) foi confeccionada com a variedade de sorgo silageiro *Volumax* (Agroceres). A variedade de cana-de-açúcar (*Saccharum*

*officinarum*) utilizada foi a RB 72-454. A cana-de-açúcar foi colhida e picada diariamente (2 cm de tamanho de partícula).

Após a pesagem inicial foram realizadas pesagens periódicas a cada 28 dias, obedecendo a um jejum de sólidos de 12 h. As pesagens foram realizadas pela manhã, antes da primeira alimentação. Nos dias em que aconteciam as pesagens também se realizou o acompanhamento da evolução da camada de gordura subcutânea na área correspondente ao músculo *Longissimus* entre a 12ª e 13ª costelas, segundo Herring et al. (1994). Para isso se utilizou um aparelho de ultrassonografia (ALOKA 500 munido de Transdutor UST-5049-3,5).

### **Características de Carcaça**

Ao final do confinamento, os animais foram abatidos em um frigorífico comercial distante 20 km do Iapar, após repouso e jejum de 14 h. Os animais foram abatidos com acabamento previsto de 3,0 e 5,0 mm de espessura de gordura de cobertura (EGC). Todavia, após o abate a EGC determinada com uso de paquímetro foi de 3,4 e 4,8 mm. Os animais com menor grau de acabamento foram abatidos após 115 dias de confinamento. Os animais com maior grau de acabamento foram abatidos após 147 dias de confinamento.

O abate foi realizado segundo as normas de abate por meio de concussão cerebral, seguida de secção da jugular. A carcaça foi serrada medialmente pelo esterno e coluna vertebral, originando duas metades semelhantes, que foram pesadas, determinando-se o peso de carcaça quente. O rendimento de carcaça quente foi obtido entre a razão do peso de carcaça quente obtido logo após o abate e peso vivo do animal em jejum antes do envio ao frigorífico, multiplicado por 100.

As meias-carcaças direitas foram identificadas e levadas para câmara fria mantida a 2°C durante 24 h. Após este período, as carcaças foram retiradas para as avaliações físicas. Após estas análises fez-se um corte entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas para expor a seção transversal do músculo *Longissimus*. A partir desse corte, realizou-se a mensuração da área do músculo *Longissimus* (ALD), marmoreio, espessura de gordura cobertura (EGC) e cor. Retirou-se uma amostra entre a 10<sup>a</sup>. e 12<sup>a</sup>. costelas para determinação dos componentes muscular, adiposo e ósseo da carcaça de acordo com a metodologia adaptada por Müller (1987) de Hankins e Howe (1946).

A conformação (COF) da carcaça foi avaliada por meio de uma avaliação subjetiva, em que se considerou o desenvolvimento muscular (excluindo do julgamento a gordura de cobertura). Esta avaliação foi realizada segundo a escala de pontos sugerida por Müller (1987), que varia de um ponto (conformação inferior) até 18 pontos (conformação superior). As carcaças foram classificadas como superior, muito boa, boa, regular, má e inferior e ainda dentro de cada uma destas classificações foram julgadas como mais, média e menos.

A espessura de gordura de cobertura (EGC) foi determinada pela média de três medidas em pontos equidistantes realizadas com o uso de paquímetro de precisão, na região do corte entre 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, no músculo *Longissimus*.

Para a avaliação da área do músculo *Longissimus* (ALD), utilizou-se a mesma peça anteriormente citada. Com o auxílio de uma grade plástica quadriculada sob a superfície do músculo foram tomadas as medidas da área.

A coloração (COR) foi mensurada subjetivamente de acordo com uma escala de pontuação (Müller, 1987) 30 min após o corte da seção transversal do músculo *Longissimus* entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas. A pontuação da coloração dentro da escala foi

classificada da seguinte forma: 1 – escura, 2 – vermelha escura, 3 – vermelha levemente escura, 4 – vermelha e 5 – vermelha viva.

O marmoreio (MAR) foi mensurado de forma subjetiva sobre o grau de gordura intramuscular presente no músculo *Longissimus* entre a 12<sup>a</sup>. e a 13<sup>a</sup>. costelas. Para esta avaliação utilizou-se uma escala de pontos que apresenta valores entre um a 18 pontos, descrita por Müller (1987). Nesta escala os maiores valores relatam a abundância de gordura de marmoreio; enquanto que os valores inferiores relatam escassez de gordura. De acordo com esta escala, o marmoreio pode ser classificado como: 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. Dentro de cada uma destas classificações foram julgados como mais, médio e menos.

As composições das carcaças foram avaliadas pela aferição das percentagens de músculo (PEM), gordura (PEG) e osso (PEO) na carcaça. Para isto, utilizou-se a secção do músculo *Longissimus*, correspondente a 10<sup>a</sup>, 11<sup>a</sup> e 12<sup>a</sup> costelas, cujo corte foi obtido, segundo o método de Hankins e Howe (1946). Realizou-se a separação física de músculo, gordura e osso, com posterior pesagem individual de cada componente. Os respectivos valores obtidos foram colocados nas equações de regressão obtidas por Müller et al. (1987) com a finalidade de transformar estes dados correspondentes aos percentuais de músculo, gordura e osso da 9<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> costelas. Em seguida, os valores obtidos foram colocados nas equações de regressão, segundo o método de Hankins e Howe (1946), obtendo-se, assim, os percentuais de músculo, gordura e osso.

Com base nos valores das PEM, PEG e PEO pode-se calcular a porção comestível da carcaça (PCO = músculo + gordura). Para encontrar o valor da porção comestível da carcaça, primeiro foram somados os valores da PEM e PEG e o resultado desta soma foi dividido pela PEO.

### **Análises estatísticas**

Os 36 animais foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com três grupos genéticos (ZEB, LIZ e ANZ), duas dietas (silagem de sorgo + 1,0% de concentrado e cana-de-açúcar picada + 1,2% de concentrado) e dois graus de acabamento de carcaça (3,40 mm e 4,80 mm de gordura de cobertura). Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey utilizando-se o programa SAS (2000), de acordo com o modelo a seguir:

$$Y_{ijkl} = \mu + D_i + G_j + A_k + (DGA)_{ijk} + e_{ijkl}.$$

Em que:  $Y_{ijkl}$  = observação do animal l submetido ao tratamento i, j e k;  $\mu$  = constante geral;  $D_i$  = efeito da dieta i e  $i = 1, 2$ ;  $G_j$  = efeito do grupo genético j e  $j = 1, 2, 3$ ;  $A_k$  = efeito do grau de acabamento de carcaça k e  $k = 1, 2$ ;  $DGA_{ijk}$  = interação dieta de ordem i x grupo genético de ordem j x grau de acabamento de ordem k;  $e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação  $Y_{ijk}$ .

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Não foi observado efeito ( $P > 0,05$ ) da interação entre grupos genéticos, dietas e graus de acabamento para todas as características. Desta forma, os dados foram apresentados e discutidos tendo estas variáveis como efeitos principais.

### **Grupos Genéticos (Zebu, Limousin vs. Zebu e Red Angus vs. Zebu)**

No início do experimento, os animais apresentavam peso vivo semelhante ( $P > 0,05$ ). Isto ocorreu em função da seleção prévia dos animais para que não houvesse variação no peso inicial (Tabela 2).

Os animais do cruzamento entre Red Angus *vs* Zebu (ANZ) apresentaram maior ( $P<0,05$ ) peso vivo final (546,50 kg) em relação aos animais Zebus (ZEB – 488,40 kg) (Tabela 2). Por outro lado, foi semelhante o peso vivo final dos animais do grupo genético Limousin *vs* Zebu (LIZ – 520,76 kg) e ANZ ( $P<0,05$ ). Da mesma forma, o peso final dos animais do grupo genético ZEB e LIZ ( $P<0,05$ ).

Os maiores pesos finais dos grupos genéticos ANZ e LIZ podem ser atribuídos aos efeitos genéticos da heterose destes animais. De modo geral, cruzamento entre animais de raças europeias e zebuínas produz descendentes com maior peso de abate, quando estes são terminados com dieta com elevada densidade energética (Abrahão et al., 2005; Aricetti et al., 2008; Rotta et al., 2009a; b). O menor peso final dos animais Zebus ocorre em função do menor potencial de ganho em peso dos animais de raças zebuínas (Prado et al., 1995).

O ganho médio diário (GMD) dos animais dos grupos genéticos LIZ (1,53 kg) e ANZ (1,56 kg) foi semelhante ( $P>0,05$ ), mas superior ( $P<0,05$ ) ao grupo genético ZEB (1,27 kg). O cruzamento entre animais Red Angus e Zebu resultou em incremento de 18,5% para o GMD. A introdução de genes Limousin no cruzamento com Zebu resultou em incremento de 16,9% para o GMD em comparação com os animais Zebu. Estes resultados demonstram o efeito das diferenças genéticas aditivas entre os dois grupos genéticos (europeu e Zebu), quando cruzadas entre si para as características de ganho de peso. O menor GMD de raças zebuínas pode ser atribuído ao seu menor potencial genético para ganho em peso.

As ingestões de matéria seca (IMS), IMS em relação ao peso vivo (IMS/PV), fibra em detergente neutro (IFDN) e IFDN em relação ao peso vivo (IFDN/PV) não tiveram influência ( $P>0,05$ ) dos grupos genéticos (Tabela 2). Os valores médios observados para IMS, IMS/PV, IFDN, IFDN/PV foram 11,07 kg; 2,59%; 4,30 kg e 1,00%,

respectivamente. O consumo alimentar é um componente importante na nutrição animal, pois determina o nível de nutrientes ingerido e está relacionado diretamente ao ganho de peso dos animais (Menezes e Restle, 2005).

A maior IMS por animais taurinos e seus mestiços com Zebu observada por outros autores (Euclides Filho et al., 2002; Menezes e Restle, 2005) é reflexo da intensa seleção para ganho de peso desenvolvida nestes animais, visto que incrementos de ganho de peso implicam em maior consumo de alimentos (Reslte et al., 2000a). Diferenças no consumo entre grupos genéticos estão relacionadas a diferenças no seu grau de maturidade, principalmente pelo aumento da competição do espaço abdominal, ocasionado pela elevação do grau de gordura corporal (NRC,1996). Os animais deste experimento eram jovens, e havia pouca diferença no grau de maturidade entre os mesmos, o que pode ter diminuído este efeito.

A eficiência de transformação dos nutrientes em ganho de peso foi avaliada pela conversão alimentar de matéria seca (CAMS, kg de MS/ kg de ganho), e foi semelhante ( $P>0,05$ ) entre os grupos genéticos (8,35). A ausência de diferença para esta característica entre os grupos genéticos pode ser em função do pequeno acréscimo observado na IMS pelos animais dos grupos LIZ e ANZ aliado ao maior GMD destes animais.

O peso de carcaça quente foi semelhante ( $P>0,05$ ) para os três grupos genéticos (Tabela 2). O peso médio observado para os três grupos genéticos foi de 281,95 kg. O peso de carcaça está acima do mínimo exigido para boa comercialização dos bovinos no Brasil (225,0 kg). Animais cruzados (*Bos taurus taurus* vs *Bos taurus indicus*) apresentam elevados peso de carcaça (Aricetti et al., 2008; Prado et al., 2008d).

Não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) para o rendimento de carcaça quente entre os três grupos genéticos (Tabela 2). O rendimento de carcaça quente foi em média de

54,5%. Assim, o grupo genético tem pouca influência no rendimento de carcaça como observado em outros trabalhos (Prado et al., 2008a; b; c; Maggioni et al., 2009b).

A conformação da carcaça não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pelo grupo genético (Tabela 3). A conformação média foi de 12,89 pontos. De modo geral, animais oriundos de cruzamentos industriais e terminados em idade, sexo e alimentação semelhante não apresentam alteração na conformação da carcaça (Prado et al., 2008d; Rotta et al., 2009b). As carcaças apresentaram adequada expressão muscular, sendo classificadas como “boa mais” (12 pontos) e “muito boa menos” (13 pontos) na escala de Müller (1987).

A espessura de gordura de cobertura (EGC) foi menor ( $P<0,05$ ) para os animais do grupo genético LIZ (3,28 mm) em comparação aos animais dos grupos genéticos ZEB (4,75 mm) e ANZ (4,21 mm), respectivamente (Tabela 3). Animais de raças zebuínas e europeias britânicas, ou seus cruzamentos, apresentam maior deposição de gordura de cobertura em relação às raças europeias continentais, ou as raças destinadas à produção de leite (Prado et al., 2008a; b). Assim, animais oriundos do cruzamento entre Limousin e Zebu necessitam de maior idade e peso de abate para alcançar grau de acabamento adequado e exigido pelos frigoríficos (mínimo de 3,0 mm e máximo de 6,0 mm de gordura de cobertura). As EGC obtidas nos animais ZEB e ANZ permitem inferir que estes animais podem ser abatidos com menor peso na busca da premissa atual da bovinocultura de corte, que é a precocidade, visto que apresentaram EGC acima do mínimo exigido pelos frigoríficos. Observou-se que os animais ZEB, que apresentaram maior EGC, consumiram 10,2% mais matéria seca que os LIZ por kg de ganho de peso, o que pode resultar em maior custo por kg de carne produzida.

Animais do grupo genético LIZ apresentaram maior ( $P<0,05$ ) área de *Longissimus* (75,16 cm<sup>2</sup> e 26,50 cm<sup>2</sup>/100 kg de peso de carcaça) em relação aos animais dos grupos

genéticos ZEB (65,60 cm<sup>2</sup> e 24,16 cm<sup>2</sup>/100 kg de carcaça) e ANZ (65,19 cm<sup>2</sup> e 22,55 cm<sup>2</sup> /100 kg de carcaça). Não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) entre os grupos genéticos ZEB e ANZ (Tabela 3). A maior ALD do grupo LIZ pode ser atribuída ao maior PVF alcançado por este grupo genético, uma vez que existe uma correlação positiva entre estas duas características (Costa et al., 2002; Kuss et al., 2008). Prado et al. (2004) realizaram a avaliação da ALD e também constataram que animais Limousin vs Zebu apresentaram a maior ALD em comparação aos animais dos grupos genéticos ½ Canchin vs ½ Nelore, Brangus e Nelore. A menor habilidade dos animais ZEB para expressar musculabilidade na carcaça em relação aos mestiços também foi verificada por Moreira et al. (2003).

A cor da carne não apresentou diferença ( $P>0,05$ ) entre os três grupos genéticos (Tabela 3). O valor médio atribuído foi de 3,59 pontos, que corresponde à coloração vermelha levemente escura na escala de Müller (1987) e indica que a carne produzida apresentou aspecto pouco atraente aos consumidores. Diversos trabalhos relatam não haver efeito do grupo genético sobre esta característica (Prado et al., 2008a, b, c, d; Ribeiro et al., 2008).

O marmoreio da carne que representa a gordura intramuscular foi semelhante entre os grupos genéticos ( $P>0,05$ ), com média de 4,43 pontos, correspondendo leve marmoreio (Tabela 3). As carcaças apresentaram baixa marmorização. Isto pode estar relacionado à idade de abate dos animais (abaixo de 26 meses) e pelos animais estarem inteiros (Ribeiro et al., 2004). Maior grau de marmoreio é observado quando o abate ocorre em fase de desenvolvimento mais adiantada. Além disso, animais inteiros são reconhecidos pela produção de carcaças com escassa gordura de marmoreio (Vaz e Restle, 2000).

A percentagem de músculo (PEM), observada no grupo LIZ (66,35%), foi maior ( $P < 0,05$ ) em comparação àquela observada nos animais do grupo genético ZEB (60,77%) (Tabela 3), enquanto o grupo ANZ apresentou PEM (63,84%) semelhante ( $P > 0,05$ ) aos demais grupos genéticos. A maior PEM encontrada nos animais do grupo genético LIZ ocorreu em função da maior ALD destes animais, demonstrando a maior habilidade deste grupo genético para deposição de músculo na carcaça em idade mais jovem.

Os animais do grupo genético ZEB apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) percentagem de gordura na carcaça (24,38%) em relação aos animais dos grupos genéticos LIZ (19,87%) e ANZ (21,35%), respectivamente. Os grupos genéticos LIZ e ANZ apresentaram percentagem de gordura na carcaça semelhante ( $P > 0,05$ ) entre si. Nos animais de maior porte como os LIZ, geralmente a deposição de músculo é maior do que a de gordura (Di Marco, 1998). Os animais que apresentaram maior PEM (LIZ e ANZ) foram os que apresentaram menor PEG. Estes resultados estão de acordo com os descritos por Metz et al. (2009) que demonstram haver correlação negativa entre estas características. Para qualquer tipo de bovino o crescimento do tecido ósseo parece ser similar, enquanto que o crescimento do tecido muscular e do adiposo sofre variação entre grupos de animais.

Não foi observada diferença ( $P < 0,05$ ) para a percentagem de osso (PEO) entre os grupos genéticos, com média de 15,14%. De modo geral, animais abatidos com idade próxima de 20 meses apresentam aproximadamente 15% de osso na carcaça (Abrahão et al., 2005; Marques et al., 2005; Maggioni et al., 2009a). Esta percentagem de osso na carcaça atende as exigências do mercado do Brasil.

A porção comestível da carcaça (músculo + gordura/osso - PCO) foi semelhante ( $P > 0,05$ ) entre os três grupos genéticos (Tabela 3), com média de 5,75 kg de músculo +

gordura para cada kg de osso. Uma carcaça para ser considerada superior para as exigências de mercado deve possuir quantidade máxima de músculo, mínima de osso e quantidade ótima de gordura, que pode variar de acordo com a preferência do consumidor (Webb et al., 2006).

### **Dietas (Silagem de sorgo vs. Cana-de-açúcar)**

O peso inicial foi semelhante ( $P>0,05$ ) para os animais alimentados com silagem de sorgo (323,49 kg) e para os animais com cana-de-açúcar (336,56 kg) (Tabela 4). O peso final foi maior ( $P<0,05$ ) para os animais alimentados com silagem de sorgo (539,16 kg) em comparação àqueles alimentados com cana-de-açúcar (497,94 kg).

O maior peso final dos animais alimentados com silagem de sorgo é pelo maior ganho médio diário ( $P<0,05$ ) destes animais no período de confinamento (1,65 kg) em relação aos alimentados com cana-de-açúcar (1,25 kg). Embora tenha sido realizado ajuste na dieta com cana-de-açúcar com o fornecimento de maior quantidade de concentrado (1,2% do PV), com objetivo de tornar a composição das dietas semelhantes (Tabela 2), isto, não impediu que a dieta com silagem de sorgo proporcionasse maior ganho médio diário. Diversos trabalhos relatam o menor desempenho proporcionado pela utilização da cana-de-açúcar como fonte de volumoso em confinamento (Prado et al., 1995; Macitelli et al., 2007) em comparação às silagens de milho, de sorgo ou de capim elefante.

A IMS foi semelhante ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos (11,07 kg de MS/dia). Para alimentos que limitam o consumo por distensão ruminal, Mertens (1994) sugere que o consumo seja melhor descrito ou expresso em porcentagem de peso vivo, tendo em vista que o efeito de enchimento da dieta tem estreita relação com o tamanho e a capacidade do trato gastrointestinal. Quando avaliada a IMS em relação ao peso vivo

(IMS/PV), observou-se que os animais alimentados com cana-de-açúcar apresentaram maior ( $P<0,05$ ) ingestão (2,72%) em comparação aos que receberam silagem de sorgo (2,47%). Isto pode ter ocorrido em função da maior ( $P<0,05$ ) IFDN observada para os animais alimentados com silagem de sorgo (4,61 kg) em relação aos animais alimentados com cana-de-açúcar (4,00 kg).

A ingestão de matéria seca está diretamente relacionada ao conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) do alimento e das dietas, pois a fermentação e a passagem dessa fração pelo retículo-rúmen são mais lentas que as de outros constituintes dietéticos, apresentando efeito no enchimento do rúmen e no tempo de permanência do alimento neste órgão (Mertens, 1992; Van Soest, 1994). A dieta constituída por silagem de sorgo apresentou teor de FDN 20,72% superior em relação à dieta constituída por cana-de-açúcar. Assim, a menor IMS/PV, observada nos animais que receberam silagem, pode ser atribuída à maior IFDN, em função do maior teor deste nutriente na dieta.

É importante ressaltar que embora a dieta composta por silagem de sorgo tenha proporcionado maior IFDN pelos animais, este valor é inferior ao sugerido por Mertens (1992), de 1,2% do PV, necessário para que a ingestão de alimentos seja controlada pelo efeito de enchimento do rúmen.

Outro fator que deve ser levado em consideração e que pode ter proporcionado a maior IMS/PV para os animais que receberam a dieta composta por cana-de-açúcar é o fato de que esta dieta foi formulada com maior proporção de concentrado (1,2% do PV) em relação à dieta composta por silagem de sorgo + 1,0% do PV de concentrado. Diversos autores observaram incremento na IMS e de outros nutrientes quando aumentaram os níveis de concentrado das dietas compostas por cana-de-açúcar (Costa et al., 2005; Moraes et al., 2008).

A cana-de-açúcar proporcionou pior ( $P<0,05$ ) CAMS (9,65) em relação à silagem de sorgo (7,05). A semelhança em relação à IMS entre as dietas e o maior GMD observado para os animais que receberam silagem de sorgo foram responsáveis pelos resultados obtidos para a CAMS.

O peso de carcaça quente foi maior ( $P<0,05$ ) para os animais alimentados com silagem de sorgo (296,31 kg) em relação aos alimentados com cana-de-açúcar (267,59 kg). Enquanto, o rendimento de carcaça foi semelhante ( $P>0,05$ ) para os animais alimentados com as duas dietas (54,39%). O rendimento de carcaça quente observado está de acordo com as exigências do mercado do Brasil para comercialização da carne de bovinos (54%).

Não houve diferenças ( $P>0,05$ ) para as características e composição física das carcaças (Tabela 5) dos animais alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar, com exceção da área do músculo *Longissimus* ( $P<0,05$ ). Animais alimentados com a dieta composta por silagem de sorgo apresentaram maior ( $P<0,05$ ) ALD em comparação àqueles alimentados com cana-de-açúcar (72,66 cm<sup>2</sup> vs 64,57cm<sup>2</sup>, respectivamente).

Embora alguns autores demonstrem a correlação positiva entre a conformação da carcaça e o PCQ (Müller, 1987; Costa et al., 2002), neste trabalho não se observou diferença para a conformação entre as dietas apesar de ter sido observado maior PCQ para os animais alimentados com a dieta SIL (Tabela 4). As carcaças apresentaram adequada expressão muscular, sendo classificadas como “boa mais” (12 pontos) e “muito boa menos” (13 pontos) na escala de Müller (1987). A conformação é importante para o segmento comercial da cadeia da carne, em virtude de demonstrar o visual apresentado pelas carcaças.

As dietas utilizadas (SIL e CAN) possibilitaram EGC adequada para atender as exigências dos frigoríficos do Brasil (mínimo de 3,0 mm) e apresentaram uma média de 4,08 mm. Isto demonstra que, tanto dietas com silagem de sorgo quanto com cana-de-açúcar são capazes de produzir carcaças com grau de acabamento adequado.

A diferença observada para a ALD desapareceu quando esta foi ajustada para 100 kg de carcaça ( $P > 0,05$ ) e a média encontrada foi de 24,40 cm<sup>2</sup>/100 kg de carcaça. Por ser uma medida que expressa a musculosidade da carcaça e estar diretamente correlacionada ao peso vivo final e peso da carcaça (Costa et al., 2002; Kuss et al., 2008), à medida que os animais são abatidos mais pesados, como os animais do tratamento SIL (Tabela 4) ocorre maior desenvolvimento da ALD. Atribui-se a diferença observada para a ALD expressa em cm<sup>2</sup> entre as dietas à diferença obtida para o PVF e PCQ. O ajuste da área do músculo *Longissimus* em relação a 100 kg de carcaça, é importante para eliminar o efeito do peso da carcaça sobre a característica.

A cor da carne (Tabela 5) determinada por meio de avaliação visual apresentou média de 3,59 pontos, classificada como vermelha levemente escura de acordo com a escala de Müller (1987). Outros autores também observaram que a alimentação pode exercer pouca influência sobre a coloração da carne (Abrahão et al. 2005; Wada, et al., 2008; Maggioni et al., 2009a).

Em relação à presença de gordura intramuscular, as carcaças apresentaram grau de marmoreio leve (4,43 pontos) na escala de Müller (1987). Talvez a percentagem de concentrado utilizada nas dietas experimentais (55%) possa ter limitada a deposição de gordura nas carcaças. Dietas com maior concentração de energia podem propiciar maior deposição de gordura, ao permitirem alteração na composição dos tecidos sintetizados (Owens et al, 1995). Por outro lado, o reduzido grau de marmoreio encontrado pode ser interessante para os consumidores modernos que têm buscado carnes com menor teor de

gordura, visando melhorias na saúde (Ribeiro et al., 2008). No entanto, o marmoreio contribui positivamente para o desenvolvimento do sabor, da palatabilidade e da suculência da carne (Müller, 1987). Assim, o índice de marmorização vem sendo utilizado como parâmetro de qualidade em diversos sistemas de tipificação de carcaças.

A semelhança para as características de composição física das carcaças, como PEM, PEG e PEO com médias de 63,65%, 21,87 e 15,13%, respectivamente, foram responsáveis pela ausência de diferença para a porção comestível da carcaça (5,75 kg de carne + gordura por kg de osso) entre as dietas. Maggioni et al. (2009a) também não observaram diferenças para estas características quando avaliaram fontes de volumosos diferentes (feno de Tifton e silagem de sorgo). Estes resultados indicam haver pouca interferência da fonte de volumoso sobre as proporções dos tecidos muscular, adiposo e ósseo na carcaça.

#### **Graus de acabamento (3,4 vs. 4,8 mm)**

Os pesos iniciais e finais foram semelhantes ( $P>0,05$ ) para os animais terminados com 3,4 mm (331,86 e 509,58 kg) ou 4,8 mm (328,18 e 527,52 kg) de gordura de cobertura (Tabela 6). O ganho médio diário para os animais terminados com 3,4 mm (1,54 kg) foi maior ( $P<0,05$ ) em relação aos animais terminados com 4,8 mm (1,36 kg). Os animais abatidos com 4,8 mm de gordura de cobertura permaneceram por maior período em confinamento (147 dias), o que pode ter alterado a deposição dos tecidos do animal. No período de maior crescimento, ocorre maior deposição de tecido muscular. Na sequência, com o avanço do período de confinamento ocorre maior deposição de tecido adiposo. O tecido adiposo exige maior consumo de energia para sua completa deposição e com isso reduz o ganho em peso. Além disso, os animais do grau de acabamento de 3,4 mm apresentaram maior IMS.

Os animais abatidos com 3,4 mm de gordura de cobertura apresentaram maiores ( $P<0,05$ ) IMS (12,76 kg), IMS/PV (3,01%), IFDN (4,87 kg) e IFDN/PV (1,15%) em comparação aos abatidos com 4,8 mm (11,19 kg; 2,61%; 4,3 kg e 1,0%, respectivamente) (Tabela 6). Não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) para a CAMS entre os graus de acabamento de carcaça. A menor ingestão de alimentos e nutrientes pelos animais do grau de acabamento de 4,8 mm pode estar relacionada ao menor espaço abdominal disponível para o rúmen pela maior deposição de gordura corporal destes animais (NRC,1996).

O peso de carcaça quente e rendimento de carcaça foram semelhantes ( $P>0,05$ ) entre os dois graus de acabamento, com médias de 281,95 kg e 54,39%, respectivamente. O PCQ está diretamente associado ao valor comercial do animal, visto que os frigoríficos do Brasil remuneram os produtores baseados nesta característica. Desta forma, observa-se a importância da produção de carcaças pesadas. A permanência dos animais por um maior período no confinamento, com a finalidade de melhorar o acabamento de carcaça (4,8 mm), não proporciona diferenças no PVF, PCQ e RC que justifiquem a sua aplicação.

O maior grau de acabamento (4,8 mm) proporcionou a melhor conformação de carcaça ( $P<0,05$ ), sendo classificada na escala proposta por Müller (1987) como muito boa menos (13 pontos), enquanto as carcaças com menor grau de acabamento (3,4 mm) apresentaram conformação classificada como boa média (11 pontos) (Tabela 7). A diferença obtida na conformação tem relevante importância comercial pela melhoria do aspecto visual da carcaça.

Como determinado, a EGC foi diferente entre os graus de acabamento ( $P<0,05$ ), visto que o abate ocorreu em função desta diferença.

A ALD expressa em  $\text{cm}^2$  e a ALD ajustada para 100 kg de carcaça (Tabela 7), características que denotam a quantidade de músculo presente na carcaça, não foram influenciadas ( $P < 0,05$ ) pelos graus de acabamento de gordura da carcaça. O valor médio encontrado foi de  $68,61 \text{ cm}^2$  e  $24,40 \text{ cm}^2/100 \text{ kg}$  de peso de carcaça, respectivamente. O valor da ALD ajustada para 100 kg de carcaça encontrada está abaixo do valor mínimo indicado ( $29 \text{ cm}^2$  para cada 100 kg de carcaça). Este valor é utilizado como referência, pois à medida que a ALD aumenta, a porção comestível da carcaça também aumenta. Assim, a ALD pode ser utilizada como indicador de desenvolvimento muscular (Kazama et al., 2008).

Os valores atribuídos para a cor (Tabela 7) foram semelhantes entre os graus de acabamento ( $P > 0,05$ ). A coloração da carne apresentou média de 3,59 pontos na escala de Müller (1987) e foi classificada como vermelha levemente escura. A cor da carne é a primeira avaliação que o consumidor realiza no momento da compra (Costa et al., 2002). E nesta hora os consumidores rejeitam carnes escuras pelo fato de as relacionarem a uma carne deteriorada e de pior qualidade. A coloração observada pode ser explicada pelo fato de as carcaças serem oriundas de animais inteiros (Ribeiro et al., 2004), que normalmente apresentam maior susceptibilidade ao estresse pré-abate (Kuss et al., 2008) e conseqüentemente possuem pH final mais elevado (Vaz e Restle, 2000) o que torna a carne mais escura.

O marmoreio foi semelhante ( $P > 0,05$ ) para os graus de acabamento avaliados com média de 4,43 pontos, correspondente a marmoreio leve na escala de Müller (1987) (Tabela 7). Os músculos *Longissimus* de ambos os tratamentos apresentaram baixas quantidades de gordura intramuscular, apesar de um grupo ter sido abatido com maior EGC (4,80 mm). A maior deposição de gordura intramuscular ocorre em fase de

desenvolvimento animal mais adiantado e mais tardiamente que a gordura de cobertura (Berg e Butterfield, 1976; Berg e Walters, 1983).

As PEM e PEG não foram influenciadas pelo grau de acabamento ( $P>0,05$ ), e apresentaram médias de 63,65% e 21,86%, respectivamente. Embora tenha sido encontrado maior EGC para os animais do tratamento de 4,8 mm de gordura de acabamento, isto não refletiu em maior deposição de gordura na carcaça como um todo, haja vista que não houve diferença para MAR e PEG. Observa-se que é possível usufruir os benefícios da maior EGC para o setor frigorífico sem interferir na qualidade da carne pela elevação do teor de gordura na carcaça.

O tratamento de menor grau de acabamento proporcionou carcaças com maior ( $P<0,05$ ) PEO (16,07%) em relação ao tratamento de maior grau de acabamento (14,21%), (Tabela 7). Isto pode ser explicado pelas maiores médias de PEM e PEG dos animais do tratamento de maior grau de acabamento, visto que as variações são reflexos das oscilações entre os percentuais dos três tecidos.

Os animais que foram abatidos com 4,8 mm de gordura de cobertura apresentam maior ( $P<0,05$ ) PCO da carcaça (6,15 kg de carne + gordura por kg de osso) em relação aos animais que foram abatidos com 3,40 mm (5,35 kg de carne + gordura por kg de osso). Isto ocorreu em virtude da melhor conformação e da menor PEO encontrada para os animais do tratamento com maior grau de acabamento em relação aos animais do tratamento com menor grau de acabamento. Verifica-se, que o abate de animais visando maior grau de acabamento de carcaça traz benefícios para a cadeia da carne, pois tanto frigoríficos quanto consumidores poderão retirar o máximo aproveitamento do produto, uma vez que se observa melhoria na porção comestível da carcaça.

## IMPLICAÇÕES

A produção de animais mestiços oriundos de cruzamentos entre Limousin *vs* Zebu e Red Angus *vs* Zebu demonstrou ser mais interessante à cadeia da carne. O tipo de volumoso utilizado (silagem de sorgo ou cana-de-açúcar) influenciou o desempenho animal, sendo o melhor desempenho proporcionado pela silagem de sorgo, embora isto tenha provocado pouca diferença na carcaça dos animais. No entanto, antes de se optar entre um volumoso ou outro é importante realizar um estudo econômico. O abate de animais com maior grau de acabamento (4,8 mm) afeta negativamente o desempenho dos animais em função da menor eficiência de ganho de peso dos mesmos. Por outro lado, estes animais apresentam melhores características de carcaça, demonstrando que o abate de animais com maior acabamento de carcaça, embora possam se tornar menos eficientes, pode produzir carcaças superiores e com maior valor de mercado.

### CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

- Abrahão, J.J.S., Prado, I.N., Perotto, D., Moletta, J.L. 2005. Características de carcaças e da carne de tourinhos submetidos a dietas com diferentes níveis de substituição do milho por resíduo úmido da extração da fécula de mandioca. R. Bras. Zootec. 34:1640-1650.
- Abrahão, J.J.S., Prado, I.N., Marques, J.A., Perotto, D., Lugão, S.M.B. 2006. Avaliação da substituição do milho pelo resíduo seco da extração da fécula de mandioca sobre o desempenho de novilhas mestiças em confinamento. R. Bras. Zootec. 35: 512-518.
- Anualpec. 2008. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, p.504.
- Arboitte, M.Z., Restle, J., Alves Filho, D.C., Pascoal, L.L., Pacheco, P.S., Socal, D.C. 2004. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no

- músculo *Longissimus dorsi* de novilhos 5/8 Nelore – 3/8 Charolês terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. R. Bras. Zootec. 33: 959-968.
- Aricetti, J.A., Rotta, P.P., Prado, R.M., Perotto, D., Moletta, J.L., Matsushita, M., Prado, I.N., 2008. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus* muscle of bulls and steers finished in a pasture system. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 21:1441-1448.
- Berg, R.T. e Butterfield, R.M. 1976. New concepts of cattle growth. Sydney: Sydney University Press, 240p.
- Berg, R.T. e Walters, L.E. 1983. The meat animal: changes and challenges. J. Anim. Sci. 57:133-146.
- CIOMS/OMS. 1985. Council for International Organizations of Medical Services. WHO Distribution and sales service, 1211 Geneva 27, Switzerland, International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals.
- Costa, E.C., Restle, J., Vaz, F.N., Alves Filho, D.C., Bernardes, R.A.L.C., Kuss, F. 2002. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoce abatidos com diferentes pesos. R. Bras. Zootec. 31:119-128.
- Costa, M.A.L., Valadares Filho, S.C., Paulino, M.F., Valadares, R.F.D., Cecon, P.R., Paulino, P.V.R., Moraes, E.H.B.K., Magalhães, K.A. 2005. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes concentrados. R. Bras. Zootec. 34:268-279.
- Di Marco, O.N. 1998. Crecimiento de vacunos para carne. 1.ed. Buenos Aires: 246p.
- Ducatti, T., Prado, I.N., Rotta, P.P., Prado, R.M., Perotto, D., Maggioni, D., Visentainer, J.V., 2009. Chemical composition and fatty acid profile in crossbred (*Bos taurus* vs. *Bos indicus*) young bulls finished in feedlot. Asian-Austr. J. Anim. Sci. 22:433-439.

- Euclides Filho, K., Euclides, V.P.B., Figueiredo, G.R., Barbosa, R.A. 2001. Eficiência Bionutricional de Animais Nelore e seus Mestiços com Simental e Aberdeen Angus, em Duas Dietas. R. Bras. Zootec. 30:77-82.
- Euclides Filho, K., Figueiredo, G.R., Euclides, V.P.B., Silva, L.O.C., Cusinato, V.Q. 2002. Eficiência Bionutricional de Animais da Raça Nelore e seus Mestiços com Caracu, Angus e Simental. R. Bras. Zootec. 31:331-334, suplemento.
- Hankins, O.G. e Howe, P.E., 1946. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. Washington: United States Department of Agriculture (Technical Bulletin, 926), 20 p.
- Herring, W., Muller, D.C., Bertrand, J.K. 1994. Comparison of live and carcass equations predicting percentage of cutability, retail products weight and trimmable fat in beef cattle. J. Anim. Sci. 72:1107-1118.
- Igarasi, M.S., Arrigoni, M.B., Hadlich, J.C., Silveira, A.C., Martins, C.L., Oliveira, H.N. 2008. Características de carcaça e parâmetros de qualidade de carne de bovinos jovens alimentados com grãos úmidos de milho e sorgo. R. Bras. Zootec. 37:520-528.
- Indurain, G., Carr, T.R., Goñi, M.V., Insausti, K., Beriain, M.J. 2009. The relationship of carcass measurements to carcass composition and intramuscular fat in Spanish beef. Meat Sci. 82:155-161.
- Kazama, R., Zeoula, L.M., Prado, I.N., Silva, D.C., Ducatti, T., Matsushita, M., 2008. Características quantitativas e cualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. R. Bras. Zootec. 37:350-357.
- Koohmaraie, M. 1994. Muscle proteinases and meat aging. Meat Sci. 36:93-104.
- Kuss, F., Moletta, J.L., Perotto, D., Paula, M.C., Martins, A.S., Silva, N.L., Leme,

- M.C.J. 2008. Carcaça e carne de novilhos cruzas de Pardo Suíço x Canchim e Purunã x Canchim terminados em confinamento. *Ciência Rural*. 38:1061-1066.
- Lepetit, J. 2008. Collagen contribution to meat toughness: Theoretical aspects. *Meat Sci*. 80:960-967.
- Macitelli, F., Berchielli, T.T., Morais, J.A.S., Silveira, R.N., Canesin, R.C. 2007. Desempenho e rendimento de carcaça de bovinos mestiços alimentados com diferentes volumosos e fontes protéicas. *R. Bras. Zootec*. 36:1917-1926.
- Magalhães, A.L.R., Campos, J.M.S., Cabral, L.S., Mello, R., Freitas, J.A., Torres, R.A., Valadares Fileho, S.C., Assis, A.J. 2006. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. *R. Bras. Zootec*. 35:591-599.
- Maggioni, D., Marques, J.A., Perotto, D., Rotta, P.P., Ducatti, T., Matsushita, M., Silva, R.R., Prado, I.N. 2009a. Bermuda grass hay or sorghum silage with or without yeast addition on performance and carcass characteristics of crossbred young bulls finished in feedlot. *Asian-Austr. J. Anim. Sci*. 22:206-215.
- Maggioni, D., Marques, J.A., Rotta, P.P., Perotto, D., Ducatti, T., Visentainer, J.V., Prado, I.N. 2009b. Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. *Livestock Sci. in press*.
- Marques, J.A., Maggioni, D., Silva, R.E., Prado, I.N., Cavaliere, F.L.B., Caldas Neto, S.F., Zawadzki, F. 2005. Partial replacement of corn by cassava starch byproduct on performance and carcass characteristics of feedlot heifers. *Arch. Latinoam. Produc. Anim.*, 13:103-108.
- Menezes, L.F.G. e Restle, J. 2005. Desempenho de Novilhos de Gerações Avançadas do Cruzamento Alternado entre as Raças Charolês e Nelore, Terminados em Confinamento. *R. Bras. Zootec*. 34:1927-1937.

- Menezes, L.F.G., Restle, J., Kuss, F., Brondani, I.L., Alves Filho, D.C., Catellan, J., Osmari, M.P. 2008. Medidas corporais de novilhos das gerações avançadas do cruzamento rotativo entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. *Ciência Rural*. 38:771-777.
- Mertens, D.R. 1992. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). Forage quality, evaluation and utilization. Winsconsin: American Society of Agronomy. p.450-493.
- Metz, P.A.M., Menezes, L.F.G., Arboitte, M.Z., Brondani, I.L., Restle, J., Callegaro, A.M. 2009. Influência do peso ao início da terminação sobre as características de carcaça e da carne de novilhos mestiços Nelore x Charolês. *R. Bras. Zootec.* 38:343-356.
- Moraes, K.A.K., Valadares Filho, S.C., Moraes, E.H.B.K., Leão, M.I., Valadares, R.F.D., Detmann, E., Nalon, P.M. 2008. Parâmetros nutricionais de novilhas de corte alimentadas com cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e diferentes níveis de concentrado. *R. Bras. Zootec.* 37:1301-1310.
- Moreira, F.B., Souza, N.E., Matsushita, M., Prado, I.N., Nascimento, W.G. 2003. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. *Braz. Arch. Biol. Techn.* 46, 609-616.
- Müller, L. 1987. Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos 2.ed. Santa Maria – RS, Imprensa Universitária – UFSM. 31p.
- National Research Council. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 6th ed. Nat. Acad. Press, Washington, DC. 242p.

- Neumann, M., Restle, J., Alves Filho, D.C., Brodani, I.L., Pellegrini, L.G., Freitas, A.K. 2002. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). R. Bras. Zootec. 31:293-301.
- Owens, F.N., Gill, D.R., Secrist, D.S., Coleman, S.W. 1995. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. J. Anim. Sci. 73:3152-3172.
- Perotto, D., Abrahão, J.J.S., Moletta, J.L., 2000. Características Quantitativas de Carcaça de Bovinos Zebu e de Cruzamentos *Bos taurus* x Zebu. R. Bras. Zootec. 29:2019-2029, Suplemento 1.
- Perotto, D., Cubas, A.C., Abrahão, J.J., Mella, S.C. 2001. Ganho de peso da desmama aos 12 meses de bovinos Nelore e cruzas com Nelore. R. Bras. Zootec. 30:730-735.
- Prado, C.S., Pádua, J.T., Corrêa, M.P.C., Ferraz, J.B.S., Miyagi, E.S., Resende, L.S. 2004. Comparação de diferentes métodos de avaliação da área de olho de lombo e cobertura de gordura em bovinos de corte. Ciência Animal Brasileira. 5:141:149.
- Prado, I.N., Pinheiro, A.D., Alcalde, C.R., Zeoula, L.M., Nascimento, W.G., Souza, N.E. 1995. Substitution levels of corn by Orange peel on performance and carcass traits of feedlot bulls. Braz. J. Anim. Sci. 29, 2135-2141.
- Prado, I.N., Ito, R.H., Prado, J.M., Prado, I M., Rotta, P.P., Matsushita, M., Visentainer, J.V., Silva, R.R. 2008a. The influence of dietary soyabean and linseed on the chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of feedlot-finished bulls. J. Anim. Feed Sci. 17, 307-317.
- Prado, I.N., Aricetti, J.A., Rotta, P.P., Prado, R.M., Perotto, D., Visentainer, J.V., Matsushita, M. 2008b. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of bulls (*Bos taurus indicus* vs. *Bos taurus taurus*) finished in pasture systems. Asian-Austr. J. Anim. Sci. 21, 1449-1457.
- Prado, I.N., Rotta, P.P., Prado, R.M., Visentainer, J.V., Moletta, J.L., Perotto, D. 2008c.

- Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Purunã and ½ Puruna vs. ½ Canchin bulls. *Asian-Austr. J. Anim. Sci.* 21, 1296-1302.
- Prado, I.N., Prado, R.M., Rotta, P.P., Visentainer, J.V., Moletta, J.L., Perotto, D. 2008d. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of crossbred bulls (*Bos taurus indicus* vs *Bos taurus taurus*) finished in feedlot. *J. Anim. Feed Sci.* 17, 295-306.
- Prado, I.N., Oliveira, A.N., Rotta, P.P., Perotto, D., Prado, R.M., Silva, R.R., Souza, N.E. and Moletta, J.L. 2009. Chemical and fatty acid composition of *Longissimus* muscle of crossbred bulls finished in feedlot. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 22, 1054-1059.
- Ribeiro, E.L.A., Hernandez, J.A., Zanella, E.L., Shimokomaki, M., Prudêncio-Ferreira, S.H., Youssef, E., Ribeiro, H.J.S.S., Bogden, R., Reeves, J.J. 2004. Growth and carcass characteristics of pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact *Bos indicus* bulls. *Meat Sci.* 68:285-290.
- Ribeiro, E.L.A., Hernandez, J.A., Zanella, E.L., Mizubuti, I.Y., Silva, L.D.F., Reeves, J.J. 2008. Desempenho e características de carcaça de bovinos de diferentes grupos Genéticos. *R. Bras. Zootec.* 37:1669-1673.
- Rotta, P.P., Prado, I.N., Prado, R.M., Moletta, J.L., Silva, R.R., Perotto, D., 2009a. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Nellore, Caracu and Holstein-friesian bulls finished in a feedlot. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 22, 598-604.
- Rotta, P.P., Prado, R.M., Prado, I.N., Valero, M.V., Visentainer, J.V., Silva, R.R., 2009b. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review.

Asian-Aust. J. Anim. Sci. *in press*.

SAS Institute Inc. 2001, SAS/STAT User`s guide: statistic. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.

Silva, D.J. e Queiroz, A.C. 2002. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa: Federal University of Viçosa, 235p.

Sniffen, C.J., O'Connor, J.D., Van Soest, P.J. 1992. A net carbohydrate and protein availability. J. Anim. Sci. 70:3562-3577.

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

Vaz, F.N. e Restle, J. 2000. Aspectos quantitativos da carcaça e da carne de machos Hereford, inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. R. Bras. Zootec. 29:1894-1901.

Wada, F.Y., Prado, I.N., Silva, R.R., Moletta, J.L., Visentainer, J.V., Zeoula, L.M. 2008. Grão de linhaça e de canola sobre o desempenho, digestibilidade aparente e características de carcaça de novilhas Nelore terminadas em confinamento. Ciência Animal Brasileira. 9:883-895.

Webb, E.C. 2006. Manipulating beef quality through feeding. South Afric. J. Food Sci. Nutr. 7, 1-24.

**Tabela 1.** Composição percentual e química das dietas experimentais (%MS)

Componentes da dieta	Dietas	
	SIL <sup>1</sup>	CAN <sup>2</sup>
Silagem de sorgo	54,50	-
Cana-de-açúcar picada	-	36,84
Milho	35,42	49,15
Farelo de soja	8,83	12,26
Ureia	0,50	0,70
Calcário calcítico	0,50	0,70
Sal mineral	0,25	0,35
<b>Composição</b>		
Matéria seca, %	44,60	51,90
Proteína bruta, %	13,70	12,70
Fibra em detergente neutro, %	41,50	32,90
Fibra em detergente ácido, %	22,50	15,80
Matéria orgânica, %	94,60	96,80
Cinzas, %	5,40	3,20
Extrato etéreo, %	3,50	3,10
Nutrientes digestíveis totais, %	63,30	67,40

<sup>1</sup>Silagem de sorgo + 1,0% do peso vivo de concentrado; <sup>2</sup>Cana-de-açúcar picada + 1,2% do peso vivo de concentrado.

**Tabela 2.** Peso, desempenho, consumo, peso e rendimento de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos e terminados em confinamento e erro-padrão.

Parâmetros	Grupo genético			P < F <sup>4</sup>
	ZEB <sup>1</sup>	LIZ <sup>2</sup>	ANZ <sup>3</sup>	
N	10	12	14	
Peso vivo inicial, kg	325,70 ± 13,7	320,83 ± 13,0	343,54 ± 11,6	NS
Peso vivo final, kg	488,40b ± 17,6	520,76ab ± 16,8	546,50a ± 14,9	0,05
Ganho médio diário, kg/dia	1,27b ± 0,06	1,53a ± 0,05	1,56a ± 0,05	0,003
Ingestão de matéria seca, kg/dia	10,47 ± 0,62	11,11 ± 0,46	11,63 ± 0,49	NS
Ingestão de matéria seca/PV, %	2,59 ± 0,07	2,60 ± 0,05	2,59 ± 0,06	NS
Ingestão de FDN, kg	4,12 ± 0,25	4,29 ± 0,18	4,50 ± 0,19	NS
Ingestão de FDN/PV, %	1,01 ± 0,04	1,00 ± 0,03	1,00 ± 0,03	NS
Conversão da matéria seca	8,72 ± 0,53	7,83 ± 0,39	8,51 ± 0,41	NS
Peso de carcaça quente, kg	271,40 ± 10,8	282,53 ± 10,3	291,92 ± 9,1	NS
Rendimento de carcaça, %	55,50 ± 1,15	54,35 ± 1,10	53,32 ± 0,98	NS

<sup>1</sup>Zebu; <sup>2</sup>Limousin vs Zebu; <sup>3</sup>Red Angus vs Zebu; <sup>4</sup>Probabilidade; (±) erro-padrão da média. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes pelo teste de Tukey.

**Tabela 3.** Características físicas e composição da carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos e seus respectivos erros-padrão.

Características	Grupos genéticos			P <F <sup>4</sup>
	ZEB <sup>1</sup>	LIZ <sup>2</sup>	ANZ <sup>3</sup>	
N	10	12	14	
Conformação, pontos	12,30 ± 0,55	13,25 ± 0,52	13,14 ± 0,46	NS
Espessura de gordura de cobertura, mm	4,75a ± 0,41	3,28b ± 0,39	4,21a ± 0,35	0,04
Área do <i>Longissimus dorsi</i> , cm <sup>2</sup>	65,50b ± 2,76	75,16a ± 2,63	65,19b ± 2,34	0,01
Área do <i>Longissimus dorsi</i> /100 kg, cm <sup>2</sup>	24,16b ± 0,74	26,50a ± 0,70	22,55b ± 0,62	0,0008
Cor, pontos	3,30 ± 0,28	3,61 ± 0,26	3,88 ± 0,23	NS
Marmoreio, pontos	4,40 ± 0,54	4,35 ± 0,52	4,55 ± 0,46	NS
Percentagem de músculo, %	60,77b ± 1,52	66,35a ± 1,45	63,84ab ± 1,29	0,04
Percentagem de gordura, %	24,38a ± 1,13	19,87b ± 1,08	21,35b ± 0,96	0,02
Percentagem de osso, %	15,43 ± 0,50	14,62 ± 0,47	15,37 ± 0,42	NS
Porção comestível, %	5,70 ± 0,19	5,98 ± 0,18	5,57 ± 0,16	NS

<sup>1</sup>Zebu; <sup>2</sup>Limousin vs Zebu; <sup>3</sup>Red Angus vs Zebu; <sup>4</sup>Probabilidade. (±) erro-padrão da média. Médias

seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes pelo teste de Tukey.

**Tabela 4.** Peso, desempenho, consumo, peso e rendimento de carcaça de bovinos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar terminados em confinamento e seus respectivos erros-padrão.

Parâmetros	Dietas		EP <sup>3</sup>	P < F <sup>4</sup>
	SIL <sup>1</sup>	CAN <sup>2</sup>		
N	18	18		
Peso vivo inicial, kg	323,49	336,56	10,56	NS
Peso vivo final, kg	539,16a	497,94b	13,57	0,03
Ganho médio diário, kg/dia	1,65a	1,25b	0,04	0,01
Ingestão de matéria seca, kg/dia	10,70	11,44	0,44	NS
Ingestão de matéria seca/PV, %	2,47b	2,72a	0,50	0,003
Ingestão de FDN, kg	4,61a	4,00b	0,18	0,01
Ingestão de FDN/PV, %	1,06a	0,95b	0,03	0,01
Conversão da matéria seca	7,05b	9,65a	0,38	0,0001
Peso de carcaça quente, kg	296,31a	267,59b	8,34	0,01
Rendimento de carcaça, %	55,01	53,77	0,88	NS

<sup>1</sup>Silagem de sorgo + 1,0% de concentrado; <sup>2</sup>Cana-de-açúcar + 1,2% de concentrado; <sup>3</sup>Erro-padrão;

<sup>4</sup>Probabilidade. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes.

**Tabela 5.** Características físicas e composição da carcaça de bovinos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e seus respectivos erros-padrão.

Características	Dietas		EP <sup>3</sup>	P <F <sup>4</sup>
	SIL <sup>1</sup>	CAN <sup>2</sup>		
n	18	18		
Conformação, pontos	13,23	12,56	0,42	NS
Espessura de gordura de cobertura, mm	3,99	4,18	0,32	NS
Área do <i>Longissimus dorsi</i> , cm <sup>2</sup>	72,66a	64,57b	2,13	0,009
Área do <i>Longissimus dorsi</i> /100 kg, cm <sup>2</sup>	24,57	24,23	0,57	NS
Cor, pontos	3,71	3,48	0,21	NS
Marmoreio, pontos	4,03	4,84	0,41	NS
Percentagem de músculo, %	64,04	63,27	1,17	NS
Percentagem de gordura, %	22,00	21,74	0,87	NS
Percentagem de osso, %	14,77	15,5	0,38	NS
Porção comestível, %	5,90	5,60	0,14	NS

<sup>1</sup>Silagem de sorgo + 1,0% de concentrado; <sup>2</sup>Cana-de-açúcar + 1,2% de concentrado; <sup>3</sup>Erro-padrão;

<sup>4</sup>Probabilidade. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes.

**Tabela 6.** Peso, desempenho, consumo, peso e rendimento de carcaça de bovinos abatidos com diferentes graus de acabamento de gordura e seus respectivos erros-padrão.

Parâmetros	Acabamento, mm		P <F <sup>1</sup>
	3,4	4,8	
n	14	22	
Dias de confinamento	115	147	
Peso vivo inicial, kg	331,86 ± 11,79	328,18 ± 9,44	NS
Peso vivo final, kg	509,58 ± 15,15	527,52 ± 12,13	NS
Ganho médio diário, kg/dia	1,57a ± 0,05	1,36b ± 0,04	0,05
Ingestão de matéria seca, kg/dia	12,76a ± 0,43	11,19b ± 0,34	0,007
Ingestão de matéria seca/PV, %	3,01a ± 0,06	2,61b ± 0,05	0,0001
Ingestão de FDN, kg	4,87a ± 0,22	4,30b ± 0,18	0,05
Ingestão de FDN/PV, %	1,15a ± 0,04	1,00b ± 0,03	0,01
Conversão da matéria seca	8,30 ± 0,47	8,53 ± 0,37	NS
Peso de carcaça quente, kg	274,43 ± 9,31	289,47 ± 7,45	NS
Rendimento de carcaça, %	53,78 ± 0,99	55,00 ± 0,79	NS

<sup>1</sup>Probabilidade; (±) erro-padrão da media. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes.

**Tabela 7.** Características físicas e composição da carcaça de bovinos abatidos com diferentes graus de acabamento de gordura e seus respectivos erros-padrão.

Características	Acabamento, mm		P <F <sup>1</sup>
	3,4	4,8	
n	14	22	
Conformação, pontos	11,91b ± 0,47	13,88a ± 0,37	0,003
Espessura de gordura de cobertura, mm	3,37b ± 0,35	4,80a ± 0,28	0,004
Área do <i>Longissimus dorsi</i> , cm <sup>2</sup>	68,95 ± 2,37	68,28 ± 1,90	NS
Área do <i>Longissimus dorsi</i> /100 kg, cm <sup>2</sup>	25,08 ± 0,63	23,73 ± 0,51	NS
Cor, pontos	3,82 ± 0,24	3,37 ± 0,19	NS
Marmoreio, pontos	4,82 ± 0,46	4,05 ± 0,37	NS
Percentagem de músculo, %	62,81 ± 1,31	64,5 ± 1,04	NS
Percentagem de gordura, %	21,4 ± 0,97	22,33 ± 0,78	NS
Percentagem de osso, %	16,07a ± 0,43	14,21b ± 0,37	0,002
Porção comestível, %	5,35b ± 0,16	6,15a ± 0,13	0,0008

<sup>1</sup>Probabilidade; (±) erro-padrão da media. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes.

## **II - Grupos genéticos, graus de acabamento e tempo de maturação sobre a qualidade da carne de bovinos terminados em confinamento**

### **RESUMO**

Este trabalho foi realizado para avaliar a qualidade da carne maturada de bovinos de três grupos genéticos (ZEB – Zebu; LIZ – Limousin *vs.* Zebu e ANZ – Red Angus *vs.* Zebu) abatidos em dois graus de acabamento (3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura). Foram utilizados 36 tourinhos abatidos aos 115 ou 147 dias de confinamento. Amostras do músculo *Longissimus* foram avaliadas após o período de zero, 14 ou 28 dias de maturação. Houve interação entre o grupo genético ANZ e grau de acabamento para as características de intensidade de vermelho ( $a^*$ ), pH, força de cisalhamento (FC), perdas ao descongelamento (PDES) e cocção (PCOC). O abate de bovinos do grupo genético ANZ com menor grau de acabamento (3,4 mm) proporcionou a melhor intensidade de vermelho (14,89 graus) e valor de pH (5,71); enquanto que, o abate de bovinos ANZ com maior grau de acabamento (4,8 mm) resultou em melhores FC (2,66 kgf/cm<sup>2</sup>), PDES (2,61%) e PCOC (14,58%). Os demais grupos genéticos apresentaram diferenças ( $P < 0,05$ ) quando abatidos com 3,4 mm de gordura de cobertura. Os resultados demonstram que a carne oriunda dos ZEB apresentou a característica “DFD”. Os ZEB produziram carnes com pior coloração do que os animais mestiços (LIZ e ANZ), além de apresentarem maior pH final (6,26). A carne deste grupo genético apresentou menor FC (2,64 kgf/cm<sup>2</sup>), PDES (2,09%) e PCOC (13,52%) quando comparada aos LIZ (2,96 kgf/cm<sup>2</sup>, 3,05% e 16,99%, respectivamente) e ANZ (3,25 kgf/cm<sup>2</sup>, 3,26% e 17,89%, respectivamente). Fibras do tipo FOG (contração rápida e metabolismo oxidativo e glicolítico) foram as que apresentaram maior frequência (44,05%), independente do grupo genético; enquanto as do tipo SO (contração lenta e metabolismo oxidativo) foram as que tiveram menor

frequência (21,08%). Animais ANZ apresentaram a maior frequência de fibras FOG (49,42%) e a menor de fibras SO (17,18%). O tipo de fibra FG (contração rápida e metabolismo glicolítico) não diferiu ( $P>0,05$ ) entre os grupos genéticos (34,86%), o que ocorreu também com o diâmetro entre os tipos de fibras (47,96  $\mu\text{m}$ ). Animais ANZ apresentaram as fibras do tipo FOG (48,32  $\mu\text{m}$ ) e SO (52,42  $\mu\text{m}$ ) com maiores diâmetros. O processo de maturação melhorou a qualidade da carne, principalmente, a maciez. Os melhores resultados (força de cisalhamento, perdas de líquidos e cor) foram encontrados aos 14 dias de maturação.

**Palavras-chave:** cruzamento industrial, fibra muscular, maciez, retenção de água

## **II - Genetic Group, levels of fat thickness and aged time on the quality of meet from bulls finished in feedlot**

### **ABSTRACT**

This study was carried out to evaluate the quality of the aging meet from cattle of three genetic groups (ZEB - Zebu, LIZ - Limousin vs Zebu and ANZ - Red Angus vs Zebu) slaughtered at one of two fat thickness levels (3.4 or 4.8 mm). It was used 36 bulls slaughtered after 115 or 147 days of feedlot. Samples of *Longissimus* muscle were evaluated after the period of zero, 14 or 28 days of aging. There was an interaction between the genetic group ANZ and the fat thickness with the characteristics of redness ( $a^*$ ), pH, shear force (SF), losses at thawing (LT) and at cooking (LC). The slaughter of ANZ bulls with lower fat thickness levels (3.4 mm) provided the best redness (14.89 degrees) and pH (5.71), while the slaughter of ANZ bulls with a greater fat thickness (4.8 mm) resulted in better SF (2.66 kgf/cm<sup>2</sup>), LT (2.61%) and LC (14.58%). The other genetic groups showed differences when slaughtered at 3.4 mm of fat thickness levels. The results showed that the meat from the ZEB bovines had the "DFD" problem. The ZEB produced meat with worse color and had higher final pH (6.26) than the crossbred groups (LIZ and ANZ). The meat of these animals had lower SF (2.64 kgf/cm<sup>2</sup>), LT (2.09%) and LC (13.52%) when compared to LIZ (2.96 kgf/cm<sup>2</sup>, 3.05% and 16.99%, respectively) and ANZ (3.25 kgf/cm<sup>2</sup>, 3.26% and 17.89%, respectively). Type FOG fibers (fast twitch and oxidative and glycolytic metabolism) showed the highest incidence (44.05%), regardless the genetic group, and the SO type (slow twitch and oxidative metabolism) was less frequent (21.08%). ANZ bulls had the highest frequency of FOG fibers (49.42%) and the lowest of SO fibers (17.18%). The FG fiber type (fast twitch and glycolytic metabolism) did not differ between the genetic groups (34.86%), which also occurred with the diameter of the fiber types (47.96  $\mu$ m). The ANZ animals

showed FOG (48.32 mm) and SO (52.42  $\mu\text{m}$ ) fiber types with the largest diameters. The aging process improved the quality of the meat, especially its tenderness. The best results (shear force, fluid losses and color) were found at 14 days aging.

**Key words:** Crossbred, Water retention, Muscle fiber, Tenderness

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior exportador mundial de carne bovina, com aproximadamente 2,3 milhões de toneladas ao ano (Anualpec, 2008). No entanto, o valor pago pela carne brasileira é baixo em função da sua qualidade, que na maior parte das vezes, é atribuída ao genótipo do gado brasileiro, constituído principalmente por zebuínos. Estes são conhecidos pela produção de carne com menor maciez em relação aos taurinos (Restle et al., 2003).

O perfil dos consumidores de carne tem passado por mudanças, principalmente no que se refere à busca por melhor qualidade. Entre as características que influenciam a qualidade do produto final, a maciez da carne está entre as mais importantes (Jeleníková et al., 2008). No momento da compra os consumidores também costumam avaliar a cor do músculo e as perdas de líquidos, que influenciarão, de modo geral, nas características de palatabilidade e suculência. Embora, no Brasil, a cadeia produtiva ainda esteja voltada para o aumento da produtividade, é importante estudos sobre a qualidade da carne e métodos que propiciem sua melhoria e apresentação.

A maciez da carne pode ser influenciada por diversos mecanismos, e o entendimento destes se faz necessário para que seja possível o controle da sua qualidade. A raça ou o grupo genético está entre os fatores *ante mortem* que apresentam efeito sobre a maciez da carne (Denoyelle e Lebihan, 2004). A alimentação, idade (Denoyelle e Lebihan, 2004), sexo (Jeleníková et al., 2008), temperamento (Behrends et al., 2009), manejo pré e pós-abate (Jeleníková et al., 2008) e as tecnologias de amaciamento *pós-mortem* (Bianchini et al., 2007) também exercem influência na qualidade da carne.

Com o intuito de melhorar a qualidade da carne bovina, diversas tecnologias têm sido desenvolvidas, entre elas o cruzamento de *Bos taurus indicus* e *Bos taurus taurus* (Prado et al., 2008a; b). No Brasil, esta técnica tem sido realizada com o objetivo de melhorar o desempenho zootécnico dos zebuínos, que são adaptados às condições climáticas do país, além de melhorar a deposição de gordura e maciez da carne, uma vez que os taurinos apresentam maior deposição de gordura (Prado et al., 2008b). A melhora na maciez da carne obtida pelo cruzamento industrial pode estar relacionada à atividade enzimática do músculo, o tipo e o diâmetro das fibras musculares (Lepetit, 2008).

Por outro lado, além do cruzamento industrial, o grau de acabamento dos animais é outra variável importante sobre a qualidade da carne. A gordura subcutânea tem a função de atuar como isolante térmico durante o resfriamento, para evitar o encurtamento das fibras musculares, que resultaria em carne dura. Ainda, a gordura influencia na perda de peso da carcaça (desidratação) e cor da carne durante o resfriamento (Prado et al., 2008a; b).

Mesmo com o cruzamento industrial e o abate de animais com adequado grau de acabamento, ainda assim é possível observar inconstância na maciez da carne. A falta de padronização na maciez da carne é um problema que pode ser solucionado pela técnica da maturação dos cortes embalados a vácuo. A maturação da carne consiste em mantê-la, após o processo de *rigor mortis*, sob refrigeração, por um período de tempo que pode variar de sete a 28 dias após o abate (Bianchini et al., 2007). A maciez se desenvolve pela atuação de enzimas endógenas responsáveis pela proteólise miofibrilar. As principais enzimas presentes nesse processo são as calpaínas, responsáveis pelo amaciamento, e a calpastatina, inibidora das calpaínas (Gruber et al., 2006). Assim, o processo de maturação pode servir para melhorar a qualidade da carne bovina.

Este trabalho foi desenvolvido com objetivo de avaliar o efeito do grupo genético, grau de acabamento da carcaça e tempo de maturação sobre a qualidade da carne de bovinos inteiros terminados em confinamento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local, animais e manejo**

O experimento foi desenvolvido no Setor de Bovinocultura de Corte do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), na Estação Experimental de Paranavaí, localizada na região Noroeste do Paraná, Sul do Brasil. Foi aprovado pelo Comitê de Produção Animal da Universidade Estadual de Maringá (CIOMS/OMS, 1985) e seguiu os princípios da bioética de pesquisa com animais. As análises laboratoriais da carne foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, no Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa (Comcap) e no Laboratório de Histoquímica da Universidade Estadual de Maringá.

Foram utilizados 36 machos não castrados pertencentes ao rebanho do Instituto Agrônômico do Paraná – Iapar. No início do confinamento os bovinos apresentavam idade média de 21 meses e 330 kg de peso vivo. Ao final do experimento os bovinos estavam com idade inferior a 26 meses e 518 kg de peso vivo. Os bovinos foram alojados em baias individuais, com acesso a comedouro e bebedouro. Os bovinos foram alimentados duas vezes ao dia (8 h e 15 h) com concentrado à base de farelo de soja, milho, ureia, calcário e sal mineral e como fonte de volumoso, silagem de sorgo e cana-de-açúcar.

## **Tratamentos**

*Grupo genético:* foram estudados os seguintes grupos genéticos: 1. ZEB – animais Zebu (n = 10); 2. LIZ – animais Limousin vs. Zebu (n = 12) e ANZ – animais Red Angus vs. Zebu (n = 14).

*Grau de acabamento:* os bovinos foram abatidos quando alcançaram o acabamento previsto de 3,0 e 5,0 mm de espessura de gordura de cobertura (EGC) entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas. A gordura de cobertura foi monitorada com uso do aparelho de ultrassonografia (ALOKA 500 munido de Transdutor UST-5049-3,5) segundo Herring et al. (1994) a cada 28 dias, no momento da pesagem. Todavia, após o abate, a EGC determinada com uso de paquímetro foi de 3,4 e 4,8 mm. Os bovinos com menor grau de acabamento foram abatidos após 115 dias de confinamento e os com maior grau de acabamento foram abatidos após 147 dias de confinamento.

*Tempo de maturação:* a primeira amostra retirada do músculo *Longissimus* no sentido caudo cranial foi embalada a vácuo e congelada a -18°C após 24 h do abate, constituindo assim o tratamento-testemunha (T0). A segunda amostra foi maturada por 14 dias (T14) e a terceira amostra maturada por 28 dias (T28). A maturação foi realizada em refrigerador a 2°C por 14 ou 28 dias. Após cada tempo de maturação, as carnes foram congeladas a -18°C com a finalidade de paralisar o processo de maturação e, posteriormente, realizaram-se as análises.

## **Abate e amostragens**

Ao final do confinamento, os bovinos foram abatidos em um frigorífico comercial distante 20 km do Iapar, após repouso e jejum de 14 h. Os animais foram insensibilizados por meio de concussão cerebral (pistola pneumática), seguido do abate pela secção da veia jugular. A carcaça foi serrada medialmente pelo esterno e coluna

vertebral. As meias carcaças foram identificadas e levadas para câmara fria, mantida a 2°C durante 24 h. Após 24 h de resfriamento, retirou-se de cada meia carcaça uma amostra do músculo *Longissimus* entre a 10<sup>a</sup>. e 12<sup>a</sup>. costelas de aproximadamente 20 cm de comprimento. De cada corte foi retirada a camada de gordura de cobertura e foram coletadas três amostras de aproximadamente 2,5 cm de espessura. As amostras foram embaladas a vácuo, maturadas e posteriormente congeladas.

### **Análises de laboratório**

*Tipos, frequência e diâmetro das fibras musculares:* os tipos, a frequência e o diâmetro das fibras musculares foram avaliados de acordo com o grupo genético. As amostras foram coletadas na linha de abate do frigorífico, logo após o momento em que as carcaças foram serradas ao meio. Foram coletadas amostras de aproximadamente 2,0 cm de comprimento por 2,0 cm de espessura do músculo *Longissimus* de cada meia carcaça direita, sempre na altura da 9<sup>a</sup> costela. As amostras foram mantidas em temperatura ambiente por aproximadamente 20 min. Da amostra coletada, retirou-se um fragmento de 1,0 cm de comprimento por 0,5 cm de espessura. Este fragmento foi passado em talco para preservação do tecido (Moline e Glenner, 1964) e, em seguida, imerso em um recipiente contendo nitrogênio líquido por 1 min. Logo após, as amostras foram acondicionadas em *eppendorfs*, identificadas, transportadas em nitrogênio líquido e, posteriormente, armazenadas a -80°C para as posteriores análises.

Para a realização das análises do tipo e frequência das fibras musculares, as amostras de tecido foram transferidas para a câmara de um micrótomo criostato, e permaneceram por aproximadamente 45 min a -20°C. Em seguida, foram fixadas perpendicularmente aos suportes metálicos com resina Tissue tek – Optimal Critical Temperature (OCT), e submetidas a uma série de cortes histológicos com 10 µm de

espessura (Pullen, 1977). Os cortes obtidos foram colhidos em lâminas histológicas previamente aquecidas a 40°C. Para cada amostra de cada um dos animais, foram coletados quatro cortes em uma única lâmina.

Utilizou-se a técnica modificada por Dubowitz e Brooke (1973) para a demonstração da atividade da Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Tetrázolium Redutase (NADH-TR). Esta técnica permitiu a classificação e conseqüentemente o cálculo das porcentagens dos diferentes tipos de fibras musculares, além de possibilitar a medição do diâmetro das fibras. A nomenclatura adotada para os diferentes tipos de fibras obedeceu aos critérios de Peter et al. (1972) que classificaram as fibras em SO (fibras de contração lenta, metabolismo oxidativo e coloração vermelha – slow-twitch oxidative), FOG (contração rápida, metabolismo oxidativo-glicolítico e coloração intermediária – fast-twitch oxidative glycolytic) e FG (contração rápida, metabolismo glicolítico e coloração branca – fast-twitch glycolytic).

O tamanho da fibra foi avaliado pela medida do seu menor diâmetro (Dubowitz e Brooke, 1984). Para a leitura dos campos, utilizou-se um microscópio ótico (Olympus, com objetiva de 10x), acoplado ao analisador de imagens de microscopia e a um computador com programa de análise de imagens (Image-Pro Plus, versão 4.5.1.22).

Para a contagem, estabelecimento das frequências (%) e obtenção do diâmetro dos tipos de fibras musculares foram analisados, em média, 10 campos microscópicos aleatórios por lâmina e 15 fibras por campo, num total de 150 observações por lâmina e 1.500 fibras para o grupo genético ZEB, 1.800 fibras para o LIZ e 2.100 fibras para o ANZ.

*pH da carne:* o pH final da carne foi medido pela técnica do potenciômetro, descrito por Lanara (1981). Para isto, misturaram-se 50 g do músculo homogeneizado

com 10 mL de água deionizada (pH 7) e, na sequência, realizou-se a leitura da amostra com pHmetro de bancada (Tec-3MP, Tecnal, Brasil).

*Força de cisalhamento:* para a análise de força de cisalhamento, foi adotado o procedimento padronizado e proposto por Wheeler et al. (1995). Utilizaram-se as amostras das análises de perda de água por descongelamento e cocção, e após a cocção, as amostras permaneceram armazenadas por 24 h a  $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Foram retiradas seis subamostras cilíndricas paralelamente ao sentido das fibras de 2,5 cm de comprimento e 1,0 cm de diâmetro, utilizando-se um amostrador de aço da forma cilíndrica de cada amostra. Subamostras que apresentaram muito tecido conectivo foram descartadas. A força de cisalhamento foi tomada perpendicularmente à orientação das fibras musculares com a lâmina Warner-Bratzler Shear adaptada no texturômetro Stable Mycro Systems TA-XT2i. As velocidades utilizadas foram de 1,0 mm/s no pré-teste e no teste e de 5,0 mm/s no pós-teste. Os resultados foram expressos em kgf. As médias das leituras de cada amostra foram utilizadas na análise estatística.

*Perdas de líquidos totais:* as perdas foram avaliadas utilizando-se duas metodologias: perda de água no descongelamento e perda de água na cocção. A perda de água no descongelamento foi obtida pela diferença de peso da amostra congelada e após o degelo por 24 h na temperatura de  $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . A perda de água na cocção foi obtida pela diferença de peso da amostra descongelada e após o cozimento em forno pré-aquecido a  $170^{\circ}\text{C}$  até alcançarem a temperatura interna de aproximadamente  $71^{\circ}\text{C}$ .

*Coloração:* para análise de cor, as amostras ficaram expostas ao ar por 40 min para a reação da mioglobina com o oxigênio atmosférico. Em seguida, a cor foi medida pelo aparelho colorímetro portátil Minolta® CR10, com esfera de integração e ângulo de visão de  $8^{\circ}$  e iluminante C. A avaliação da cor foi baseada no sistema CIELab, que avalia a cor pela reflectância da luz em três dimensões:  $L^*$  que representa luminosidade

e  $a^*$  e  $b^*$  que representam a saturação (croma) e a tonalidade (cor). O valor de  $L^*$  igual a zero corresponde ao preto e 100 ao branco. Os valores de  $a^*$  variam do  $-a^*$  que representa o verde ao  $+a^*$ , o vermelho. O valor de  $-b^*$  ao azul e  $+b^*$  corresponde ao amarelo. Para cada amostra foram realizadas três leituras e para a análise estatística utilizou-se o valor médio de cada amostra.

### **Análises estatísticas**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado e os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, utilizando-se o pacote estatístico SAS (2001). Para a análise das características de força de cisalhamento, capacidade de retenção de água, pH e cor os efeitos primários (grupo genético, grau de acabamento e tempo de maturação) foram comparados adotando-se um nível de 5% de significância e o mesmo foi realizado quando a interação foi significativa para a comparação entre os fatores, de acordo com o modelo a seguir:

$$Y_{ijkl} = \mu + G_i + A_j + M_k + (GAM)_{ijk} + e_{ijkl}.$$

Em que:  $Y_{ijkl}$  = observação do animal  $l$  submetido ao tratamento  $i$ ,  $j$  e  $k$ ;  $\mu$  = constante geral;  $G_i$  = efeito do grupo genético  $i$  e  $i = 1, 2, 3$ ;  $A_j$  = efeito do grau de acabamento da carcaça  $j$  e  $j = 1, 2$ ;  $M_k$  = efeito do tempo de maturação da carne  $k$  e  $k = 1, 2, 3$ ;  $GAM_{ijk}$  = interação do grupo genético de ordem  $i$  x grau de acabamento de ordem  $j$  x tempo de maturação de ordem  $k$ ;  $e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação  $Y_{ijk}$ .

Para a análise da frequência e diâmetro das fibras musculares, os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, utilizando-se o programa SAS (2001), de acordo com o modelo a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + F_j + e_{ijk}.$$

Em que:  $Y_{ijk}$  = observação do animal  $k$  submetido ao tratamento  $i$  e  $j$ ;  $\mu$  = constante geral;  $G_i$  = efeito do grupo genético  $i$  e  $i = 1, 2, 3$ ;  $F_j$  = efeito do tipo de fibra  $j$  e  $j = 1, 2, 3$ ;  $e_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação  $Y_{ij}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre grupo genético e tempo de maturação da carne. Desta forma, os resultados foram apresentados e discutidos considerando essas variáveis como efeitos principais. Por outro lado, a interação entre grupo genético e grau de acabamento foi significativa ( $P < 0,05$ ) para a intensidade de vermelho ( $a^*$ ), pH, força de cisalhamento e perdas ao descongelamento e à cocção da carne (Tabela 1).

### Grupos genéticos e graus de acabamento

#### *Frequência das fibras musculares*

Bovinos do grupo genético ZEB apresentam maior ( $P < 0,05$ ) frequência de fibras de contração lenta, metabolismo oxidativo e coloração vermelha – slow-twitch oxidative (SO – 24,70%) em relação aos bovinos do grupo genético ANZ (17,18%); enquanto o grupo genético LIZ apresentou frequência semelhante ( $P > 0,05$ ) aos dois grupos genéticos (21,36%) (Tabela 1).

Em relação às fibras do tipo de contração rápida, metabolismo oxidativo-glicolítico e coloração intermediária – fast-twitch oxidative glycolytic (FOG) maior ( $P < 0,05$ ) frequência foi observada nos bovinos do grupo genético ANZ (49,42%) em relação aos grupos genéticos ZEB (41,30%) e LIZ (41,45%), e estes dois últimos grupos foram semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ).

Para o tipo de fibras de contração rápida, metabolismo glicolítico e coloração branca – fast-twitch glycolytic (FG) não foi observada diferença ( $P>0,05$ ) entre os três grupos genéticos ( $P>0,05$ ).

Observa-se que animais zebuínos apresentam maior frequência de fibras do tipo SO (vermelha) em relação aos animais dos grupos genéticos que possuem genes de raças europeias em sua constituição. Tem sido sugerido que a maior frequência de fibras SO pode estar associada à produção de carnes “DFD”, causadas pelo estresse pré-abate (Zerouala e Stickland, 1991). Este fato pode ser confirmado neste estudo, visto que os animais ZEB que apresentaram a maior frequência deste tipo de fibra também apresentaram carnes com maior pH, coloração mais escura (menor luminosidade) e menores perdas de água que refletem em maior capacidade de retenção de água (Tabelas 2 e 3). Isto sugere que a maior propensão dos animais ZEB ao apresentarem a característica “DFD” está relacionada à maior frequência de fibras SO na composição de sua musculatura. Vestergaard et al. (2000) também observaram que carnes com maior frequência de fibras SO apresentaram coloração mais escura ( $L^*$ ).

Independente do grupo genético (ZEB, LIZ ou ANZ), a frequência de distribuição das fibras do tipo FOG (44,05%) foi maior ( $P<0,05$ ), seguida pelas fibras do tipo FG (34,86%), e as fibras SO foram as que apresentaram menor frequência (21,08%).

#### *Diâmetro das fibras musculares*

Bovinos do grupo genético ANZ apresentam maior ( $P<0,05$ ) diâmetro para as fibras SO (52,42  $\mu\text{m}$ ) em relação aos animais do grupo genético ZEB (46,48  $\mu\text{m}$ ); enquanto que o grupo genético LIZ apresentou diâmetro semelhante ( $P>0,05$ ) aos outros dois grupos genéticos (48,83  $\mu\text{m}$ ) (Tabela 1).

Em relação às fibras tipo FOG, o grupo genético ANZ também apresentou maior ( $P < 0,05$ ) diâmetro (49,42  $\mu\text{m}$ ) em relação aos grupos genéticos ZEB (41,30  $\mu\text{m}$ ) e LIZ (41,45  $\mu\text{m}$ ), e estes dois últimos grupos foram semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ). Para as fibras tipo FG, não se observou diferença ( $P > 0,05$ ) entre os três grupos genéticos.

Os maiores diâmetros das fibras SO e FOG do grupo ANZ podem ser atribuídos ao maior peso de abate destes animais. Os bovinos do grupo genético ANZ, no momento do abate apresentaram peso de 546,50 kg, enquanto os ZEB apresentavam 488,40 kg, que significa a superioridade de aproximadamente 10%. Este dado pode ser corroborado por Vestergaard et al. (2000) que também observaram maior diâmetro de fibras SO com o aumento do peso de abate dos animais.

Embora as fibras FG sejam conhecidas por possuírem maior diâmetro do que as fibras FOG e SO (Wegner et al., 2000), neste estudo não houve diferença no diâmetro das fibras entre os três diferentes tipos (Tabela 1). Outros autores também encontraram semelhança no diâmetro das fibras entre os tipos de fibras musculares (Ozawa et al., 2000).

#### *pH da carne*

O valor de pH no músculo *Longissimus* dos bovinos do grupo genético ZEB (6,30), abatidos com 3,4 mm de espessura de gordura de cobertura, foi maior ( $P < 0,05$ ) em comparação ao pH dos grupos genéticos LIZ (5,92) e ANZ (5,71) (Tabela 1). Os valores de pH dos grupos genéticos LIZ e ANZ foram semelhantes ( $P > 0,05$ ) entre eles.

Os valores de pH dos bovinos dos grupos genéticos ZEB, LIZ e ANZ abatidos com 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura foram semelhantes ( $P > 0,05$ ) (Tabela 2).

O valor do pH no músculo *Longissimus* dos bovinos do grupo genético ANZ abatidos com 3,4 mm de espessura de gordura de cobertura (5,71) foi inferior ( $P < 0,05$ ) ao pH dos bovinos abatidos com 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura (6,10). Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) do pH dos bovinos dos grupos genéticos ZEB e LIZ abatidos com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura (Tabela 2).

O pH final é regulado pelo conteúdo de glicogênio no músculo, o qual pode ser influenciado por vários fatores como, por exemplo, fibra muscular, dieta do animal, época do ano, transporte e principalmente pelo estresse (Jeleníková et al., 2008). Bovinos de origem zebuína são reconhecidos pela maior susceptibilidade ao estresse (Silva Sobrinho et al., 2005) em função do temperamento mais agressivo em relação aos bovinos de origem europeia. Este fato juntamente com a maior frequência de fibras do tipo SO justifica o maior valor de pH encontrado para músculo *Longissimus* de bovinos no grupo ZEB em relação à dos grupos LIZ e ANZ.

#### *Força de cisalhamento*

O valor da força de cisalhamento (Tabela 1) no músculo *Longissimus* dos bovinos do grupo genético ANZ (3,85 kgf/cm<sup>2</sup>) abatidos com 3,4 mm de espessura de gordura de cobertura foi maior ( $P < 0,05$ ) em comparação à força de cisalhamento dos grupos genéticos ZEB (2,55 kgf/cm<sup>2</sup>) e LIZ (3,01 kgf/cm<sup>2</sup>). Todavia, os valores de força de cisalhamento dos grupos genéticos ZEB e LIZ foram semelhantes ( $P > 0,05$ ) entre eles.

Os valores de força de cisalhamento (Tabela 2) dos bovinos dos grupos genéticos ZEB, LIZ e ANZ abatidos com 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura foram semelhantes ( $P > 0,05$ ).

O valor da força de cisalhamento do músculo *Longissimus* dos bovinos do grupo genético ANZ, abatidos com 3,4 mm de espessura de gordura de cobertura (3,85 kgf/cm<sup>2</sup>), foi maior ( $P < 0,05$ ) do que a força de cisalhamento dos bovinos abatidos com

4,8 mm de espessura de gordura de cobertura (2,66 kgf/cm<sup>2</sup>). Não houve diferença (P>0,05) na força de cisalhamento dos bovinos dos grupos genéticos ZEB e LIZ abatidos com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura (Tabela 2).

A semelhança entre os grupos genéticos para a força de cisalhamento no maior grau de acabamento (4,8 mm) evidencia a diminuição das diferenças entre raças em sistemas que permitem a produção de animais mais homogêneos, visto que os pesos de carcaças quente dos animais dos diferentes grupos genéticos foram semelhantes (281,95 kg). As carnes oriundas dos animais dos grupos ZEB e LIZ foram classificadas como extremamente macias de acordo com a classificação proposta por Judge et al. (1989), embora a carne oriunda dos ANZ esteja na faixa aceitável de maciez, inferior a 5 kgf (Lawrie, 2005).

Bovinos zebuínos são reconhecidos por produzirem carnes com menor maciez do que animais com participação de sangue *Bos taurus* em seu genótipo (Restle et al., 2003). No entanto, neste trabalho observou-se que os animais do grupo ZEB apresentaram carnes com maciez semelhante aos cruzados LIZ e mais macias em comparação aos cruzados ANZ. Atribui-se este resultado ao elevado pH encontrado na carne oriunda dos animais ZEB, que pode classificá-la como tipo “DFD” (*dark, firm, dry* – escura, textura firme e seca). Carnes “DFD” costumam ser mais macias que as normais (Lawrie, 1970), pois quando aquecidas ocorre maior fragmentação miofibrilar, além de haver menores perdas durante a cocção quando comparadas às carnes normais (Viljoen et al., 2002). Relação entre pH e maciez da carne tem sido demonstrada (Pulford et al., 2009), e revelam que o aumento do pH de 5,5 para 6,0 é responsável pelo decréscimo na maciez. Este efeito pode ser revertido quando ocorre a elevação do pH para valor superior a 6,0, em função de maior atividade das calpaínas (Pulford et al., 2009).

Outro fator que pode ter contribuído para o resultado observado é o menor diâmetro das fibras musculares dos ZEB (Tabela 1) em relação aos demais grupos genéticos. Estudos têm demonstrado que músculos com menores diâmetros de fibras também apresentaram redução da força de cisalhamento (Lepetit, 2008).

*Perdas de líquidos totais – perdas no descongelamento e cocção*

No menor grau de acabamento (3,4 mm) de espessura de gordura de cobertura, o grupo genético ZEB apresentou as menores perdas ( $P < 0,05$ ) de água tanto no descongelamento (2,14%) quanto na cocção (12,94%) em comparação aos grupos LIZ (3,45 e 18,19%) e ANZ (3,92 e 21,20%) (Tabela 2). Não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) entre os grupos genéticos LIZ e ANZ. Da mesma forma, para o maior grau de acabamento (4,8 mm) de espessura de gordura de cobertura não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os três grupos genéticos para as perdas de água no descongelamento ou na cocção.

Bovinos do grupo genético ANZ com maior grau de acabamento (4,8 mm) de espessura de gordura de cobertura apresentaram menor ( $P < 0,05$ ) perda de água tanto no momento do descongelamento como da cocção. Por outro lado, não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) entre os graus de acabamento (3,4 vs. 4,8 mm) de espessura de gordura de cobertura para os grupos genéticos ZEB e LIZ.

As menores perdas no descongelamento e na cocção encontradas para os animais do grupo ZEB também foram observadas por Bianchini et al. (2007). Estes resultados podem ser atribuídos ao maior pH observado nestes animais (Apple et al., 2005). Outro fator que pode ter contribuído para tal resultado é a maior percentagem de gordura presente na carcaça destes animais (24,38%) em relação aos LIZ e ANZ (19,87 e 21,35%, respectivamente). Carcaças com maior percentagem de gordura apresentam

menor perda na cocção (Sañudo et al., 1997), pois possuem conseqüentemente maior camada de gordura envolvendo o perimísio que podem funcionar como barreira para a saída de água antes e durante o cozimento da carne. Além disso, músculos com maior conteúdo de gordura apresentam menor conteúdo de água e o tipo de fibra muscular presente na carne também pode ter contribuído para as menores perdas de água na carne dos animais do grupo ZEB. Quando comparado com os grupos genéticos LIZ e ANZ, o grupo ZEB apresentou maior frequência de fibras do tipo SO (Tabela 1). Estas fibras demonstram correlação negativa com as perdas de água na carne de bovinos (Ryu e Kim, 2005).

A redução nas perdas ou aumento da capacidade de retenção de água das carnes de animais ANZ abatidos com maior grau de acabamento pode estar relacionada ao aumento do pH observado nestas carnes. Pflanzler e Felício (2009) também observaram que carcaças com maior deposição de gordura resultaram em menores perdas à cocção.

As perdas de líquido durante o descongelamento e cocção são medidas importantes para a qualidade da carne, pois estão associadas à suculência da mesma durante a degustação. As perdas durante o descongelamento e a cocção observadas nas carnes deste trabalho podem ser consideradas baixas em relação a outros trabalhos (Muchenje et al., 2009), demonstrando a maior capacidade de retenção de água, o que reitera a hipótese de que as carnes apresentaram a característica DFD.

#### *Luminosidade (L\*)*

As carnes dos bovinos do grupo genético ANZ apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) luminosidade (35,17 graus) em comparação às dos bovinos do grupo genético ZEB (33,22 graus). Bovinos do grupo genético LIZ apresentaram luminosidade intermediária (34,66) e semelhante ( $P > 0,05$ ) ao grupo genético ZEB (Tabela 3).

Bovinos abatidos com 3,4 mm de gordura de cobertura apresentaram carnes com maior luminosidade ( $P < 0,05$ ) em relação aos abatidos com 4,8 mm (35,14 e 33,56, respectivamente).

A luminosidade é influenciada pela quantidade de água na superfície da peça, consequência da capacidade de retenção de água e esta por sua vez do valor do pH final. Assim, o elevado valor de pH observado na carne dos ZEB (Tabela 2) determinou maior capacidade de retenção de água, que proporcionou maior absorção de luz, favorecendo o aspecto mais escuro da carne (Osório et al., 2009). Fato corroborado pela correlação negativa entre valor de pH e luminosidade (Vestergaard et al., 2000). Bovinos zebuínos, geralmente, apresentam carnes de coloração mais escura em relação a grupos genéticos que possuem maior quantidade de genes de raças europeias (Prado et al., 2008a).

As diferenças na luminosidade encontradas entre os grupos genéticos também podem ser atribuídas aos tipos de fibras musculares. As fibras SO são correlacionadas negativamente com a luminosidade (Ryu e Kim, 2005). A maior frequência de fibras SO encontrada nos ZEB (Tabela 3) pode ser responsável pela menor luminosidade da carne deste grupo genético.

#### *Intensidade de vermelho ( $a^*$ )*

A carne dos bovinos do grupo genético ANZ abatidos com 3,4 mm de espessura de gordura de cobertura apresentou a maior ( $P < 0,05$ ) intensidade de vermelho (14,89 pontos) em relação aos grupos ZEB (11,42 pontos) e LIZ (12,47 pontos). Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os grupos genéticos LIZ e ANZ (Tabela 3).

Em relação ao grau de acabamento, observou-se que as carnes oriundas do grupo genético ANZ abatidos com 3,4 mm de espessura de gordura de cobertura apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) intensidade de vermelho (14,89 pontos) em relação às carnes dos

animais abatidos com 4,8 mm (11,76 pontos). Por outro lado, não houve diferença ( $P>0,05$ ) para a intensidade de vermelho entre carnes dos animais dos grupos genéticos ZEB e LIZ abatidos com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura.

A maior intensidade de vermelho encontrada na carne dos animais do grupo genético ANZ está relacionada com o maior diâmetro das fibras musculares do tipo SO e FOG apresentada por estes animais visto que há correlação positiva entre o diâmetro das fibras SO e a intensidade de vermelho na carne (Ozawa et al., 2000).

#### *Intensidade de amarelo ( $b^*$ )*

Os grupos genéticos e o grau de acabamento não tiveram efeito ( $P>0,05$ ) sobre a intensidade de amarelo ( $b^*$ ) na carne de bovinos terminados em confinamento. Os valores de  $b^*$  demonstram que a intensidade de amarelo está dentro dos níveis aceitos como normais e preconizados por Muchenje et al. (2009), que variam de 6 a 11 pontos.

#### **Tempo de maturação**

##### *pH da carne*

O tempo de 28 dias de maturação (T28) reduziu ( $P<0,05$ ) o valor do pH final da carne (5,94) em relação aos T0 (6,11) e T14 (6,11), e estes últimos foram semelhantes ( $P>0,05$ ) entre si (Tabela 4). A redução do pH, aos 28 dias de maturação, pode ser atribuída ao desenvolvimento de bactérias (Huis in't Veld, 1996).

O pH final médio das carnes avaliadas neste estudo (6,02) situou-se na faixa que as classifica como “DFD” moderado. O pH 6,0 é considerado como um divisor entre o corte normal e o *dark-cutting* – corte escuro, (Fernandes et al., 2008). Esta observação indica que as carnes avaliadas apresentam uma condição que inspira cuidados em relação à vida de prateleira, uma vez que podem reter maior quantidade de água (Apple

et al., 2005). Animais inteiros, geralmente, apresentam nível de estresse maior no pré-abate; este fato deve ter desencadeado o consumo das reservas de glicogênio muscular, fazendo com que o pH final da carne permanecesse elevado (Ferguson e Warner, 2008).

#### *Força de cisalhamento*

A maturação apresentou efeito positivo sobre a maciez da carne quando avaliada pela força de cisalhamento (FC). A maturação por 14 dias proporcionou carnes com menor ( $P < 0,05$ ) valor de FC ( $2,60 \text{ kgf/cm}^2$ ), demonstrando ser mais macia do que aquelas que não foram maturadas ( $3,30 \text{ kgf/cm}^2$ ). A FC observada no T28 ( $2,96 \text{ kgf/cm}^2$ ) foi semelhante a ambos os tratamentos (Tabela 4). Este fato pode estar relacionado à maior perda de água ao descongelamento observado para este tratamento, uma vez que a quantidade de água presente na carne pode afetar a sua maciez. Tem sido observado que carnes com maior perda de água apresentam maiores valores para força de cisalhamento (Fernandes et al., 2008). Silva Sobrinho et al. (2005) observaram que carnes maturadas apresentam maiores perdas de água em relação àquelas que não são maturadas.

O avanço do tempo de maturação resulta em redução do valor da força de cisalhamento (Gruber et al., 2006), em função da proteólise dos componentes estruturais das miofibrilas. A atuação das enzimas proteolíticas ocasiona alterações no tecido muscular que são responsáveis pela diminuição da rigidez e aumento gradativo da maciez da carne (Koohmaraie, 1994).

As carnes analisadas podem ser consideradas extremamente macias, de acordo com a classificação proposta por Judge et al. (1989) em que músculos com valores de FC menores que  $3,6 \text{ kgf/cm}^2$  são assim classificados. A elevada maciez observada neste trabalho pode estar relacionada à idade de abate dos animais (inferior a 26 meses). É

importante ressaltar que as amostras foram congeladas por um período de aproximadamente quatro meses antes de serem realizadas as análises de força de cisalhamento. De acordo com Shanks et al. (2002), a avaliação da força de cisalhamento com amostras maturadas congeladas pode apresentar redução do valor de FC. Outro fator que pode ter contribuído para a elevada maciez encontrada é o alto pH observado. Lawrie (1970) relatou que carnes tipo "DFD", com pH acima de 5,8, costumam ser mais macias que as normais. A menor maciez em valores intermediários de pH final tem sido atribuída a efeitos diretos do pH sobre a atividade das enzimas proteolíticas que degradam a estrutura miofibrilar do músculo (Jeleníková et al., 2008).

#### *Perda de líquidos totais – perdas no descongelamento e na cocção*

As perdas de água no processo de descongelamento foram maiores (5,09%) para as carnes maturadas durante 28 dias (T28), do que as perdas para as carnes dos tratamentos sem maturação (T0 – 2,48%), e para as carnes maturadas durante 14 dias (T14 – 2,44%). Não houve diferença ( $P>0,05$ ) para as perdas de água para as carnes dos tratamentos T0 e T14.

Por outro lado, o tempo de maturação das carnes não teve efeito ( $P>0,05$ ) nas perdas de água no processo de cocção.

Acredita-se que nas amostras submetidas ao T28 tenha ocorrido maior proteólise pelas enzimas da maturação (Koohmaraie e Geesink, 2006) em relação aos demais tratamentos o que deve ter desencadeado maior ruptura das membranas celulares e conseqüentemente resultado em maiores perdas de líquido da carne no descongelamento. Além disto, o pH final das amostras também pode ter contribuído para a maior perda de água no descongelamento das amostras do T28, uma vez que esta característica apresenta correlação negativa com o valor do pH. A redução da

capacidade de retenção de água ocorre quando o pH muscular diminui e se aproxima cada vez mais do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares. Quando isto ocorre, as cargas elétricas das proteínas miofibrilares tendem a se atrair e não mais se ligar com a água (Hedrick et al., 1994). A semelhança entre os tempos de maturação para a perda de água na cocção pode estar relacionada ao grau de gelatinização do colágeno desenvolvido com a maturação e a exposição dos músculos às proteases degradativas. Estes fatores causam alterações no tecido conectivo intramuscular e à membrana que envolve os tecidos. Desta forma, este processo limita a habilidade do colágeno para encolher com o aquecimento e, portanto, reduz as perdas de líquido (Balley, 1985).

### *Luminosidade*

As carnes maturadas (T14 – 34,53 graus e T28 – 35,97 graus) apresentaram valores semelhantes ( $P>0,05$ ) entre si para luminosidade ( $L^*$ ), mas superiores ( $P<0,05$ ) em relação à carne que não passou pelo processo de maturação (T0 – 32,54 graus). A maturação (T14 e T28) proporcionou carnes mais claras do que aquelas que não passaram por este tratamento (T0). Apenas as carnes maturadas apresentaram luminosidade dentro dos limites considerados normais para a carne bovina. Muchenje et al. (2009) descrevem que, em bovinos, a amplitude de  $L^*$  varia entre 33,2 a 41,0.

As carcaças das quais as carnes foram oriundas apresentavam adequada cobertura de gordura subcutânea, tornando improvável a hipótese de o escurecimento estar relacionado à desidratação pelo frio. As diferenças encontradas para a luminosidade podem ser atribuídas em parte à variação do pH observada, uma vez que existe correlação negativa entre a luminosidade da carne e pH (Muchenje et al., 2008). Fibras musculares com pH elevado ficam distendidas no meio cárneo, formando uma barreira à difusão de oxigênio e à absorção da luz (Silva Sobrinho et al., 2005), o que as tornam

mais escuras. Além da influência do pH sobre a luminosidade da carne, outro fator capaz de ter causado as diferenças observadas, neste trabalho, pode ser a quantidade de água na superfície das carnes, consequência da capacidade de retenção de água (Purchas, 1990). As carnes que não sofreram o processo de maturação apresentaram elevado pH, além de possuírem maior capacidade de retenção de água, o que consequentemente proporcionou menor luminosidade à mesma.

#### *Intensidade de vermelho ( $a^*$ )*

Na avaliação da intensidade de vermelho ( $a^*$ ), observou-se que as carnes do T28 apresentaram os menores valores (9,82 graus) ( $P < 0,05$ ), em relação às carnes dos T0 (13,78 graus) e T14 (13,83 graus), e os dois últimos tratamentos foram semelhantes entre si ( $P > 0,05$ ) (Tabela 4). Estes resultados indicam que o maior tempo de maturação provocou redução da coloração vermelha ao passo que aumentou a tonalidade verde da carne. Esta diferença demonstrada pela avaliação objetiva de  $a^*$  foi facilmente observada visualmente. As amostras maturadas por 28 dias apresentavam-se visivelmente mais acinzentadas e/ou esverdeadas em relação aos demais tratamentos. Além da alteração da cor, ao serem retiradas das embalagens, as amostras maturadas por 28 dias apresentaram odores desagradáveis.

A embalagem a vácuo proporciona uma condição de anaerobiose, que inibe o crescimento de bactérias aeróbicas; no entanto, bactérias lácticas são capazes de se desenvolver rapidamente em condições de baixas temperaturas e tensão de oxigênio (Bromberg, 2005). Como resultado à ação das bactérias lácticas, ocorre fermentação dos carboidratos e há formação de limosidade e produção de dióxido de carbono, o que acarreta na queda de valores de pH e surgimento de odores “azedos” (Huis in't Veld, 1996). Neste trabalho constatou-se que houve redução do pH das carnes do T28, mesmo

assim, as carnes de todos os tratamentos apresentaram pH final considerado elevado (Tabela 4). Valores elevados de pH na carne propicia o crescimento de microrganismos. As enterobactérias também podem ser responsáveis pela produção de odores desagradáveis e pelo esverdeamento da carne, pela sua ação sobre o metabolismo dos aminoácidos que resulta na produção de aminas, sulfeto de hidrogênio e sulfetos orgânicos (Bromberg, 2005). Atribui-se a presença de tais bactérias à contaminação inicial da carne.

Os valores de  $a^*$  dos tratamentos indicam que a intensidade de vermelho foi baixa, pois de acordo com Purchas (1988) valores ideais de  $a^*$  devem situar-se entre 18 e 22. A variável  $a^*$  está relacionada ao conteúdo de mioglobina no músculo (Sañudo et al., 1997), assim a reduzida intensidade de vermelho encontrada pode ser atribuída ao fato das carnes serem oriundas de animais jovens que apresentam menores teores deste pigmento no músculo. A baixa intensidade de vermelho observada também pode estar correlacionada ao elevado pH final da carne (Muchenjea et al., 2009).

#### *Intensidade de amarelo ( $b^*$ )*

A carne que não foi maturada (T0) apresentou menor ( $P < 0,05$ ) intensidade de amarelo (6,86 graus) em relação às carnes que passaram por este tratamento (T14 – 7,96; T28 – 8,16 graus), e não houve diferenças ( $P > 0,05$ ) entre esses dois tempos de maturação. O índice de amarelo apresentou comportamento semelhante à luminosidade.

## **IMPLICAÇÕES**

O pH, a capacidade de retenção de água, a cor, a maciez e o tipo de fibra muscular são influenciados pelo grupo genético. O grau de acabamento pode exercer importante

papel na qualidade da carne produzida. Diferenças entre grupos genéticos foram verificadas no menor grau de acabamento da carcaça (3,4 mm de espessura de gordura de cobertura), ao passo que estas diferenças deixaram de existir quando o abate dos animais ocorreu com maior grau de acabamento (4,8 mm). O processo de maturação por 14 dias melhora a qualidade da carne bovina.

### CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

- Anualpec. 2008. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, p.504.
- Apple, J. K., Kegley, E. B., Galloway, D. L., Wistuba, T. J., and Rakes, L. K. 2005. Duration of restraint and isolation stress as a model to study the darkcutting condition in cattle. *J. Anim. Sci.* 83: 1202-1214.
- Balley, A.J. 1985. The role of collagen in the development of muscle and its relationship to eating quality. *J. Anim. Sci.* 60: 1580-1587.
- Behrends, S.M., Miller, R.K., Rouquette Jr, F.M., Randel, R.D., Warrington B.G., Forbes, T.D.A., Welsh, T.H., Lippke, H., Behrends, J.M., Carstens, G.E. and Holloway, J.W. 2009. Relationship of temperament, growth, carcass characteristics and tenderness in beef steers. *Meat Sci.* 81: 433-438.
- Bianchini, W., Silveira, A. C., Jorge, A. M., Arrigoni, M. B., Martins, C. L., Rodrigues, E., Hadlich, J. C., Andrighetto, C. 2007. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. *Rev. Bras. Zoot.* 36: 2109-2117.
- Bromberg, R. 2005. Biodeterioração de carne bovina *in natura* embalada a vácuo. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, 2005, São Pedro. Anais... São Pedro, Instituto de Tecnologia de Alimentos. v.3.

- Cioms/OMS. 1985. Council for International Organizations of Medical Services. WHO Distribution and sales service, 1211 Geneva 27, Switzerland, International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals.
- Denoyelle, C. e Lebihan, E. 2004. Intramuscular variation in beef tenderness. *Meat Sci.* 66: 241-247.
- Dubowitz, V. e Brooke, M.H. 1973. *Muscle biopsy: a modern approach*. London: Saunders, 220p.
- Dubowitz, V. e Brooke, M.H. 1984. *Muscle biopsy*: London: Saunders, 472p.
- Ferguson, D.M., e Warner, R.D. 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? Review. *Meat Sci.* 80: 12-19.
- Fernandes, A.R.M., Samapaio, A.A.M., Henrique, W., Oliveira, E.A., Tullio, R.R., Percin, D. 2008. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.* 60: 139-147.
- Gruber, S.L., Tatum, J.D., Scanza, J.A., Chapman, P.L., Smith, G.C., Belk, K.E. 2006. Effects of postmortem aging and USDA quality grade on Warner-Bratzler shear force values of seventeen individual beef muscles. *J. Anim. Sci.* 84: 3387-3396.
- Hedrick, H.B., Aberle, E.D., Forrest, J.C., Judge, M.D., Merkel, R.A. 1994. *Principles of meat science*. 3.ed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company. 354p.
- Herring, W., Bertrand, J. K., Benyshek, L. L. Miller, D. C. 1994. Comparison of live and carcass equations predicting percentage of cutability, retail products weight and trimable fat in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 72: 1107-1118.
- Huis in't Veld, J.H.J. 1996. Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview. *Internat. J. Food Microbiology*, 33: 1-8.
- Jeleníková, J., Pipek, P., Staruch, L. 2008. The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. *Meat Sci.* 80: 870-874.

- Judge, M.D., Aberle, E.D., Forrest, J.C., Hedrick, H.B., Merkel, R.A. 1989. Principles of meat science. 2ed. Iowa : Kendall Hunt. 351p.
- Koohmaraie, M. 1994. Muscle proteinases and meat aging. *Meat Sci.* 36: 93-104.
- Koohmaraie, M. e Geesink, G.H. 2006. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. *Meat Sci.* 74: 34-43.
- Lanara. 1981. Laboratório Nacional de Referência Animal. Métodos de análises oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. Brasília, DF.
- Lawrie, R. A. 1970. Ciência de la carne. Zaragoza: Acribia. 342p.
- Lawrie, R. A. 2005. Ciência da carne. Trad. Jane Maria Rubensam. 6.ed. Porto Alegre: Artmed. 384p.
- Lepetit, J. 2008. Collagen contribution to meat toughness: Theoretical aspects. *Meat Sci.* 80: 960-967.
- Moline, S.W., Glenner, G.G. 1964. Ultrarapid tissue freezing in liquid nitrogen. *J. Histochemistry and Cytochemistry.* 12:777-783.
- Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Raats, J.G., Strydom, P.E. 2008. Meat quality of Nguni, Bonsmara and Aberdeen Angus steers raised on natural pasture in the Eastern Cape, South Africa. *Meat Sci.* 79 : 20-28.
- Muchenje, V., Dzama, K., Chimonyo, M., Strydom, P.E., Raats, J. G. 2009. Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. *Meat Sci.* 81: 653-657.
- Osório, J.C.S., Osório, M.T.M., Sañudo, C. 2009. Características sensoriais da carne ovina. *Rev. Bras. Zoot.* 38: 292-300.
- Ozawa, S., Mitsuhashi, T., Mitsumoto, M., Matsumoto, S., Itoh, N., Itagaki, K., Kohno, Y., Dohgo, T. 2000. The characteristics of muscle fiber types of longissimus

- thoracis muscle and their influences on the quantity and quality of meat from Japanese Black steers. *Meat Sci.* 54: 65-70.
- Peter, J.B., Barnard, R.J., Edgerton, V. R., Gillespie, C.A., Stempel, K. E. 1972. Metabolic profiles of three types of fibers of skeletal muscles in guinea pig and rabbits. *Biochemistry.* 11: 2627-2633.
- Pflanzer, S.B. e Felicio, P.E. 2009. Effects of teeth maturity and fatness of nellore (*bos indicus*) steer carcasses on instrumental and sensory tenderness. 2009. *Meat Sci.* 83: 697-701.
- Prado, I.N., Prado, R.M., Rotta, P.P., Visentainer, J.V., Moletta, J.L., Perotto, D., 2008a. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of crossbred bulls (*Bos taurus indicus* vs *Bos taurus taurus*) finished in feedlot. *J. Anim. Feed Sci.* 17: 295-306.
- Prado, I.N., Rotta, P.P., Prado, R.M., Visentainer, J.V., Moletta, J.L., Perotto, D., 2008b. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Purunã and ½ Puruna vs. ½ Canchin bulls. *Asian-Austr. J. Anim. Sci.* 21: 1296-1302.
- Pulford, D. J., Dobbie, P., Fraga Vazquez, S., Fraser-Smith, E., Frost, D. A., Morris, C. A. 2009. Variation in bull beef quality due to ultimate muscle pH is correlated to endopeptidase and small heat shock protein levels. *Meat Sci.* 83:1-9.
- Pullen, A.H. 1977. The distribution and relative sized of fibre types in the extensor digitorum longus and soleus muscles of the adult rat. *J. of Anatomy.* 123:467-86.
- Purchas, R. W. 1988. Some experience with dark-cutting beef in New Zealand. In: Workshop of Australia Meat and Livestock Research and Development Corporation, 1988, Sydney. Proceedings...Sydney, p. 42-51.

- Purchas, R. W. 1990. An assessment of the role of pH differences in determining the relative tenderness of meat from bulls and steers. *Meat Sci.* 27: 129-140.
- Restle, J., Vaz, F.N., Bernardes, R.A.L.C., Pascoal, L.L., Menezes, L.F.G., Pacheco, P. S. 2003. Características de carcaça e da carne de vacas de descarte de diferentes genótipos Charolês x Nelore, terminadas em confinamento. *Ciência Rural.* 33: 345-350.
- Ryu, Y.C. e Kim, B.C. 2005. The relationship between muscle fiber characteristics, postmortem metabolic rate, and meat quality of pig *longissimus dorsi* muscle. *Meat Sci.* 71: 351-357.
- Sañudo, C., Campo, M.M., Sierra, I., Maria, G.A., Olleta, J.L., Santolaria, P. 1997. Breed effect on carcass and meta quality of suckling lambs. *Meat Sci.* 46: 357-365.
- Shanks, B.C., Wulf, D.M. e Maddock, R.J. 2002. Technical note: The effect of freezing on Warner-Bratzler shear force values of beef *longissimus* steaks across several postmortem aging periods. *J. Anim. Sci.* 80: 2122–2125.
- Silva Sobrinho, A.G., Purchas, R.W., Kadim, I.T., Yamamoto, S.M. 2005. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. *Rev. Bras. Zootec.* 34: 1070-1078.
- SAS Institute Inc. 2001, SAS/STAT User`s guide: statistic. SAS Institute Inc., Cary, North Carolina.
- Vestergaard, M., Oksbjerg, N., Henckel, P. 2000. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fiber characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls. *Meat Sci.* 54: 177-185.
- Viljoen, H.F., Kock, H.L., Webb, E.C. 2002. Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal pH beef steaks. *Meat Sci.* 61: 181-185.

- Wegner, J., Albrecht, E., Fiedler, I., Teuscher, F., Papstein, H.J., Ender, K. 2000. Growth- and breed-related changes of muscle fiber characteristics in cattle. *J. Anim. Sci.* 78: 1485-1496.
- Wheeler, T.L., Koochmaraie, M., Shackelford, S.D. 1995. Standardized Warner-Bratzler shear force procedures for meat tenderness measurement [Online]. Disponível: [http://192.133.74.26/MRU\\_WWW/protocol/WBS.html](http://192.133.74.26/MRU_WWW/protocol/WBS.html).
- Zerouala, A. C. e Stickland, N. C. 1991. Cattle at risk for dark-cutting beef have a higher proportion of oxidative muscle fibres. *Meat Sci.* 29: 263-270.

**Tabela 1.** Frequência de distribuição e diâmetros das fibras musculares do músculo *Longissimus* dos grupos genéticos.

<b>Frequência, %</b>				
<b>Grupos Genéticos</b>	<b>N<sup>4</sup></b>	<b>SO<sup>5</sup></b>	<b>FOG<sup>6</sup></b>	<b>FG<sup>7</sup></b>
<b>ZEB<sup>1</sup></b>	1500	24,70Ac ± 2,07	41,30Ba ± 2,43	34,00b ± 2,38
<b>LIZ<sup>2</sup></b>	1800	21,36ABc ± 1,54	41,45Ba ± 1,77	37,19b ± 1,81
<b>ANZ<sup>3</sup></b>	2100	17,18Bc ± 1,64	49,42Aa ± 1,88	33,40b ± 1,92
<b>Diâmetro, µm</b>				
<b>Grupos Genéticos</b>	<b>N<sup>4</sup></b>	<b>SO<sup>5</sup></b>	<b>FOG<sup>6</sup></b>	<b>FG<sup>7</sup></b>
<b>ZEB<sup>1</sup></b>	1500	46,48B ± 1,78	44,68B ± 2,22	47,03 ± 1,93
<b>LIZ<sup>2</sup></b>	1800	48,83AB ± 1,32	45,49B ± 1,65	49,18 ± 1,44
<b>ANZ<sup>3</sup></b>	2100	52,42A ± 1,40	48,32A ± 1,75	49,27 ± 1,53

<sup>1</sup>Zebu; <sup>2</sup>Limousin vs Zebu; <sup>3</sup>Red Angus vs Zebu; (±) erro-padrão da média. <sup>4</sup>Número de fibras observadas.

<sup>5</sup>SO (fibras de contração lenta, metabolismo oxidativo e coloração vermelha), <sup>6</sup>FOG (fibras de contração rápida, metabolismo oxidativo-glicolítico e coloração intermediária) e <sup>7</sup>FG (fibras de contração rápida, metabolismo glicolítico e coloração branca). Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha são diferentes. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna são diferentes.

**Tabela 2.** Grupos genéticos e grau de acabamento sobre características da carne de bovinos terminados em confinamento

Grau de Acabamento	Grupos Genéticos		
	ZEB <sup>1</sup>	LIZ <sup>2</sup>	ANZ <sup>3</sup>
<b>pH</b>			
3,4 mm	6,30 ± 0,09b	5,92 ± 0,11a	5,71 ± 0,08aA
4,8 mm	6,23 ± 0,09	6,06 ± 0,06	6,10 ± 0,07B
<b>Força de cisalhamento, kgf/cm<sup>2</sup></b>			
3,4 mm	2,55 ± 0,22a	3,01 ± 0,28a	3,85 ± 0,20bA
4,8 mm	2,74 ± 0,22	2,92 ± 0,16	2,66 ± 0,17A
<b>Perdas no descongelamento, %</b>			
3,4 mm	2,14 ± 0,35a	3,45 ± 0,45b	3,92 ± 0,32bB
4,8 mm	2,04 ± 0,35	2,65 ± 0,26	2,61 ± 0,27A
<b>Perdas na cocção, %</b>			
3,4 mm	12,94 ± 1,32a	18,19 ± 1,70b	21,20 ± 1,20bB
4,8 mm	14,10 ± 1,32	15,80 ± 0,98	14,58 ± 1,04A

<sup>1</sup>Zebu; <sup>2</sup>Limousin vs Zebu; <sup>3</sup>Red Angus vs Zebu; <sup>4</sup>valores maiores indicam coloração mais vermelha. (±) erro-padrão da média. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha são diferentes (p<0,05). Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna são diferentes (p<0,05).

**Tabela 3.** Cor da carne bovina de diferentes grupos genéticos abatidos com diferentes graus de acabamento de carcaça.

Grau de Acabamento	Grupos Genéticos			Média
	ZEB <sup>1</sup>	LIZ <sup>2</sup>	ANZ <sup>3</sup>	
<b>Luminosidade (L), graus<sup>4</sup></b>				
3,4 mm	33,58 ± 0,92	35,41 ± 1,19	36,43 ± 0,84	35,14A
4,8 mm	32,85 ± 0,92	33,91 ± 0,68	33,91 ± 0,73	33,56B
Média	33,21b	34,66ab	35,17a	
<b>Intensidade de vermelho (a*), graus<sup>5</sup></b>				
3,4 mm	11,42 ± 0,78b	12,47 ± 1,01b	14,89 ± 0,71aA	12,92
4,8 mm	12,55 ± 0,78	11,75 ± 0,58	11,76 ± 0,61B	12,02
Média	11,98	12,11	13,32	
<b>Intensidade de amarelo (b*), graus<sup>6</sup></b>				
3,4 mm	7,18 ± 0,51	7,57 ± 0,67	8,92 ± 0,47	7,89
4,8 mm	7,47 ± 0,51	7,30 ± 0,38	7,52 ± 0,41	7,43
Média	7,32	7,43	8,22	

<sup>1</sup>Zebu; <sup>2</sup>Limousin vs Zebu; <sup>3</sup>Red Angus vs Zebu; <sup>4</sup>Valores maiores indicam coloração mais clara; <sup>5</sup>Valores maiores indicam coloração mais vermelha; <sup>6</sup>Valores maiores indicam coloração mais amarela; (±) erro-padrão da média. Valores seguidos de letras minúsculas diferentes na mesma linha são diferentes (p<0,05). Valores seguidos de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna são diferentes (p<0,05).

**Tabela 4.** Características da carne de bovinos terminados em confinamento e maturada em diferentes tempos.

Parâmetros	Tempo de Maturação			E.P. <sup>5</sup>
	0MA <sup>4</sup>	14 dias	28 dias	
<b>N</b>	36	36	36	
<b>pH</b>	6,11b	6,11b	5,94a	0,06
<b>Força de cisalhamento, kgf cm<sup>2</sup></b>	3,30b	2,60a	2,96ab	0,14
<b>Perda no descongelamento, %</b>	2,48a	2,44a	5,09b	0,23
<b>Perda na cocção, %</b>	16,03	16,57	17,23	0,87
<b>Luminosidade (L*)<sup>1</sup>, graus</b>	32,54b	34,53a	35,97a	0,61
<b>Intensidade de vermelho (a*)<sup>2</sup>, graus</b>	13,78a	13,83a	9,82b	0,51
<b>Intensidade de amarelo (b*)<sup>3</sup>, graus</b>	6,86b	7,96a	8,16a	0,34

<sup>1</sup>maiores valores indicam coloração mais clara; <sup>2</sup>maiores valores indicam coloração mais vermelha;

<sup>3</sup>maiores valores indicam coloração mais amarela; <sup>4</sup>Sem maturação; <sup>5</sup>Erro-padrão da média. Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha são diferentes (p<0,05).

### **III - Composição química e de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados em dois graus de acabamento**

#### **RESUMO**

Este trabalho foi realizado para avaliar a composição química e de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos de três grupos genéticos (ZEB – Zebu; LIZ – Limousin vs. Zebu e ANZ – Angus vs. Zebu) alimentados com silagem de sorgo + 1,0% do peso vivo de concentrado ou cana-de-açúcar + 1,2% do peso vivo de concentrado, e abatidos em dois graus de acabamento (3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura). Foram utilizados 36 bovinos com idade de 21 meses e peso médio inicial de  $330 \pm 44$  kg terminados em confinamento após período de 115 ou 147 dias de alimentação. Não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) nos teores de umidade (74,09%), cinzas (0,99%), proteína (21,61%), lipídios totais (1,69%) e colesterol total (37,83 mg/100 g de músculo) entre os grupos genéticos e as dietas. O músculo *Longissimus* de bovinos abatidos com 3,4 mm de gordura de cobertura apresentou maiores ( $P < 0,05$ ) teores de umidade (75,40%) e cinzas (1,03%) quando comparado aos abatidos com 4,8 mm (72,78 e 0,96%, respectivamente). Bovinos do grupo genético LIZ apresentaram maiores concentrações ( $P < 0,05$ ) de ácido eicosapentaenoico (EPA - 20:5 n-3 com 0,45%) e somatório de ômega 3 (0,98%) em relação aos ZEB (0,18 e 0,62%, respectivamente) e ANZ (0,25 e 0,70%, respectivamente). A dieta composta por cana-de-açúcar resultou em maior ( $P < 0,05$ ) deposição do ácido graxo palmitoleico (16:1 n-7 com 3,07%) em relação à dieta composta por silagem de sorgo (2,57%). Este resultado foi obtido em função da maior atividade da enzima  $\Delta^9$  Dessaturase C16 nos bovinos alimentados com cana-de-açúcar. A silagem de sorgo proporcionou aumento ( $P < 0,05$ )

na deposição do ácido docosatetraenoico (22:4 n-6 - 0,14%) em comparação à cana-de-açúcar (0,10%). O grau de acabamento das carcaças não influenciou ( $P>0,05$ ) a composição dos ácidos graxos, com exceção para a razão ômega 6/ômega 3. O abate de bovinos com 3,4 mm de gordura de cobertura proporcionou melhor ( $P<0,05$ ) razão ômega 6/ômega 3 (7,33 vs. 8,63). A composição química e de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos analisados neste estudo apresentam pouca variação em função dos grupos genéticos, dietas e graus de acabamentos.

**Palavras-chave:** carne, colesterol, cruzamento industrial, ômega 3

### **III – Chemical composition and fatty acids of *Longissimus* muscle of bulls of different genetic groups fed with sorghum silage or sugar cane and finished in two levels of fat thickness**

#### **ABSTRACT**

This study was carried out to evaluate the chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of cattle from three genetic groups (ZEB - Zebu, LIZ - Limousin vs Zebu and ANZ - Angus vs Zebu) fed with sorghum silage + 1.0% body weight of concentrate or sugar cane + 1.2% body weight of concentrate and slaughtered at one of two fat thickness levels (3.4 or 4.8 mm). It was used 36 bulls aging 21 months and weighing  $330 \pm 44.0$  kg feedlot for 115 or 147 days. There were no differences ( $P > 0.05$ ) in moisture content (74.09%), ash (0.99%), protein (21.61%), total lipids (1.69%) and total cholesterol (37.83 mg/100 g of muscle) between the genetic groups and diets. The *Longissimus* muscle of animals slaughtered at 3.4 mm of fat thickness had higher moisture content (75.40%) and ash (1.03%) when compared to those slaughtered at 4.8 mm (72.78 and 0.96%, respectively). The genetic group LIZ showed higher concentrations ( $P < 0.05$ ) of eicosapentaenoic acid (0.45%) and omega 3 (0.98%) compared to ZEB (0.18 and 0.62%, respectively) and ANZ (0.25 and 0.70%, respectively). The sugar cane diet resulted in increased ( $P < 0.05$ ) deposition of palmitoleic fatty acid (3.07%) in relation to the diet of sorghum silage (2.57%). This was due to the higher activity of the enzyme  $\Delta^9$  desaturase C16 in animals fed with sugar cane. Sorghum silage increased the deposition of docosatetraenoic acid (0.14%) compared to sugar cane (0.10%). The fat thickness levels of the carcasses had no effect ( $P > 0.05$ ) on fatty acid composition, except for the omega 6/omega 3 ratio. The slaughter of animals with 3.4 mm of fat thickness provided the best ( $P < 0.05$ ) omega 6/omega 3

ratio (7.33 vs. 8.63). The chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus* muscle of the animals analyzed in this study show little variation as a function of genetic group, diet and fat thickness levels.

**Key words:** Beef, Cholesterol, Crossbred, Omega 3

## INTRODUÇÃO

O perfil dos consumidores de carne tem passado por mudanças, principalmente no que se refere à busca por melhor qualidade, havendo crescente preocupação com o conteúdo de gordura e colesterol dos produtos de origem animal. Embora o Brasil esteja inserido entre os maiores produtores de carne bovina do mundo, é preciso melhorar a qualidade da carne.

A carne de ruminantes apresenta elevado teor de gordura saturada e monoinsaturada, e pequenas quantidades de ácidos graxos poli-insaturados (Scollan et al., 2006; Padre et al., 2007; Ducatti et al., 2009; Rotta et al., 2009) em relação à carne de não-ruminantes. A elevada concentração de gordura saturada na carne dos ruminantes é pelo processo de bio-hidrogenação ruminal dos ácidos graxos insaturados oriundos da alimentação, que os transformam em ácidos graxos saturados (French et al., 2000). A composição de ácidos graxos da carne bovina não atende as atuais recomendações médicas que aconselha uma redução na ingestão de gordura saturada e o aumento do consumo de gordura insaturada, particularmente dos ácidos graxos da família ômega 3 (HMSO, 1994; WHO, 2003).

Os ácidos graxos saturados (AGS), sobretudo os ácidos mirístico (14:0) e palmítico (16:0), apresentam potencial para elevar o LDL colesterol sanguíneo nos humanos (WHO, 2003; Li et al., 2005), e conseqüentemente desencadear doenças coronarianas (Wood et al., 2003). Por outro lado, os ácidos graxos monoinsaturados e principalmente, os poli-insaturados proporcionam benefícios à saúde humana (Scollan et al., 2006). Os ácidos ômega 3 apresentam funções anticarcinogênica e evitam a formação de trombos, o que reduz os riscos de problemas cardíacos (Enser, 2001; Hu, 2001).

Embora a carne bovina possua como desvantagem o seu elevado teor de AGS, em contrapartida, possui também o ácido linoleico conjugado (ALC), que é reconhecido pelas propriedades antiteratogênicas, imunimedição, redução de riscos de tumores, redução da gordura corporal e prevenção de diabetes (Mulvihill, 2001).

Todavia, a qualidade da carne bovina pode ser melhorada com introdução de novas tecnologias. Entre os principais fatores que influenciam a qualidade da carne estão a dieta dos bovinos (French et al., 2000; Maggioni et al., 2009b), o sexo (Aricetti et al., 2008), a raça (Prado et al., 2008a, b; Rotta et al., 2009) e o grau de acabamento (Aldai et al., 2007).

O cruzamento entre animais *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* tem resultado em melhorias no desempenho animal (Perotto et al., 2001; Prado et al., 2008b; Maggioni et al., 2009a), e na qualidade da carne por meio da redução da idade de abate (Menezes et al., 2008).

Em relação à alimentação, na dieta de bovinos terminados em confinamento é comum a utilização de silagem de milho como volumoso. Este alimento apresenta um custo superior à silagem de sorgo e cana-de-açúcar. Alguns dados da literatura mostram que o uso da silagem de sorgo ou cana-de-açúcar poderia proporcionar ganhos satisfatórios em animais em confinamento (Macitelli et al., 2007; Maggioni et al., 2009b), com redução dos custos de produção.

Embora a gordura de cobertura (saturada) seja pouco desejável na carcaça de bovinos, ela é necessária para proteção da carcaça no momento do resfriamento, congelamento e cocção. Assim, o mercado da carne exige um mínimo de 3 mm de espessura de gordura de cobertura para sua boa comercialização. Além disso, a presença da gordura na carne proporciona melhor aroma e sabor.

Este trabalho foi realizado para avaliar a composição química e de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos Zebus (Nelore) e mestiços (Limousin *vs* Zebu ou Red Angus *vs* Zebu) alimentados com dietas à base de silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e abatidos com dois diferentes graus de espessura de gordura de cobertura (3,4 ou 4,8 mm).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local, animais e manejo

O experimento foi desenvolvido no Setor de Bovinocultura de Corte do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), na Estação Experimental de Paranavaí, localizada na região Noroeste do Paraná, Sul do Brasil. O experimento foi aprovado pelo Comitê de Produção Animal da Universidade Estadual de Maringá (CIOMS/OMS, 1985) e seguiu os princípios da bioética de pesquisa com animais. As análises químicas da carne foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá (UEM). As análises dos teores de colesterol total e dos ésteres metílicos de ácidos graxos foram realizadas no Laboratório de Alimentos do Departamento de Química da UEM.

Foram utilizados 36 bovinos machos não-castrados (Zebu, Limousin *vs.* Zebu e Red Angus *vs.* Zebu) com idade média inicial de 21 meses e  $330 \pm 44$  kg de peso vivo, alojados em baias individuais, com acesso a comedouro e bebedouro. Os bovinos foram alimentados duas vezes ao dia (09 h e 15 h) com concentrado à base de farelo de soja, milho, ureia, calcário e sal mineral e como fonte de volumoso, silagem de sorgo ou cana-de-açúcar (Tabela 1).

## Tratamentos

*Dietas:* os animais foram alimentados com duas dietas experimentais: 1. SIL – silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*) + 1,0% do PV de concentrado e 2. CAN – cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) picada + 1,2% do PV de concentrado. O volumoso foi fornecido à vontade e a percentagem de concentrado calculada com base no peso vivo (PV) foi reajustada a cada 28 dias após as pesagens dos animais. As dietas foram fornecidas de maneira a proporcionar a razão volumoso:concentrado de 44:56

*Grupo genético:* foram estudados os seguintes grupos genéticos: 1. ZEB – bovinos Zebu (Nelore, n = 10); 2. LIZ – bovinos Limousin vs. Zebu (n = 12) e ANZ – bovinos Red Angus vs. Zebu (n = 14).

*Grau de acabamento:* os bovinos foram abatidos conforme acabamento previsto de 3,0 e 5,0 mm de espessura de gordura de cobertura (EGC) entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas. A gordura de cobertura foi monitorada com uso do aparelho de ultrassonografia (ALOKA 500 munido de Transdutor UST-5049-3,5), segundo Herring et al. (1994). Todavia, após o abate a EGC determinada com uso de paquímetro foi de 3,4 e 4,8 mm. Os bovinos com menor grau de acabamento foram abatidos após 115 dias de confinamento, enquanto os bovinos com maior grau de acabamento foram abatidos após 147 dias de confinamento.

## Abate e amostragens

Ao final do confinamento os bovinos foram abatidos em um frigorífico comercial distante 20 km do Iapar, após repouso e jejum de 14 h, seguindo as técnicas de abate humanitário utilizadas pelas indústrias frigoríficas do Brasil. As meias-carcaças foram identificadas e levadas para câmara fria mantida a 2°C durante 24 h. Após o resfriamento, amostras do músculo *Longissimus* foram coletadas na área do corte

transversal entre a 12<sup>a</sup>. e 13<sup>a</sup>. costelas. A gordura foi descartada e a porção muscular foi congelada a -18°C para futuras análises.

### **Análises de laboratório**

*Composição química:* as análises laboratoriais foram realizadas três meses após o abate. Para a realização das análises as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente (20°C), moídas, homogeneizadas e analisadas em triplicata.

Os teores de umidade e cinzas da carne foram determinados segundo a metodologia da AOAC (1998). O conteúdo de proteína bruta foi obtido por meio do método Kjeldahl (AOAC, 1998). Os lipídios totais foram extraídos por meio do método de Bligh e Dyer (1959) com uma mistura de cloroformio/metanol. A transesterificação dos lipídios totais para a obtenção dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada conforme o método ISO (1978).

Análises de colesterol foram realizadas pelo método descrito por Al-Hasani et al. (1993). Foi adicionada à amostra uma solução aquosa de hidróxido de potássio a 60% (M/V) em quantidade equivalente a 2 mL/g de amostra. O resíduo foi dissolvido novamente em 2 mL de hexano contendo 0,2 mg/mL de padrão interno 5 $\alpha$ -colestane (Sigma, EUA).

*Análises cromatográficas e quantificação de colesterol:* o conteúdo de colesterol total foi determinado por meio do cromatógrafo gasoso Shimadzu 14-A, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (25 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,20  $\mu$ m de SE-30). As temperaturas do injetor, detector e coluna, foram 260, 280 e 280° C, respectivamente. Os fluxos de gases ultrapuros (White Martins) foram 1,5 mL/min para o gás de arraste (H<sub>2</sub>); 30 mL/min para o gás de reposição - *make-up* (N<sub>2</sub>); 300 mL/min para o ar sintético e 30 mL/min

para o N<sub>2</sub> da chama. A razão de divisão (split) da amostra foi de 1:150. As áreas de pico foram determinadas por meio de Integrador-Processador CG-300, sendo a identificação do colesterol total efetuada por comparação com padrões Sigma (EUA). A quantificação do colesterol contido na amostra foi feita após a verificação da linearidade do método. Foram preparadas e analisadas soluções de colesterol padrão (Sigma, EUA), com concentrações de 0,0; 0,4; 0,8; 1,6 e 2,0 mg/mL, todas contendo 0,20 mg/mL de 5 $\alpha$ -colestane (Sigma, EUA) e analisadas. A razão entre as áreas do colesterol e 5 $\alpha$ -colestane foi plotada contra a concentração de colesterol, para volumes injetados de 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0  $\mu$ l. A curva obtida foi usada para análise do colesterol em mg/100 g (Rowe et al., 1999; Milinsk et al., 2005).

*Análise dos ésteres metílicos de ácidos graxos:* os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados por meio do cromatógrafo gasoso (Varian, USA), equipado com um detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida CP - 7420 (100 m, 0,25 mm e 0,20  $\mu$ m de d.i.). Foi programada temperatura da coluna de 165°C por 18 min, 180°C (30°C/min) por 22 min e 240°C (15°C/min) por 20 min, utilizando uma pressão de 45 psi. As temperaturas do injetor e detector foram 220° e 245°C, respectivamente. Os fluxos de gases usados foram de 1,4 mL/min para o gás de arraste (H<sub>2</sub>), 30 mL/min para o gás *make-up* (N<sub>2</sub>), e 30 e 300 mL/min para os gases da chama H<sub>2</sub> e ar sintético, respectivamente. A razão de divisão da amostra foi de 1/80. Os ácidos graxos foram identificados pela comparação dos tempos de retenção dos picos dos ésteres metílicos de ácidos graxos de amostras com padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Sigma), por coeluição (“spiking”) de padrões junto com a amostra. As áreas de picos foram determinadas pelo CG-300 integrador (CG Instruments, Brasil). Os dados foram expressos como porcentagens de área normalizadas dos ácidos graxos.

Foram calculados os índices de atividade das enzimas  $\Delta^9$ -dessaturase C16 e C18, responsáveis pela conversão dos ácidos graxos saturados com 16 e 18 átomos de carbono, respectivamente, em seus correspondentes monoinsaturados com dupla ligação no carbono 9, conforme descrito por Malau-Aduli et al. (1997). Esse índice expressa a quantidade do produto (ácido graxo monoinsaturado) como porcentagem do substrato disponível para a conversão e foram obtidos por meio das equações:  $\Delta^9$ - Dessat (16) – índice de atividade da enzima dessaturase C16 =  $100 \cdot [16:1 / (16:0 + 16:1)]$  e  $\Delta^9$ - Dessat (18) – índice de atividade da enzima dessaturase C18 =  $100 \cdot [18:1 / (18:0 + 18:1)]$ .

### **Análises estatísticas**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado e os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, utilizando-se o pacote estatístico SAS (2001). Os dados foram comparados adotando-se um nível de 5% de significância, de acordo com o modelo a seguir:

$$Y_{ijkl} = \mu + D_i + G_j + A_k + (DGA)_{ijk} + e_{ijkl}$$

Em que:  $Y_{ijkl}$  = observação do animal l submetido ao tratamento i, j e k;  $\mu$  = constante geral;  $D_i$  = efeito da dieta i e  $i = 1, 2$ ;  $G_j$  = efeito do grupo genético j e  $j = 1, 2, 3$ ;  $A_k$  = efeito do grau de acabamento da carcaça k e  $k = 1, 2$ ;  $DGA_{ijk}$  = interação da dieta de ordem i x grupo genético de ordem j x grau de acabamento de ordem k;  $e_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação  $Y_{ijk}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) da interação grupos genéticos x dietas x graus de acabamento para a composição química e perfil de ácidos graxos. Desta forma, os dados foram apresentados e discutidos como efeitos principais.

### **Grupos genéticos (Zebu, Limousin vs. Zebu e Angus vs. Zebu)**

#### *Composição química*

Os teores de umidade, cinzas, proteína bruta, lipídios totais e colesterol não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelos grupos genéticos (Tabela 2). Os valores médios para umidade, cinzas, proteína bruta, lipídios totais e colesterol foram 74,09%; 0,99%; 21,61%; 1,69% e 37,83 mg/100 g de músculo, respectivamente.

Trabalhos da literatura têm demonstrado pouca variação dos teores de umidade, cinzas (Maggioni et al., 2009a) e proteína no músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento e alimentados com dietas de alto valor energético (Prado et al., 2008a, b).

O conteúdo de colesterol (37,83 mg/100 g de músculo) observado pode ser considerado baixo em comparação aos teores encontrados por outros autores para o músculo *Longissimus* bovino (Padre et al., 2006; Aricetti et al., 2008; Prado et al., 2008a, b, c). Maggioni et al. (2009a, b) avaliaram a composição química do músculo *Longissimus* de bovinos oriundos do mesmo rebanho (IAPAR) e também encontraram baixos teores de colesterol total (22,95 mg/100 g de músculo). O baixo teor de colesterol pode ser pela idade de abate dos bovinos (abaixo de 26 meses). De modo geral, bovinos jovens apresentam baixos teores de colesterol total no músculo *Longissimus* (Rotta et al., 2009). Da mesma forma, o teor de lipídios totais observado

foi baixo para animais terminados em confinamento. Estes teores de lipídios atendem às exigências atuais da presença de gordura na carne que deve estar próxima ou abaixo de 5% na carcaça de bovinos.

#### *Composição dos ácidos graxos*

O grupo genético não alterou ( $P>0,05$ ) a composição dos ácidos graxos do músculo *Longissimus*, com exceção do ácido eicosapentaenoico (EPA – 20:5 *n*-3). O grupo genético LIZ apresentou a maior concentração ( $P<0,05$ ) do ácido 20:5 *n*-3 (0,45%) em relação aos grupos ZEB (0,18%) e ANZ (0,25%). Os grupos genéticos ZEB e ANZ foram semelhantes ( $P>0,05$ ) entre eles (Tabela 3). A carne bovina contém baixo conteúdo em ácidos graxos de cadeia longa, entretanto, ela é considerada como uma importante fonte destes ácidos graxos para o homem (Howe et al., 2006). Os ácidos graxos de cadeia longa, como o ácido araquidônico (20:4 *n*-6), EPA e o ácido docosahexaenoico (DHA 22:6 *n*-3), estão relacionados com a produção de eicosanoides (Wood et al., 2008), redução dos riscos de doenças cardiovasculares, desenvolvimento fetal (Leaf et al., 2003).

Entre os ácidos graxos saturados (AGS), o ácido palmítico (16:0), considerado como hipercolesterolêmico, apresentou elevada concentração (29,40%) nos três grupos genéticos. Enquanto o ácido esteárico (18:0), que não exerce influência nos níveis sanguíneos de colesterol (Yu et al., 1995), apresentou a segunda maior concentração (17,67%). O ácido oleico (18:1 *n*-9), ácido graxo monoinsaturado (AGM), reconhecido por seu efeito hipocolesterolêmico (Fernandes et al., 2009) foi o que apresentou a maior concentração entre todos os ácidos graxos determinados (37,87%). Em relação aos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), o ácido linoleico (18:2 *n*-6) apresentou a maior concentração (4,65%).

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) no percentual total do somatório de AGPI (7,02%), AGMI (42,09%), AGS (50,97%) e ômega 6 (5,99%) entre os grupos genéticos (Tabela 3). Maior percentagem ( $P<0,05$ ) do somatório de ômega 3 foi observada no músculo dos bovinos LIZ (0,98%), enquanto os bovinos ZEB e ANZ apresentaram valores inferiores e semelhantes entre eles (0,62 e 0,70%, respectivamente). Este resultado ocorreu em função da maior concentração de EPA encontrada no grupo LIZ. O aumento do conteúdo de ômega 3 na carne pode influenciar a cor, reduzir o prazo de validade e atributos sensoriais da carne (Scollan et al., 2006). Por outro lado, está relacionado com a diminuição dos efeitos deletérios das gorduras à saúde humana, como redução dos riscos de doenças cardíacas (Hu, 2001).

Ausência de diferenças ( $P>0,05$ ) também foi observada para as razões de AGPI/AGS (0,13) e ômega 6/ômega 3 (7,98) entre os grupos genéticos (Tabela 4). Embora o grupo LIZ tenha apresentado maior percentual de ômega 3, isto não foi suficiente para proporcionar melhor razão ômega 6/ômega 3 para o grupo genético.

### **Dietas (Silagem de sorgo vs. Cana-de-açúcar)**

#### *Composição química*

A utilização de silagem de sorgo ou cana-de-açúcar não alterou ( $P>0,05$ ) a concentração de umidade, cinzas, proteína bruta, lipídios totais e colesterol total do músculo *Longissimus* (Tabela 4). Trabalhos da literatura mostram que as dietas utilizadas na terminação de bovinos em confinamento não interferem nos teores de umidade, cinzas e proteína bruta do músculo *Longissimus* (Prado et al., 2008c; Maggioni et al., 2009b).

A concentração de lipídios totais observada foi baixa (1,69%). Este resultado pode ser atribuído ao sexo e à idade dos animais utilizados, uma vez que animais inteiros e

jovens apresentam carcaças mais magras do que animais castrados e abatidos com idade mais adulta (Vaz e Restle, 2000; Euclides Filho et al., 2001; Rotta et al., 2009). Da mesma forma, a concentração de colesterol total (37,8 mg por 100 gr de músculo) é baixa, mas próxima dos valores observados por Maggioni et al. (2009a) em bovinos jovens e terminados em confinamento.

#### *Composição em ácidos graxos*

A concentração da maioria dos ácidos graxos não foi influenciada pela dieta ( $P>0,05$ ), com exceção para o ácido palmitoleico (16:1 n-7) e o ácido docosatetraenoico (22:4 n-6), (Tabela 5). Vários trabalhos demonstram baixa variação na composição dos ácidos graxos na carne bovina em função da dieta (Padre et al., 2007; Aricetti et al., 2008; Prado et al., 2008a, b, c; Rotta et al., 2009).

O ácido 16:1 n-7 apresentou maior concentração ( $P<0,05$ ) para o músculo de bovinos alimentados com cana-de-açúcar (3,07%) em relação à silagem de sorgo (2,57%). Enquanto que o ácido 22:4 n-6 foi maior ( $P<0,05$ ) para o músculo de bovinos alimentados com silagem de sorgo (0,14%) em relação à cana-de-açúcar (0,10%). A maior concentração do ácido 16:1 n-7, observada no músculo dos animais alimentados com cana-de-açúcar, pode ser justificada pela maior atividade ( $P<0,05$ ) da enzima  $\Delta^9$  dessaturase C16 (Tabela 5). Esta enzima é responsável pela dessaturação do ácido palmítico (16:0) e pela sua conversão nos correspondentes monoinsaturados, com dupla ligação (Malau-Aduli et al., 1997; Beaulieu et al., 2002). Aparentemente, o ácido graxo 16:1 n-7 não está relacionado com o metabolismo hepático das lipoproteínas de baixa densidade – LDL-colesterol, (Fernandes et al., 2009).

Em relação à enzima  $\Delta^9$  dessaturase C18, não se observou efeito das dietas sobre sua atividade ( $P>0,05$ ). A atuação desta enzima é importante pelo fato de estar

diretamente relacionada com a produção de ALC (ácido linoleico conjugado – 18:2 *c*-9 *t*-11) a partir do ácido *trans* vacênico (18:1 *t*-11), produzido pela bio-hidrogenação incompleta dos ácidos linoleico e linolênico pelas bactérias ruminais (Fernandes et al., 2009).

Malau-Aduli et al. (1997) e Beaulieu et al. (2002) destacam que a atividade das enzimas  $\Delta^9$  dessaturases pode ser afetada por diversos fatores como raça, idade, sexo e grau de maturidade fisiológica dos animais. No entanto, estes autores não referem influência da dieta sobre a atividade destas enzimas, como observado neste trabalho.

Somente três ácidos graxos apresentaram concentrações superiores a 15% (16:0, 18:0 e 18:1 *n*-9), os quais juntos representaram aproximadamente 83%. Outros quatro ácidos graxos demonstraram concentrações entre 1% e 5% (14:0, 16:1 *n*-7, 18:2 *n*-6 e 20:4 *n*-6) e representaram 11% do total dos ácidos graxos presentes no músculo *Longissimus*. Os demais ácidos graxos (15:0, 17:0, 18:1 *t*-11, 18:3 *n*-6, 18:3 *n*-3, 18:2 *c*-9 *t*-11, 18:2 *t*-10 *c*-12, 20:5 *n*-3, 22:4 *n*-6 e 22:6 *n*-6), apresentaram concentrações inferiores a 1% e somaram juntos 6% do total dos ácidos graxos.

A dieta não afetou a percentagem dos AGPI (7,03%), AGMI (42,09%), AGS (50,97%), ômega 6 (5,99%), ômega 3 (0,76%) e as razões de AGPI/AGS (0,13) e ômega 6/ômega 3 (7,98). A ausência de diferenças para a somatória dos ácidos graxos e suas razões pode ser atribuída à pequena variação entre as dietas para a concentração da maioria dos ácidos graxos.

### **Grau de acabamento das carcaças (3,40 vs. 4,80 mm)**

#### *Composição química*

O músculo *Longissimus* ( $P < 0,05$ ) dos bovinos abatidos com 3,4 mm de espessura de gordura de cobertura apresentou maior ( $P < 0,05$ ) concentração de umidade (75,40%)

e cinzas (1,03%) em relação aos bovinos abatidos com 4,8 mm (72,78 e 0,96%, respectivamente). A concentração de umidade geralmente varia em função da concentração de lipídios totais no músculo *Longissimus* (Prado et al., 2008a; Rotta et al., 2009). Quando ocorre uma redução na concentração de lipídios totais existe aumento das concentrações de umidade e cinzas (Lawrie, 2005) uma vez que a gordura é pobre em água e apresenta apenas traços de cinzas. No entanto, neste trabalho não foram encontradas diferenças para o conteúdo de lipídios totais que justifiquem as variações no teor de umidade. O menor teor de cinzas nos bovinos abatidos com 4,8 mm de espessura de cobertura pode ser em função da maior quantidade de tecido adiposo nesses bovinos.

As concentrações de proteína bruta (21,60%), lipídios totais (1,72%) e colesterol total (37,83 mg/100 gr de músculo) no músculo *Longissimus* foram semelhantes ( $P>0,05$ ) entre os bovinos abatidos com 3,4 ou 4,8 mm de EGC (Tabela 3). A concentração de proteína bruta no músculo *Longissimus* de bovinos varia entre 21 a 23% (Padre et al., 2007; Aricetti et al., 2008; Rotta et al., 2009). Assim, o valor médio observado neste trabalho (21,60%) está de acordo com a maioria dos trabalhos realizados com carne bovina.

O abate de animais com 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura não foi suficiente para aumentar na concentração de lipídios totais no músculo *Longissimus*. Assim, para que haja aumento da concentração de lipídios totais no músculo *Longissimus* é necessário que os bovinos sejam abatidos com espessura de gordura de cobertura superior a 4,8 mm. Na realidade, a gordura intramuscular ou a gordura de marmorização é a última a ser depositada. Costa et al. (2002) não encontraram correlação significativa entre espessura de gordura de cobertura e lipídios totais, indicando que é baixa a correlação destes dois locais de deposição de gordura.

A deposição de gordura em uma carcaça obedece a uma cronologia: primeiramente ocorre a deposição de gordura interna, a seguir ocorre deposição da gordura subcutânea e por último, a gordura intramuscular (Luchiari Filho, 2000). A concentração de colesterol é relacionada com o teor de lipídios intramusculares, uma vez que existe maior concentração de colesterol na gordura de marmoreio e gordura intracelular do que na gordura subcutânea (Costa et al., 2002). Assim, como não houve diferença entre os graus de acabamento para o teor de lipídios totais, da mesma forma, não houve diferença para o conteúdo de colesterol total.

#### *Composição dos ácidos graxos*

O grau de acabamento não afetou ( $P > 0,05$ ) a composição dos ácidos graxos do músculo *Longissimus* (Tabela 5), embora, de acordo com Wood et al. (2008), o aumento do conteúdo de gordura no animal e na carne que ocorre desde o início da vida até o abate, seja capaz de acarretar mudanças nas proporções de ácidos graxos.

Dos ácidos graxos encontrados na carne dos animais, aproximadamente 32% (ácido mirístico, 14:0 + ácido palmítico, 16:0) apresentam potencial para elevar o colesterol sanguíneo nos humanos. Por outro lado, foram observados valores consideráveis de ácidos graxos que apresentam efeitos benéficos à saúde humana, como os ácidos oleico, 18:1 *n*-9 (37,87%), linoleico, 18:2 *n*-6 (4,65%) e linolênico, 18:3 *n*-3 (0,38%).

Atenção deve ser dada para o ácido linoleico conjugado – ALC, e ao seu principal isômero 18:2 *c*9 *t*11. Embora este ácido graxo esteja presente em pequena quantidade na carne (0,23%), apresenta propriedades benéficas à saúde humana (Wood et al., 2008), como anticarcinogênica, antidiabética e redução do desenvolvimento de arterosclerose (Rainer e Heiss, 2004). O ALC é produzido pela enzima  $\Delta^9$ -dessaturase a partir do ácido

*trans* vacênico (18:1 *t*11), produzido pela bio-hidrogenação incompleta dos ácidos linoleico e linolênico pelas bactérias ruminais (Griinari et al., 2000; Beaulieu et al., 2002). A semelhança para a concentração de ALC ( $P>0,05$ ) entre os graus de acabamento pode ser devida a também semelhança para as concentrações dos ácidos graxos precursores (linoleico; linolênico e *trans* vacênico) e dos índices de atividade das enzimas  $\Delta^9$ -dessaturase C16 e C18 ( $P>0,05$ ).

A maioria dos ácidos graxos identificados no músculo *Longissimus* dos bovinos foi AGS (50,97%), os quais não apresentaram diferenças ( $P>0,05$ ) entre os graus de acabamento de carcaça (Tabela 5). Os AGMI apresentaram a segunda maior concentração (42,09%) e também não apresentaram diferenças ( $P>0,05$ ) entre os graus de acabamento, assim como os AGPI, embora estes tenham apresentado as menores concentrações (7,03%).

O perfil de ácidos graxos da carne fica menos insaturado, ocorrendo aumento do conteúdo de AGS e AGMI com o avanço do tempo de terminação dos animais, (Wood et al., 2003) e com o maior grau de acabamento da carcaça (Zapletal et al., 2009). Correlação positiva da gordura de cobertura com AGS e AGMI e correlação negativa com o AGPI tem sido sugerida (Aldai et al., 2007). Entretanto, neste trabalho, o maior período de terminação ou o maior grau de acabamento dos animais abatidos com 4,8 mm de gordura de cobertura não apresentou efeito significativo sobre a percentagem dos AGS, AGMI, AGPI e conseqüentemente sobre a razão AGPI/AGS. Talvez, a diferença do grau de acabamento não tenha sido suficiente para ocasionar mudanças no crescimento dos adipócitos e na deposição de gota lipídica não interferindo no perfil de ácidos graxos.

O grau de acabamento não afetou ( $P>0,05$ ) a somatória dos ácidos graxos da família ômega 6, com valor médio de 5,99% e da família do ômega 3, com valor médio

de 0,76%, (Tabela 5). Aldai et al. (2007) encontraram correlação negativa entre o grau de acabamento da carcaça de bovinos e a concentração dos ácidos ômega 6 e 3 na carne. Assim, os animais que foram abatidos com maior grau de acabamento (4,8 mm) deveriam apresentar menor concentração de ômega 6 e 3 em relação aos abatidos com menor grau de acabamento (3,4 mm), o que não pode ser visualizado neste trabalho.

Da mesma forma, em que os diferentes graus de acabamento avaliados não apresentaram diferenças para as percentagens de AGPI e AGS, conseqüentemente também não apresentaram diferenças ( $P>0,05$ ) para a razão existente entre eles, AGPI/AGS (Tabela 5). Esta razão é a forma encontrada para se avaliar a qualidade da gordura ingerida pelo consumidor. A razão AGPI/AGS encontrada neste trabalho foi inferior a 0,4, valor preconizado pelo Departamento de Saúde da Inglaterra (HMSO, 1994). A baixa razão AGPI/AGS encontrada na carne de animais ruminantes está relacionada à bio-hidrogenação dos ácidos graxos insaturados dietéticos, ocorrida no rúmen, capaz de transformá-los em ácidos saturados.

Embora não tenham sido encontradas diferenças ( $P>0,05$ ) nas percentagens de ômega-6 e ômega-3 no músculo *Longissimus*, quando se realizou o cálculo da razão ômega 6/ômega 3, observou-se que os músculos oriundos de animais abatidos com 3,4 mm de gordura de cobertura apresentaram menor ( $P<0,05$ ) razão (7,33%) em relação ao grupo com 4,8 mm (8,63%) (Tabela 5). Este resultado pode ser atribuído à pequena superioridade no conteúdo de ômega 3 observado para os animais com 3,4 mm de gordura. Até mesmo a menor razão ômega 6/ômega 3 encontrada neste trabalho para os animais com 3,4 mm de gordura, não atende o valor recomendado pelo Departamento de Saúde da Inglaterra (HMSO, 1994), para a redução de riscos de câncer e problemas coronarianos, que deve ser inferior a 4.

## IMPLICAÇÕES

A composição química e o perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* apresentaram poucas variações em função dos grupos genéticos, dos volumosos utilizados e do grau de acabamento das carcaças. Assim, a escolha da raça dos bovinos usados em cruzamentos industriais deve ser orientada por outros fatores que a composição e qualidade da carne. Da mesma forma, a silagem de sorgo ou cana-de-açúcar pode ser usada na dieta de bovinos oriundos de cruzamento industrial sem alterar a composição química da carne, medida no músculo *Longissimus*. Ainda, o grau de acabamento, também, não tem efeito na composição química da carne dos bovinos. No que concerne a qualidade da carne, os bovinos mestiços (*Bos taurus taurus* vs *Bos taurus indicus*) poderiam ser abatidos com reduzida espessura de gordura de cobertura (3 mm) sem alterar a composição da carne.

## CITAÇÃO BIBLIOGRÁFICA

- Aldai, N., Nájera, A.I., Martinez, A., Celaya, R., Osoro, K. 2007. Correlation between carcass conformation and fat cover degree, and muscle fat acid profile of yearling bulls depending on breed and *mh*-genotype. *Livestock Sci.* 107, 199-212.
- Al-Hasani, S.M. 1993. Rapid determination of cholesterol in single and multicomponent prepared foods. *J. Assoc. Official Anal. Chem. Internat.* v.76, p.902-906.
- Aricetti, J.A., Rotta, P.P., Prado, R.M., Perotto, D., Moletta, J.L., Matsushita, M., Prado, I.N. 2008. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus* muscle of bulls and steers finished in a pasture system. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 21, 1441-1448.

- Association of Official Analytical Chemists – AOAC. 1998. Official methods of analysis of AOAC international. 6 ed. Arlington. CD-Rom.
- Beaulieu, A.D.; Drackley, J.K.; Merchen, N.R. 2002. Concentrations of conjugated linoleic acid (cis-9, trans-11 octadienoic acid) are not increased in tissue lipids of cattle fed with high concentrate diet supplemented with soybean oil. *J. Anim. Sci.* 80, 847-861.
- Bligh, E.G. e Dyer, W.J. 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology.* 37, 911-917.
- CIOMS/OMS. 1985. Council for International Organizations of Medical Services. WHO Distribution and sales service, 1211 Geneva 27, Switzerland, International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals.
- Costa, E.C., Restle, J., Brondani, I.L., Perottoni, J., Faturi, C., Menezes, L.F.G. 2002. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilho red angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. *Rev. Bras. Zootec.* 31, 417-428.
- Ducatti, T., Prado, I.N., Rotta, P.P., Prado, R.M., Perotto, D., Maggioni, D., Visentainer, J.V. 2009. Chemical composition and fatty acid profile in crossbred (*Bos taurus* vs. *Bos indicus*) young bulls finished in feedlot. *Asian-Austr. J. Anim. Sci.* 22, 433-439
- Enser, M. 2001. The role of fats in human nutrition. In: B. Rossell (Ed.), *Oils and fats*, Vol. 2. *Animals carcass fat* (p.77-122). Leatherhead, Surrey. UK: Leatherhead Publishing.
- Euclides Filho, K., Feijó, G.L.D., Figueiredo, G.R., Euclides, V.P.B., Silva, L.O.C., Cusinato, C.Q. 2001. Efeito da idade à castração e de grupos genéticos sobre o desempenho em confinamento e características de carcaça. *Rev. Bras. Zootec.* 30, 71-76.

- Fernandes, A.R.M., Sampaio, A.A.M., Henrique, W., Oliveira, E.A., Oliveira, R.V., Leonel, F.R. 2009. Composição em ácidos graxos e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. *Rev. Bras. Zootec.* 38, 328-337.
- French, P., Stanton, C., Lawless, F., O'Riordan, E.G., Monahan, F.J., Caffrey, P.J e Moloney, A.P. 2000. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. *J. Anim. Sci.* 78, 2849-2855.
- Griinari, J.M., Corl, B.A., Lacy, S.H., Chouinard, P.Y., Nurmela, K.V.V., Bauman, D.E. 2000. Conjugated Linoleic Acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by  $\Delta 9$  desaturase. *Journal Nutr.* 130, 2285-2291.
- Herring, W., Bertrand, J. K., Benyshek, L. L. Miller, D. C. 1994. Comparison of live and carcass equations predicting percentage of cutability, retail products weight and trimable fat in beef cattle. *J. Anim. Sci.* 72, 1107-1118.
- HMSO (England). 1994. Department of Health. Nutritional aspects of cardiovascular disease: HMSO, p.37-46 (Report on Health and Social Subjects, 46).
- Howe, P.H., Meyer, B., Record, S., Baghurst, K. (2006). Dietary intake of long-chain  $\alpha$ -3 polyunsaturated fatty acids: contribution of meat sources. *Nutrition*, 22, 47-53.
- Hu, F.B. 2001. The balance between n-6 and n-3 fatty acids and the risk of coronary heart disease. *Nutr.* 17, 741-742.
- ISO - International Organization for Standardization. 1978. Animal and vegetable fats and oils – Preparation of methyl esters of fatty acids. Method ISO 5509.
- Lawrie, R. A. 2005. *Ciência da carne*. Trad. Jane Maria Rubensam. 6.ed. Porto Alegre: Artmed. 384p.
- Leaf, A., Xiao, Y.F., Kang, J.X., Billamn, G.E. 2003. Prevention of sudden cardiac

- death by n-3 polyunsaturated fatty acids. *Pharmacology and Therapeutics*. 98, 355-377.
- Li, D., Siramornpun, S., Wahlquist, M. L., Mann, N. J., e Sinclair, A. J. (2005). Lean meat and heart health. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 14, 113-119.
- Luchiari Filho, A. 2000. *Pecuária da carne bovina*. 1.ed. São Paulo. 134p.
- Macitelli, F., Berchielli, T.T., Morais, J.A.S., Silveira, R.N., Canesin, R.C. 2007. Desempenho e rendimento de carcaça de bovinos mestiços alimentados com diferentes volumosos e fontes protéicas. *R. Bras. Zootec.* 36:1917-1926.
- Maggioni, D., Marques, J.A., Rotta, P.P., Perotto, D., Ducatti, T., Visentainer, J.V., Prado, I.N. 2009a. Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. *Livestock Sci.* *in press*.
- Maggioni, D., Marques, J.A., Perotto, D., Rotta, P.P., Ducatti, T., Matsuhita, M., Silva, R.R., Prado, I.N. 2009b. Bermuda grass hay or sorghum silage with or without yeast addition on performance and carcass characteristics of crossbred young bulls finished in feedlot. *Asian-Aust. J. Ani. Sci.* 22, 206-215.
- Malau-Aduli, A.E.O., Siebert, B.D., Bottema, C.D.K. et al. 1997. A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. *Australian J. Agriculture Research*, 48, 715-722.
- Menezes, L.F.G., Restle, J., Kuss, F., Brondani, I.L., Alves Filho, D.C., Catellan, J., Osmari, M.P. 2008. Medidas corporais de novilhos das gerações avançadas do cruzamento rotativo entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. *Ciência Rural*. 38:771-777.
- Milinsk, M.C., Padre, R.G., Hayasgi, C., Oliveira, C.C., Visentainer, J.V., Souza, N.E. 2005. Effects of feed protein and lipid contents on fatty acid profile of snail (*Helix aspersa maxima*) meat. *J. Food Compos. Anal.* 19, 212-216.

- Mulvihill, B. 2001. Ruminant meat as a source of conjugated linoleic acid (CLA). British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin, 26, 295-299.
- Padre, R.G., Aricetti, J.A., Gomes, S.T.M., Goes, R.H.T.B., Moreira, F.B., Prado, I.N., Visentainer, J.V., Souza, N.E., Matsushita, M. 2007. Analysis of fatty acids in *Longissimus* muscle of steers of different genetic breeds finished in pasture systems. Livest. Sci. 110, 57-63.
- Padre, R.G., Aricetti, J.A., Moreira, F.B., Mizubuti, I.Y., Prado, I.N., Visentainer, J.V., Souza, N.E., Matsushita, M., 2006. Fatty acids profile, and chemical composition of *Longissimus* muscle of bovine steers and bulls finished in pasture system. Meat Sci. 74, 242-248.
- Perotto, D., Cubas, A.C., Abrahão, J.J., Mella, S.C., 2001. Ganho de peso da desmama aos 12 meses de bovinos Nelore e cruzas com Nelore. R. Bras. Zootec. 30:730-735.
- Prado, I. N., Rotta, P. P., Prado, R. M., Visentainer, J. V., Moletta, J. L., Perotto, D., 2008a. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Purunã and ½ Puruna vs. ½ Canchin bulls. Asian-Austr. J. Anim. Sci. 21, 1296-1302.
- Prado, I. N., Aricetti, J.A., Rotta, P. P., Prado, R. M., Perotto, D., Visentainer, J. V., Matsushita, M. 2008b. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of Bulls (*Bos taurus indicus* vs. *Bos taurus taurus*) finished in pasture systems. Asian-Austr. J. Anim. Sci. 21, 1449-1457.
- Prado, I. N., Ito, R.H., Prado, J.M., Prado, I.M., Rotta, P. P., Matsushita, M., Visentainer, J. V., Silva, R.R. 2008c. The influence of dietary soyabean and linseed on the chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of feedlot-finished bulls. J. Anim. Feed Sci. 17, 307-317.
- Rainer, L., e Heiss, C.J. 2004. Conjugated linoleic acid: Health implications and effects

- on body composition. J. American Dietetic Association. 6, 963–968.
- Rotta, P.P., Prado, I.N., Prado, R.M., Moletta, J.L., Silva, R.R., Perotto, D. 2009. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Nellore, Caracu and Holstein-friesian bulls finished in feedlot. Asian-Austr. J. Anim. Sci. 22, 598-604.
- Scollan, N., Hocquette, J.F., Nuernberg, K., Dannernberger, D., Richardson, I., Moloney, A. 2006. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. Meat Sci. 74, 17-33.
- Statistical Analysis System – SAS. 2001. User's guide: statistic. Cary: SAS Institute.
- Vaz, F.N. e Restle, J. 2000. Aspectos quantitativos da carcaça e da carne de machos Hereford, inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. Rev. Bras. Zootec. 29, 1894-1901.
- WHO - World Health Organisation. 2003. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of a joint WHO/FAO expert consultation. WHO technical report series 916, Geneva.
- 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.
- Wood, J.D., Richardson, R.I., Nute, G.R., Fisher, A.V., Campo, M.M., Kasapidou, E., Sheard, P.R. e Enser, M. 2003. Effects of fatty acids on meat quality: a review. Meat Sci. 66, 21-32.
- Yu, S., Derr, J., Etherton, T.D., Kris-Etherton, P.M. 1995. Plasma cholesterol-predictive equations demonstrate that stearic acid is neutral and monosaturated fatty acids are hypocholesterolemic. American J. Clinical Nutrition, 61, 1129–1139.

Zapletal, D., Chládek, G. e Šubrt, J. 2009. Breed variation in the chemical and fatty acid compositions of the Longissimus dorsi muscle in Czech Fleckvieh and Montbeliarde cattle. *Livestock Sci.* 123, 28-33.

**Tabela 1.** Composição percentual e química das dietas experimentais (%MS)

<b>Alimentos</b>	<b>Dietas</b>	
	<b>SIL<sup>1</sup></b>	<b>CAN<sup>2</sup></b>
Silagem de sorgo	54.5	-
Cana-de-açúcar	-	36.8
Milho	35.4	49.2
Farelo de soja	8.83	12.3
Ureia	0.50	0.70
Calcário calcítico	0.50	0.70
Sal mineral	0.25	0.35
<b>Parâmetros</b>		
Matéria seca, %	44.6	51.9
Proteína Seca, %	13.7	12.7
Fibra em detergente neutro, %	41.5	32.9
Fibra em detergente ácido, %	22.5	15.8
Matéria orgânica, %	94.6	96.8
Cinzas, %	5.40	3.20
Extrato etéreo, %	3.50	3.10
Nutrientes digestíveis totais, %	63.3	67.4

<sup>1</sup> Silagem de sorgo + 1.0% do peso vivo de concentrado. <sup>2</sup> Cana-de-açúcar picada + 1.2% do peso vivo de concentrado.

**Tabela 2.** Composição química do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos.

Variável	Grupo Genético			P<F <sup>4</sup>
	ZEB <sup>1</sup>	LIZ <sup>2</sup>	ANZ <sup>3</sup>	
N	10	12	14	
Umidade, %	74,01 ± 0,38	74,37 ± 0,36	73,89 ± 0,32	NS
Cinzas, %	0,99 ± 0,01	1,00 ± 0,01	1,00 ± 0,01	NS
Proteína, %	21,43 ± 0,39	21,80 ± 0,37	21,60 ± 0,33	NS
Lipídios totais, %	1,84 ± 0,12	1,52 ± 0,12	1,71 ± 0,10	NS
Colesterol total, mg/100g	37,91 ± 0,20	37,95 ± 0,32	37,63 ± 0,38	NS

<sup>1</sup>Zebu; <sup>2</sup>Limousin vs Zebu; <sup>3</sup>Angus vs Zebu; <sup>4</sup>Probabilidade; NS – Diferença não-significativa entre as médias. Médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Composição de ácidos graxos e índices de atividade das enzimas  $\Delta^9$  dessaturases do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos.

Ácidos Graxos	Grupo Genético			E.P. <sup>4</sup>	P<F <sup>5</sup>
	ZEB <sup>1</sup>	LIZ <sup>2</sup>	ANZ <sup>3</sup>		
N	8	8	8		
14:0	3,36	2,74	2,93	0,28	NS
16:0	29,86	28,88	29,48	0,79	NS
16:1 n-7	2,74	2,92	2,81	0,18	NS
17:0	0,89	0,83	0,88	0,04	NS
18:0	18,31	17,53	17,19	0,80	NS
18:1 t11	0,49	0,53	0,56	0,04	NS
18:1 n-9	37,49	37,67	38,46	1,02	NS
18:1 n-7	0,84	0,88	0,86	0,04	NS
18:2 n-6	4,17	5,24	4,55	0,63	NS
18:3 n-6	0,03	0,06	0,05	0,01	NS
18:3 n-3	0,37	0,43	0,37	0,04	NS
18:2 c9t11	0,25	0,21	0,25	0,01	NS
18:2 t10c12	0,01	0,03	0,01	0,01	NS
20:4 n-6	1,10	1,31	1,07	0,23	NS
20:5 n-3	0,18b	0,45a	0,25b	0,06	0,04
22:4 n-6	0,10	0,14	0,11	0,01	NS
22:6 n-3	0,06	0,09	0,07	0,01	NS
$\Delta^9$ – Dessaturase (16) <sup>6</sup>	8,42	9,13	8,67	0,49	NS
$\Delta^9$ – Dessaturase (18) <sup>7</sup>	67,25	68,20	69,07	1,29	NS
AGPI	6,30	8,00	6,78	0,91	NS
AGMI	41,56	42,02	42,70	1,10	NS
AGS	52,43	49,99	50,50	0,98	NS
n-6	5,41	6,77	5,81	0,85	NS
n-3	0,62b	0,98a	0,70b	0,09	0,04
AGPI/AGS	0,12	0,16	0,13	0,01	NS
n-6/n-3	8,54	7,18	8,21	0,44	NS

<sup>1</sup>Zebu; <sup>2</sup>Limousin vs Zebu; <sup>3</sup>Angus vs Zebu; <sup>4</sup>Erro- padrão da média; <sup>5</sup>Probabilidade; <sup>6</sup>índice de atividade da enzima dessaturase C16; <sup>7</sup>índice de atividade da enzima dessaturase C18; NS – Diferença não-significativa entre as médias; Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes pelo teste de Tukey.

**Tabela 4.** Composição química músculo *Longissimus* de bovinos alimentados com dieta à base de silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e abatidos com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura.

Variável	Dieta		Grau de Acabamento		P<F <sup>3</sup>
	SIL <sup>1</sup>	CAN <sup>2</sup>	3,4 mm	4,8 mm	
N	18	18	14	22	
Umidade, %	73,99 ± 0,29	74,19 ± 0,29	75,40 ± 0,33a	72,78 ± 0,26b	*
Cinzas, %	1,00 ± 0,01	0,99 ± 0,01	1,03 ± 0,01a	0,96 ± 0,01b	*
Proteína, %	21,93 ± 0,29	21,29 ± 0,29	21,34 ± 0,34	21,87 ± 0,27	NS
Lípidios totais, %	1,78 ± 0,09	1,60 ± 0,09	1,71 ± 0,10	1,74 ± 0,08	NS
Colesterol total, mg/100g	37,92 ± 0,25	37,75 ± 0,25	37,79 ± 0,28	37,88 ± 0,16	NS

<sup>1</sup>Silagem de sorgo + 1,0% de concentrado; <sup>2</sup>Cana-de-açúcar + 1,2% de concentrado; ± Erro-padrão da média; <sup>3</sup>Probabilidade; \* - Diferença significativa para grau de acabamento (P<0,05); NS – Diferença não-significativa entre as médias; Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes (P<0,05).

**Tabela 5.** Composição de ácidos graxos e índices de atividade das enzimas  $\Delta^9$  dessaturases do músculo *Longissimus* de bovinos alimentados com dieta à base de silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e abatidos com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura

Ácidos Graxos	Dieta		E.P. <sup>3</sup>	Grau de Acabamento		E.P. <sup>3</sup>	P<F <sup>4</sup>
	SIL <sup>1</sup>	CAN <sup>2</sup>		3,4 mm	4,8 mm		
N	12	12		12	12		
14:0	2,80	3,21	0,23	2,89	3,12	0,24	NS
16:0	29,44	29,37	0,65	29,09	29,72	0,66	NS
16:1 n-7	2,57b	3,07a	0,15	2,84	2,80	0,15	*
17:0	0,86	0,88	0,04	0,87	0,86	0,04	NS
18:0	18,00	17,35	0,66	17,63	17,73	0,67	NS
18:1 t11	0,51	0,54	0,03	0,57	0,48	0,03	NS
18:1 n-9	37,72	38,02	0,83	38,33	37,41	0,84	NS
18:1 n-7	0,85	0,87	0,03	0,90	0,83	0,03	NS
18:2 n-6	4,97	4,34	0,51	4,50	4,81	0,52	NS
18:3 n-6	0,05	0,04	0,01	0,05	0,05	0,01	NS
18:3 n-3	0,43	0,35	0,03	0,38	0,39	0,04	NS
18:2 c9t11	0,22	0,25	0,01	0,25	0,22	0,01	NS
18:2 t10c12	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	NS
20:4 n-6	1,15	1,17	0,19	1,18	1,14	0,19	NS
20:5 n-3	0,33	0,25	0,05	0,37	0,22	0,05	NS
22:4 n-6	0,14 <sup>a</sup>	0,10b	0,01	0,13	0,10	0,01	*
22:6 n-3	0,07	0,08	0,01	0,07	0,08	0,01	NS
$\Delta^9$ – Dessat (16) <sup>5</sup>	8,02b	9,45a	0,40	8,87	8,61	0,40	*
$\Delta^9$ – Dessat (18) <sup>6</sup>	67,66	68,68	1,05	68,48	67,86	1,06	NS
AGPI	7,41	6,65	0,74	7,01	7,05	0,75	NS
AGMI	41,66	42,52	0,90	42,65	41,53	0,91	NS
AGS	51,12	50,83	0,79	50,50	51,44	0,80	NS
n-6	6,32	5,67	0,69	5,88	6,11	0,70	NS
n-3	0,84	0,69	0,08	0,83	0,70	0,08	NS
AGPI/AGS	0,14	0,13	0,01	0,14	0,13	0,01	NS
n-6/n-3	7,88	8,08	0,36	7,33a	8,63b	0,36	**

<sup>1</sup>Silagem de sorgo + 1,0% de concentrado; <sup>2</sup>Cana-de-açúcar + 1,2% de concentrado; <sup>3</sup>Erro-padrão;

<sup>4</sup>Probabilidade; <sup>5</sup>índice de atividade da enzima dessaturase C16; <sup>6</sup>índice de atividade da enzima dessaturase C18; NS – Diferença não-significativa Médias. \*Diferença significativa para dieta (P<0,05).

\*\*Diferença significativa para grau de acabamento (P<0,05). Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção de animais mestiços oriundos de cruzamentos entre Limousin *vs* Zebu e Red Angus *vs* Zebu demonstra ser mais interessante à cadeia da carne. E características relacionadas à tecnologia da carne (pH, a capacidade de retenção de água, a cor, a maciez e o tipo de fibra muscular) são influenciadas pelo grupo genético. No entanto, composição química e de ácidos graxos apresentam poucas variações.

A silagem de sorgo proporciona melhor desempenho animal, mas sem apresentar muitas diferenças na carcaça dos animais, na composição química e de ácidos graxos.

O abate de animais com 4,8 mm de gordura de cobertura afeta negativamente o desempenho dos animais, mas proporciona carcaças superiores e diminui as diferenças (pH, força de cisalhamento, perdas de líquidos e coloração da carne) existentes entre os grupos genéticos. A composição química e de ácidos graxos apresentam pouca variação.

O processo de maturação por 14 dias melhora a qualidade da carne bovina.