

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO  
JEQUITINHONHA E MUCURI**

**Programa de Pós-graduação em Zootecnia**

**Rúbio Madureira de Souza Carvalho**

**CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE BOVINOS CRUZADOS (WAGYU × RED  
ANGUS) E MATURAÇÃO DA CARNE DE NELORE**

**Diamantina - MG**

**2015**

**Rúbio Madureira de Souza Carvalho**

**CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE BOVINOS CRUZADOS (WAGYU × RED  
ANGUS) E MATURAÇÃO DA CARNE DE NELORE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Prof. Cleube Andrade Boari  
Coorientador: Paulo Gustavo Macedo de Almeida  
Martins

**Diamantina – MG**

**2015**

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM  
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

C331c	<p>Carvalho, Rúbio Madureira de Souza Características da carne de bovinos cruzados (Wagyu × Red Angus) e maturação da carne de Nelore / Rúbio Madureira de Souza Carvalho. – Diamantina: UFVJM, 2015. 68 p. : il.</p> <p>Orientador: Cleube Andrade Boari Coorientador: Paulo Gustavo Macedo de Almeida Martins</p> <p>Dissertação (Mestrado – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p> <p>1. Capacidade de retenção de água. 2. Carne bovina. 3. Composição química. 4. Força de cisalhamento. 5. Maturação. I. Título. II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.</p>
<b>CDD 636.213</b>	

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

RÚBIO MADUREIRA DE SOUZA CARVALHO

**CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE BOVINOS CRUZADOS WAGYU E  
RED ANGUS E MATURAÇÃO DA CARNE DE NELORE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA em 30/04/2015

Prof. Cleube Andrade Boari – UFVJM  
Orientador

Prof. Mário Henrique França Mourthé – ICA/UFMG

Prof. Severino Delmar Junqueira Vilella – UFVJM

Pesq. Paulo Gustavo Macedo de Almeida Martins – UFVJM

DIAMANTINA – MG  
2015

## DEDICATÓRIA

À minha mãe Maria Ignêz, pela confiança e dedicação dadas a mim.  
Ao meu pai Geraldo Madureira, pelo incentivo e exemplo de força e dedicação.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço a Deus pelo dom da vida, por sempre guiar meus passos e iluminar meu caminho.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZOO).

Ao meu orientador, Cleube Andrade Boari, pelos ensinamentos e pela amizade.

À Elizângela Aparecida Saraiva, Secretária do PPGZOO, que se manteve sempre disposta a ajudar, aconselhar e conversar.

À Mariana Almeida Dumont pela ajuda na condução do experimento, pela força, pelas conversas e pela amizade.

Aos amigos do Setor de Ciência e Tecnologia dos Produtos de Origem Animal (CTPOA), Ronan, Ivy, João Carlos e Felipe Rosa por todo apoio, por colaborarem com a condução desta pesquisa e pela amizade.

Aos professores Aldrin Vieira Pires e Adalfredo Rocha Lobo Júnior pela contribuição com as análises estatísticas.

Ao Senhor Belarmino Iglesias e ao Senhor Sérgio Pereira do grupo Rubaiyat, pela disponibilidade e interesse em investir na condução desta pesquisa.

Aos Senhor Luiz Degrossi pela ajuda com a coleta das amostras e pela troca de conhecimento.

À equipe técnica do Frigorífico Marfrig, em Bataguassu (MS) pelo apoio e disponibilidade.

Aos membros da banca examinadora Professor Mário Henrique França Mourthé (UFMG), Professor Cleube Andrade Boari, Professor Severino Delmar Junqueira Villela e Pesquisador Paulo Gustavo de Almeida Martins pela disponibilidade e pelas valiosas contribuições.

À Coordenação de Aperfeiçoamento e Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte financeiro.

Aos meus pais Geraldo e Maria Ignêz, pelo ensinamento, pela confiança e dedicação que sempre tiveram por mim.

Ao meu primo Wanderson, pela disponibilidade e apoio sem medidas para conseguir as passagens aéreas pra viagem ao Mato Grosso do Sul.

Aos meus amigos, familiares e todos que de alguma forma torceram por mim.

## **BIOGRAFIA**

**RUBIO MADUREIRA DE SOUZA CARVALHO**, filho de Geraldo Madureira de Carvalho e Maria Ignêz de Souza Carvalho, nasceu em Belo Horizonte, Minas Gerais, em 20 de outubro de 1989. Iniciou o curso de graduação em Zootecnia pela Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, Minas Gerais, graduando-se em dezembro de 2012. Em abril de 2013, iniciou o curso de mestrado em Zootecnia, na sublinha de pesquisa de Ciência e Tecnologia dos Produtos de Origem Animal, do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Em abril de 2015 submeteu-se aos exames finais de defesa de dissertação para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

## RESUMO

CARVALHO, Rúbio Madureira de Souza. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, abril de 2015. 62p. **Características da carne de bovinos cruzados (Wagyu × Red Angus) e maturação da carne de Nelore**. Orientador: Cleube Andrade Boari. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

Esta dissertação foi elaborada com o resultado de duas pesquisas. A primeira foi conduzida com o objetivo de avaliar as características de qualidade da carne de bovinos cruzados Wagyu × Angus (Red). A segunda foi conduzida com o objetivo de verificar os efeitos da maturação de maminha de alcatra de Nelore em diferentes temperaturas (0°C e 4°C) e tempos (0 = carne fresca com 24 horas, 7, 14, 21 e 28 dias). Na primeira pesquisa foi analisada a carne dos músculos *Longissimus thoracis*, *Semitendinosus* e *Triceps brachii* obtidas do abate de machos castrados e de fêmeas, aos 24 meses de idade. Na desossa foram mensurados no músculo *Longissimus thoracis* a espessura de gordura subcutânea, cor da gordura ( $L^*a^*b^*$ , C, H°), a área de olho de lombo e escore para o grau de marmorização. Foram analisados o pH final, a capacidade de retenção de água, a perda de peso por cozimento, a força de cisalhamento, cor ( $L^*a^*b^*$ , C, H°) e os teores de umidade, massa seca, resíduo mineral fixo, proteína e gordura. Porções de carne do músculo *Longissimus thoracis* foram coletadas avaliar o efeito dos tempos de sete e 14 dias de maturação no pH final, na capacidade de retenção de água, na perda de peso por cozimento, na força de cisalhamento, na cor da carne ( $L^*a^*b^*$ , C, H°) e na cor da gordura ( $L^*a^*b^*$ , C, H°). Para a carne de todos os músculos não houve efeito de sexo no pH final, na capacidade de retenção de água, na perda de peso por cozimento e no teor de proteína. O *Longissimus thoracis* de fêmeas recebeu os melhores escore para marmoreio, apresentou maior teor de gordura e menor força de cisalhamento e no *Longissimus thoracis* de machos apresentou maior área de olho de lombo. A maturação da carne do *Longissimus thoracis* proporcionou redução na força de cisalhamento e aumento do pH final. Na segunda pesquisa, porções de carne ( $\pm 400$  gramas) foram embaladas, a vácuo, e estocadas em câmara frigorífica nas temperaturas (0°C e 4°C). Foram mantidas nestas temperaturas por 7, 14, 21 e 28 dias. Foram analisados o pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento, cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , C, H°). Não houve variação no pH em função da temperatura utilizada. Entretanto, o pH aumentou com o decorrer do tempo de maturação. Foi observada variação na luminosidade da carne em função da temperatura,



sendo menor a luminosidade na carne maturada a 0°C. O teor de vermelho desta carne aumentou linearmente em função do tempo de maturação e também foi influenciada pelas temperaturas de maturação, sendo maior quando maturada a 0°C. A perda de peso por cozimento também apresentou aumento linear ao longo do tempo de maturação. A capacidade de retenção de água e a força de cisalhamento apresentaram redução linear ao longo do tempo de maturação. A maturação por 28 dias ocasionou redução na força de cisalhamento da maminha de alcatra. Recomenda-se maturar a maminha de alcatra por 28 dias em temperatura de 4°C.

**Palavras-chave:** Capacidade de retenção de água, carne bovina, composição química, força de cisalhamento, maturação, perda de peso por cozimento.

## ABSTRACT

CARVALHO, Rúbio Madureira de Souza. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, april, 2015. 62p. **Characteristics of meat from crossbred cattle (Wagyu × Red Angus) and maturation Nelore meat.** Adviser: Cleube Andrade Boari. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

This paper was drawn up on the results of two surveys. The first was conducted in order to evaluate the quality characteristics of meat from crossbred cattle Wagyu × Angus (Red). The second was conducted in order to verify the effects of maturation titty rump Nelore at different temperatures (0 ° C and 4 ° C) and time (0 = fresh meat with 24 hours, 7, 14, 21 and 28 days ). In the first study we analyzed the meat of *Longissimus thoracis*, *Semitendinosus* and *Triceps brachii* obtained from the slaughter of castrated males and females, at 24 months old. The bones were measured in the *Longissimus thoracis* muscle to fat thickness, color of fat ( $L^* a^* b^*$ , C, H°), rib eye area and score to the degree of marbling. The final pH were analyzed, water retention capacity, weight loss by cooking, shear strength, color ( $L^* a^* b^*$ , C, H°), and the moisture content, dry matter, mineral residue fixed, protein and fat. Meat portions of *Longissimus thoracis* muscle were collected to evaluate the effect of seven days and 14 days of aging at the end pH, water retention capacity, weight loss by cooking, the shear force on the meat color ( $L^* a^* b^*$ , C, H°) and fat color ( $L^* a^* b^*$ , C, H°). For the meat of all muscles of no gender effect on the ultimate pH, water retention capacity, by cooking weight loss and protein content. *The Longissimus thoracis* females received the best score for marbling, showed higher fat content and lower shear strength and *Longissimus thoracis* males showed greater loin eye area. The maturation of the meat of *Longissimus thoracis* provided a reduction in shear force and increase in final pH. In the second study, cam portions (400 ± grams) were packed, vacuum, and stored in the cold room temperatures (0 °C and 4 °C). They were maintained at these temperatures for 7, 14, 21 and 28 days. They analyzed the pH, water holding capacity, cooking weight loss, shearing force, color ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , C, M °). There was no variation in pH as a function of temperature used. However, the pH increase during maturation time. It was observed variation in brightness of the flesh a function of temperature being lower in brightness aged meat at 0 °C. The content of this red meat increased linearly as a function of aging time and was also influenced by the temperature of ripeness, being higher when aged at 0 °C. The cooking weight loss also showed a linear

increase over time of aging. The water retention capacity and shear strength showed a linear decrease over time of aging. Maturation for 28 days decreased the shear force of titty rump. It is recommended to mature titty rump for 28 days in temperature

**Keywords:** Water retention capacity, beef, chemical composition, shear force, aging, weight loss by cooking

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1. Cruzamento industrial: Aspectos gerais.....	12
2.1.1. Maciez da carne.....	14
2.1.2. Marmorização.....	16
2.2. Outras características de qualidade da carne.....	18
2.2.1. Cor.....	18
2.2.2. Capacidade de retenção de água.....	19
2.2.3. pH.....	19
2.2.4. Maturação.....	19
2.3. Referências Bibliográficas.....	21
3. ARTIGOS.....	27
3.1- CARACTERÍSTICAS DA CARNE DE BOVINOS CRUZADOS (WAGYU × RED ANGUS) E MATURAÇÃO DA CARNE DE NELORE	
Resumo.....	27
Abstract.....	29
Introdução.....	30
Material e Métodos.....	32
Resultados e Discussão.....	36
Conclusões.....	45
Agradecimentos.....	46
Referências Bibliográficas.....	47
3.2- CARACTERÍSTICAS DA CARNE PROVENIENTE DO MÚSCULO BOVINO <i>TENSOR FACIAE LATAE</i> EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE MATURAÇÃO	
Resumo.....	55
Abstract.....	56
Introdução.....	57
Material e Métodos.....	59
Resultados e Discussão.....	61
Conclusões.....	64
Agradecimentos.....	65
Referências Bibliográficas.....	66

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Em muitos segmentos de mercado, internos e externos, há clientes cada vez mais exigentes quanto à qualidade da carne e, por esta razão, há crescente interesse do segmento agropecuário pela produção de carne com qualidade superior. Estas mudanças têm estimulado diversos investimentos na bovinocultura de corte, principalmente na genética dos rebanhos.

Neste contexto, o cruzamento industrial é uma das alternativas para a produção de carne com características mais desejáveis. Esta técnica tem sido voluntariamente utilizada em muitas propriedades do Brasil, sendo utilizadas diversas raças de taurinos. O principal propósito tem sido a obtenção de animais que apresentem maior desenvolvimento, precocidade, maior rendimento de carcaça e cortes e carne com maior maciez e maior grau de marmoreio o possível, tendo em vistas as condições edafoclimáticas brasileiras. A carne obtida do abate destes animais, por apresentar características superiores àquelas usualmente produzida no Brasil, geralmente abastece mercados diferenciados, como franquias, estabelecimentos especializados, boutiques de carne e unidades de alimentação coletiva mais especializada. A possibilidade de melhor remuneração e fidelização de clientes tem sido motivação para que pecuaristas invistam na produção da carne Especial ou da carne *Premium*.

Grupo genético e sexo são considerados importantes influenciadores das características da carne, pois podem exercer efeitos no desenvolvimento do animal, no rendimento, na composição muscular e na quantidade e composição de tecidos associados à carne, principalmente do tecido adiposo. Em âmbito do efeito genético, resultados de pesquisas demonstram que os animais pertencentes às raças taurinas apresentam maior atividade enzimática das calpaínas, principais enzimas associadas ao amaciamento natural da carne, decorrente da degradação de estruturas miofibrilares (Linha Z). Animais de raças zebuínas apresentam maior concentração de calpastatina, inibidor enzimático das calpaína, o que ocasiona menor intensidade de proteólise muscular, o que pode repercutir na maior força de cisalhamento da carne. Portanto, é mais provável de se obter carne mais macia em animais das raças taurinas. Além disto, taurinos são mais propensos à acumular gordura entremeada nas fibras musculares, denominada por gordura marmorizada, a qual contribui para maciez, sabor e aroma diferenciados.

Dentre as raças de taurinos disponíveis ao cruzamento industrial mencionam-se a Angus e Wagyu. Animais da raça Angus (taurinos britânicos) são originários da Escócia e as

principais características desta raça são a precocidade de terminação, precocidade sexual, habilidade materna, além das características de qualidade da carne e marmorização. A raça Wagyu é originária do Japão, da região de Kobe, sendo mundialmente conhecida pela produção da *Kobe Beef*. Esta raça é considerada como uma das melhores produtoras de carne com gordura marmorizada, o que eleva o seu valor comercial.

Além dos investimentos em genética, a maturação de cortes cárneos é uma alternativa para a redução da força de cisalhamento, o que eleva a aceitação e o valor agregado do produto. Este processo consiste em embalar a carne, em vácuo, e mantê-la em refrigeração por períodos que variam de sete a 21 dias, ou mais. Durante este período haverá maior atividade das enzimas associadas ao amaciamento natural da carne.

Para se verificar os impactos dos investimentos primários que têm sido realizados na bovinocultura de corte brasileira e também os efeitos benéficos da maturação são necessárias pesquisas para se verificar as características de qualidade da carne dos produtos obtidos. Laboratorialmente podem ser pesquisadas, por exemplo, os valores de pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento, cor, grau de marmoreio, força de cisalhamento e a composição química da carne. Pesquisas como estas podem contribuir com os direcionamentos dos investimentos e ações pretendidos pelo segmento produtivo.

Considerando-se o exposto, esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de se avaliar características da carne de bovinos cruzados (Wagyu × Red angus) e as características da carne de Nelore maturada.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Cruzamento industrial: aspectos gerais

O cruzamento industrial consiste da formação de uma geração de indivíduos a partir do acasalamento de duas ou mais raças, com o intuito de criar animais com melhor desempenho produtivo (ganho de peso, fertilidade, precocidade), com características de carcaça mais desejáveis e que produzam carne com melhores características de qualidade (Maggioni et al. 2009; Rotta et al. 2009; Padre et al. 2007).

A utilização do cruzamento dirigido pode contribuir para a redução da falta de padrão da maciez da carne bovina, a qual foi reportada por Koohmaraie et al. (2002) como um dos maiores problemas para esta cadeia produtiva. Além disto, pode-se melhorar o grau de marmorização, a qual se relaciona ao sabor, à suculência, à maciez e à apresentação do corte cárneo (Corbin et al. 2015; Albrecht et al. 2014; Ripoli et al. 2010). Sendo assim, tal técnica contribui para melhorar a aceitação da carne por segmentos de mercado mais exigentes e dispostos a remunerar a qualidade do produto (Rubensam et al. 1998).

Com a utilização desta técnica se visa explorar os efeitos da heterose (vigor híbrido) na decorrência da combinação de genes que se expressam com maior evidência na progênie (Maggioni et al. 2009; Rotta et al. 2009; Padre et al. 2007).

A raça e/ou grupo genético é um dos fatores que influenciam nas características de qualidade da carne, pois se relacionam com o desenvolvimento muscular, com a composição dos tecidos, com a quantidade e disposição do tecido adiposo e com a atividade enzimática *post mortem* associada ao amaciamento natural (Warner et al. 2010; Prado et al. 2009; Rotta et al. 2009). Especificamente, os cruzamentos utilizando raças taurinas podem proporcionar maior maciez da carne. Tal característica pode estar relacionada à atividade enzimática do músculo *post mortem* (Lepetit, 2008). Comparado a zebuínos, os animais de raças taurinas podem apresentar maior atividade de calpaínas, principais responsáveis pela proteólise de estruturas miofibrilares (Linha Z), pois nos miócitos destes animais usualmente há menor quantidade de calpastatina, inibidor enzimático das calpaínas. Além disto, animais das raças taurinas têm maior predisposição para a deposição de gordura intramuscular e, portanto, maior marmorização da carne.

Dentre as raças taurinas disponíveis ao cruzamento industrial mencionam-se a Red Angus (Figura 1) e a Wagyu (Figura 2).

Figura 1 - Touro da raça Red Angus e corte transversal do músculo *Longissimus thoracis*, entre a 12ª e 13ª costelas, de carcaça de bovino desta raça.



Fonte: Beef Point ([www.beefpoint.com.br](http://www.beefpoint.com.br))

Figura 2 - Touro da raça Wagyu e corte transversal do músculo *Longissimus thoracis*, entre a 12ª e 13ª costelas, de carcaça de bovino desta raça.



Fonte: Beef Point ([www.beefpoint.com.br](http://www.beefpoint.com.br))

A raça Angus é de origem escocesa, da região dos condados de Aberdeenshire e Angus. Nesta raça existem duas variações de coloração de pelagem: preta (Aberdeen Angus) e (Red Angus). A coloração vermelha se deve à expressão de um gene recessivo, mas que não interfere no desempenho animal (Associação Brasileira de Angus, 2015). Características como habilidade materna, precocidade sexual, fertilidade, acabamento de carcaça, maciez da carne e marmoreio fazem com que Angus seja a raça taurina mais utilizada, atualmente, em cruzamentos industriais no Brasil.

Conforme apresentado no relatório emitido pela Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA) no ano de 2013 foram comercializadas 455 mil doses de



sêmen de Red Angus. Neste ano, a quantidade de doses de sêmen Angus perfizeram 43,97% do total comercializado no Brasil (ASBIA, 2013).

A raça taurina Wagyu tem sido cogitada nos cruzamentos industriais no Brasil. Estes bovinos são originários do Japão, da região de Kobe, a qual mundialmente conhecida pela produção da *Kobe Beef*. O termo Wagyu se refere a várias raças de gado geneticamente predispostas a produzir intenso marmoreio (Yamada et al. 2014).

Wagyu foi inicialmente introduzido no Japão como animal de tração para auxiliar no cultivo da cultura de arroz. Existem cinco principais linhagens de Wagyu. As linhagens Tajima, Tottori e Shimane deram origem ao Wagyu preto e as linhagens Kochi e Kumamoto deram origem ao Wagyu vermelho (Associação Brasileira dos Criadores de Bovinos da Raça Wagyu). Os animais da raça Wagyu geralmente são tardios, ou seja, mais tempo é requerido para que seja atingido o grau de acabamento desejado para o abate.

No Brasil, a carne proveniente do abate de animais puros ou cruzados tem sido destinada ao abastecimento de estabelecimentos comerciais especializados, como boutiques de carne, redes de supermercado, restaurantes, hotéis e franquias de unidades de alimentação coletiva.

### **2.1.1 - Maciez da carne**

A maciez é uma das características mais desejáveis na carne e se relaciona à aceitação e à satisfação do consumidor com o produto (Koochmaraie et al. 1994).

Conforme relatado por Alves et al. (2007) a maciez da carne pode ser influenciada pela natureza e quantidade de tecido conjuntivo (colágeno e elastina) e/ou pela organização das proteínas miofibrilares.

O colágeno corresponde ao constituinte do tecido conjuntivo passível de influenciar a maciez da carne, dependendo da estabilidade e intensidade das pontes cruzadas formadas entre as fibras colágenas, inter e intramuscular. Com o passar do tempo de vida dos animais, as pontes cruzadas entre as fibras colágenas se tornam mais numerosas e mais termoestáveis, ou seja, não são gelatinizadas (solubilizadas) durante o cozimento da carne, o que eleva reduz a maciez (colágeno insolúvel). Em animais jovens as pontes cruzadas entre as fibras colágenas são instáveis às temperaturas de cozimento e, portanto, se gelatinizam (solubilizam) e não interferem significativamente, portanto, na maciez da carne (Lepetit, 2008).

Conforme Taylor et al. (1995) a hidrólise de proteínas estruturais *post mortem* repercute na maciez da carne. Durante o período de maturação da carne haverá mais tempo para que as calpaínas hidrolisem mais proteínas estruturais das linhas Z, estrutura esta responsável pela junção de sarcômeros adjacentes (Frylinck et al., 2009; Costello et al., 2006; Sazili et al., 2003). A degradação das linhas Z causa instabilidade na estrutura das miofibrilas proporcionando amaciamento da carne.

As calpaínas são enzimas sarcoplasmáticas que se tornam ativas na presença de maiores quantidades de cálcio no sarcoplasma, o que acontece durante as modificações *post mortem*, principalmente em momento próximo a instauração do *rigor mortis*. São consideradas como as principais enzimas responsáveis pela proteólise miofibrilar (Kendall et al., 1993). Este sistema enzimático é formado pela calpaína I ( $\mu$ -calpaína), ativada por concentração micromolar de cálcio e calpaína II (m-calpaína) ativada por concentração milimolar de cálcio. A atividade das calpaínas é regulada pela calpastatina (Koohmaraie et al., 2002).

A maciez da carne pode ser verificada por análise sensorial, empregando provadores treinados ou não treinados, ou de forma instrumental, com equipamentos específicos (texturômetro). Texturômetros mensuram a força necessária para cisalhar uma amostra, cujas fibras musculares são dispostas perpendicularmente a uma lâmina (Warner-Bratzler). Neste caso, é avaliada a força de cisalhamento.

Bickerstaffe et al. (2001), após realizar análise sensorial e instrumental da carne, estabeleceram associação entre estas duas técnicas analíticas, apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Força de cisalhamento e percepção de provadores acerca da maciez da carne do lombo de bovinos e de cordeiros.

Força de cisalhamento	Percepção de provadores
< 5,0	Muito macia
5,0 a 7,9	Macia
8,0 a 10,9	Aceitável
11,0 a 14,9	Dura
$\geq 15,0$	Muito dura

Adaptado de Bickerstaffe et al. (2001)

### 2.1.2 - Marmorização

Marmorização ou marmoreio é o termo utilizado para se referir às estruturas visíveis no corte transversal da carne formado pela deposição de gordura intramuscular, entre os feixes de fibras musculares. O grau de marmoreio representa a quantidade de gordura intramuscular e tem sido associado à suculência, sabor e maciez à carne. Carnes com maior grau de marmoreio tendem a apresentar, portanto, maior valor agregado (Sadkowski et al., 2014; Albrecht et al., 2006).

A deposição de gordura intramuscular compreende uma sequência de eventos que se iniciam com a formação de pré-adipócitos no músculo, com a diferenciação dos pré-adipócitos em adipócitos e com a maturação dos adipócitos intramusculares (Sasaki et al., 2005; Lee et al., 2010). Conforme Aldai et al. (2006) bovinos de raças taurinas, considerados precoces, apresentam maior deposição de gordura intramuscular que bovinos de raças zebuínas, considerados tardios.

A influência da nutrição dos bovinos na maciez da carne se associa, principalmente, com a taxa de crescimento dos animais, influenciando no peso ao abate e no acabamento das carcaças. Carcaças de animais bem acabados, com adequada cobertura de gordura e com bom grau de gordura intramuscular tendem a produzir carne mais macia (Corbin et al., 2015, Smith, 2001). Ganhos de peso elevados, por consequência de boa nutrição, exercem grande influência na composição da carcaça dos animais em crescimento. Para um mesmo genótipo, o crescimento rápido, proporcionado por adequado plano nutricional, ocasiona maior deposição de gordura corporal comparado ao observado quando o crescimento é mais lento (Santos et al., 2002).

Além de fatores genéticos e da alimentação, a condição sexual também influencia na composição da carcaça (Resende 2001). Em se tratando do ganho de peso e da eficiência alimentar machos inteiros apresentam superioridade em relação a machos castrados e fêmeas devido à ação de hormônios androgênicos produzidos nos testículos (Climaco et al., 2006). Machos inteiros produzem carcaças com maior porcentual de carne e com menor porcentual de gordura, quando comparado a machos castrados e a fêmeas. A testosterona, produzida nos testículos, tem ação anabolizante, o que favorece a síntese protéica e, conseqüentemente, o crescimento muscular Kuss et al., 2010; Marcondes et al., 2009; Rodrigues et al., 2004; Vaz & Restle, 2000). Entretanto, fêmeas tendem a atingir o grau de acabamento desejado pela indústria antes que os machos castrados e os machos inteiros, quando abatidos na mesma

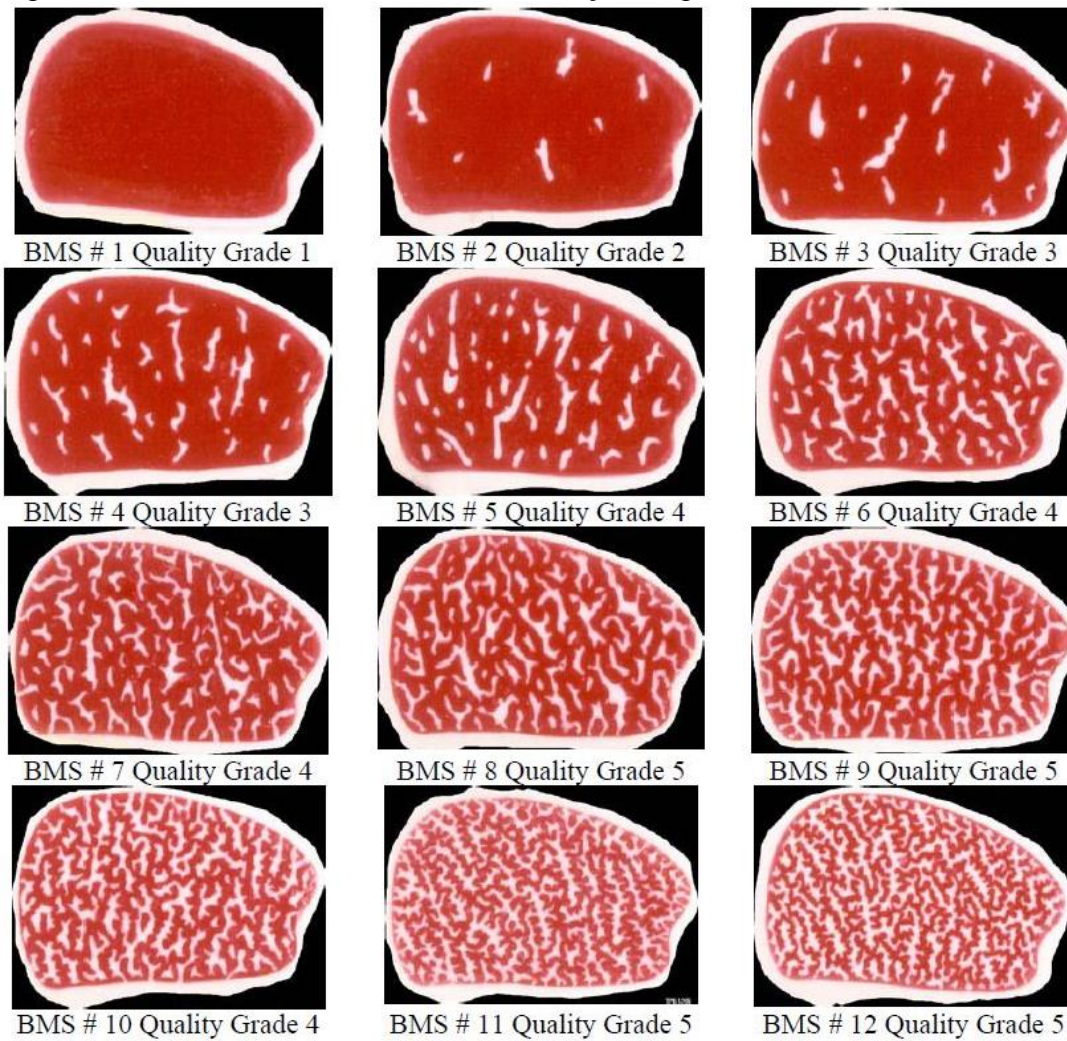
idade. Carcaças de fêmeas tendem a apresentar maior teor de gordura intramuscular e de gordura subcutânea que os machos.

A castração de bovinos de corte é tradicionalmente realizada no Brasil com a alegação de que este procedimento favorece a uniformidade e a qualidade da carcaça, além de prevenir, na decorrência de maior proporção de gordura subcutânea, os efeitos indesejáveis do frio nas carcaças, como a desidratação, escurecimento da superfície da carcaça e encurtamento pelo frio (Ramos & Gomide, 2007). Tendo em vista os riscos e desconfortos da castração cirúrgica, a castração têm sido realizada através da inibição do desenvolvimento sexual, pela imunização contra o fator de liberação de gonadotrofinas (GnRH) denominada por castração química (Zamaratskaia et al., 2007). O princípio da imunocastração se baseia na aplicação de doses de uma vacina contendo uma forma modificada de GnRH conjugada a uma proteína, capaz de estimular o sistema imunológico do animal a produzir anticorpos específicos contra o GnRH (Zamaratskaia et al., 2007; Price et al., 2003). A primeira aplicação atua sensibilizando o sistema imunológico do bovino, produzindo efeito após segunda dose (reforço), a qual administrada quatro semanas após a primeira dose (Andreo et al., 2013).

Durante a classificação e tipificação de carcaças, ainda no abatedouro, é realizada a classificação do grau de marmoreio. Para esta análise se realiza uma secção transversal no músculo *Longissimus thoracis*, entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas, sendo a área exposta do lombo observada e comparada com um padrão visual impresso, sendo posteriormente concedida a carcaça uma classificação numérica, conforme escala (Figura 3).

Consumidores de alguns segmentos de mercado mais especializados associam o grau de marmoreio do corte carne com maior palatabilidade, sabor, aroma e suculência (Legako et al., 2015; Morales et al., 2013). Conforme Legako et al. (2015) os ácidos graxos que compõe a gordura intramuscular podem proporcionar palatabilidade, sabor, aroma e maciez. Além disto, os ácidos graxos, quando aquecidos durante o cozimento, desprendem-se da matriz cárnea e são formadas lacunas entre as fibras musculares as quais, possivelmente, reduzem a força de cisalhamento da carne.

Figura 3 – Padrão visual e escala de classificação do grau de marmoreio



Fonte: Associação Brasileira dos criadores de Bovinos da Raça Wagyu ([www.wagyu.org.br](http://www.wagyu.org.br))

## 2.2 - Outras características de qualidade da carne

### 2.2.1 - Cor

A cor da carne é atributo inicial que norteia o consumidor em sua tomada de decisão de compra ou consumo. Em condições de boa conservação a cor depende da quantidade e do estado químico do seu principal pigmento cromogênio, a mioglobina (Ramos & Gomide, 2007). Em condições inadequadas a cor pode ser a consequência de estágios de decomposição.

A cor da carne pode ser influenciada por sua estrutura física da carne, no que se refere a sua capacidade em absorver ou dispersar a luz incidente, pelo estado químico da mioglobina (deoximioglobina: vermelho-púrpura; oximioglobina: vermelho-brilhante; metamioglobina: marron) e pela concentração de pigmentos (mioglobina e hemoglobina) a

qual variável entre os tecidos musculares, espécie, sexo, idade e intensidade de atividade física (Pardi et al. 1993). Conforme Lawrie (1977) a cor da carne também é influenciada pelo pH final ocasionado pela glicólise *post mortem*, podendo apresentar coloração vermelho escuro em valores elevados (DFD: superior a 5,7), vermelho cereja (5,3 a 5,7) e vermelho pálido (PSE: menor que 5,3).

### **2.2.2 - Capacidade de retenção de água**

A capacidade de retenção de água (CRA%) é definida como a capacidade do corte cárneo em reter a água contida no sarcoplasma, o que pode interferir na maciez, suculência, cor e nos rendimentos ao preparo (Alves et al., 2007; Hertog-Meischke et al., 1997). A diminuição da capacidade de reter água pode ocasionar perdas na qualidade sensorial da carne, como aumento da dureza, e também perdas de proteínas, minerais e vitaminas durante a exsudação. Além disto, pode haver perda durante a comercialização, armazenamento e consumo.

### **2.2.3 - pH**

O pH exerce grande influencia na qualidade e segurança da carne. Este parâmetro está relacionado ao acúmulo de ácido lático proveniente da glicólise *post mortem* e do aumento na concentração de prótons de hidrogênio (Gomide et al. 2013). A quantidade e taxa de acúmulo de ácido lático na carne tem influência na sua qualidade final, modificando direta ou indiretamente parâmetros como a cor, o sabor, o aroma, a maciez e propriedades funcionais como capacidade de retenção de água e perda de peso após a cocção. Muitas reações envolvidas na formação do sabor da carne são dependentes do pH e com isto a quantidade e qualidade dos compostos aromáticos, que contribuem para o sabor, serão afetados pelo pH (Coombes et al., 2014; Thompson, 2002).

### **2.2.4 - Maturação**

A maturação é um processo no qual a carne fresca é embalada a vácuo e estocada em condições de refrigeração por períodos variáveis (Lawrence et al., 2006).

Durante este período há mais tempo para que o complexo enzimático, principalmente as calpaínas, hidrolise a linha Z dos sarcômero, ocasionando maior maciez a

carne (Frylinck et al., 2009; Costello et al., 2006; Sazili et al., 2003). Além das alterações na maciez da carne há formação de flavor.

A fibra muscular (miócito) que compõe o músculo estriado esquelético é constituída por miofibrilas, cuja unidade estrutural é o sarcômero. Este sistema miofibrilar é composto por diversas proteínas, nas quais ocorrem alterações que conduzem ao amaciamento pós abate. O sarcômero corresponde à área compreendida por duas linhas Z. Distribuídos nos sarcômero estão a actina (filamento fino) e a miosina (filamento grosso) (Alves et al., 2007). Nas linhas Z estão presentes outras proteínas: actina, desmina, vimetina e sinemina. A titina se distribui ao longo dos filamentos grossos e finos.

Conforme Koohmaraie (1994) durante a maturação há hidrólise das proteínas da linha Z, da desmina, da titina, da nebulina e da troponina T. A actina e a miosina não são hidrolisadas durante a maturação.

A titina e nebulina são proteínas que reforçam transversalmente a estrutura das miofibrilas e a proteólise destas proteínas auxiliam no enfraquecimento desta estrutura. A degradação das linhas Z enfraquece também a estrutura das miofibrilas, pois estas têm a função de manter unidos os sarcômeros adjacentes (Taylor et al., 1995).

As calpaínas são enzimas sarcoplasmáticas dependentes de cálcio. Várias evidências indicam as calpaínas como as principais responsáveis pela proteólise muscular no *post mortem* (Kendall et al., 1993). Tal sistema é formado pela calpaína I ( $\mu$ -calpaína) e calpaína II (m-calpaína) ativadas pelo cálcio e inibidas pela calpastatina. A relação entre calpaína e calpastatina é contribui para o entendimento da maciez da carne. Quanto maior a quantidade de calpastatina, menor a atividade das calpaínas e menor a maciez da carne.

### 2.3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, E.; KUZINSK, J.; KOMOLKA, K.; GOTOH, T.; MAAK, S. Localization and abundance of early markers of fat cell differentiation in the skeletal muscle of cattle during growth. Are DLK1 positive cells the origin of marbling flecks? **Meat Science**, v.100, p. 237-245, 2015.

ALDAI, N.; MURRAY, B.E.; OLIVÁN, M.; MARTINEZ, A.; TROY, D.J.; OSORO, K.; NÁJERA, A.I. The influence of breed and mh-genotype on carcass conformation, meat physico-chemical characteristics, and the fatty acid profile of muscle from yearling bulls. **Meat Science**, v.72, p.486-495, 2006.

ALVES, D. D.; MANCIO, A. B., 2007. Maciez da carne bovina: Uma revisão. **Revista da FZVA**, v.14, n.1, p. 193-216. 2007.

ANDREO, N.; BRIDI, A.M.; TARSITANO, M.A. Influência da imunocastração (Bopriva®) no ganho de peso, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 2, p. 4121-4132, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANGUS. < <http://angus.org.br/>>. Acesso em: 03/02/2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL (ASBIA). Importação, exportação e comercialização de sêmen. Índice ASBIA, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE BOVINOS DA RAÇA WAGYU. <<http://www.wagyu.org.br/>>. Acesso em: 03/02/2015.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. New concepts of cattle growth Sydney Sydney University Press, 1976.

BICKERSTAFFE, R.; BEKHIT, A.E.D.; ROBERTSON, L.J.; ROBERTS, N.; GEESINK, G.H. Impact of introducing on the tenderness of retail meat. **Meat Science**, v.59, p.303-315, 2001.

COOMBES, S.V.; GARDNER, G.E.; PETHICK, D.W.; MCGILCHRIST, P. The impact of beef cattle temperament assessed using flight speed on muscle glycogen, muscle lactate and plasma lactate concentrations at slaughter. **Meat Science**, v.98, p.815-821, 2014.

CORBIN, C.H.; O'QUINN, T.G.; GARMYN, A.J.; LEGAKO, J.F.; HUNT, M.R.; DINH, T.T.N.; RATHMANN, R.J.; BROOKS, J.C.; MILLER, M.F. Sensory evaluation of tender



beef strip loin steaks of varying marbling levels and quality treatments. **Meat Science**, v.100, p.24-31, 2015.

COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Desempenho, Digestibilidade e Características de Carcaça de Novilhos Zebuínos Alimentados com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.268-279, 2005.

COSTELLO, S.; O'DOHERTY, E.; TROY, D.J.; ERNST, C.W.; KIM, K-S.; STAPLETON, P.; SWEENEY, T.; MULLEN, A.M. Association of polymorphisms in the calpain I, calpain II and growth hormone genes with tenderness in bovine *M. longissimus dorsi*. **Meat Science**, v.75, p.551-557, 2006.

FELICIO, P.E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: XXXVI Reunião Anual da SBZ, 1999, Porto Alegre. Anais. Rio Grande do Sul: Sociedade Brasileira de Zootecnia.

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

FRYLINCK, L.; VAN WYK, G.L.; SMITH, T.P.L.; STRYDOM, P.E.; VAN MARLEKOSTER, E.; WEBB, E.C.; KOOHMARAIE, M.; SMITH, M.F. Evaluation of biochemical parameters and genetic markers for association with meat tenderness in South African feedlot cattle. **Meat Science**, v.83, p.657-665, 2009.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. A carne com alimento; Propriedades da carne fresca. In: **Ciência e qualidade da carne: fundamentos**. Viçosa, Editora UFV, 2013. cap.1, p.11-56; cap. 5, p. 155-183.

HADLICH, J.C.; MORALES, D.C.; SILVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, H.N.; CHARDULO, A.L. Efeito do colágeno na maciez da carne de bovinos de distintos grupos genéticos. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.28, n.1, p.57-62, 2006.

HERTOG-MEISCHKE, M.J.A.; VAN LAACK, R.J.L.M.; SMULDERS, F.J.M. The water-holding capacity of fresh meat. **The veterinary quarterly**, v.19, n.4, p.175-181, 1997.

JELENÍKOVA, J.; PIPEK, P.; STARUCH, L. The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. **Meat Science**, v.80, p.870-874, 2008.

KENDALL, T.L.; KOOHMARAIE, M.; ARBONA, J.R.; WILLIAMS, S.E.; YOUNG, L.L. Effect of pH and ionic strength on bovine m-calpain and calpastatin activity. **Journal of Animal Science**, v.71, p.96-104, 1993.

KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**, v.36, p.93-104, 1994.

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

KUSS, F.; LÓPEZ, J.; RESTLE, J.; BARCELLOS, J.O.J.; MOLETTA, J.L.; LEITE, M.C.P. Qualidade da carne de novilhos terminados em confinamento e abatidos aos 16 ou 26 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.924-931, 2010.

LAWRENCE, R.W.; DOYLE, J.; ELLIOTT, R.; LOXTON, I.; MCMENIMAN, J.P.; NORTON, B.W.; REID, D.J.; TUME, R.W. The efficacy of a vitamin D<sub>3</sub> metabolite for improving the myofibrillar tenderness of meat from *Bos indicus* cattle. **Meat Science**, v.72, p.69-78, 2006.

LAWRIE, R.A. *Ciência de la Carne*. Zaragoza, Acríbia, 1977, 456 p.

LEE, S.; DECKER, E.A.; FAUSTMAN, C.; MANCINI, R.A. The effects of antioxidant combinations on color and lipid oxidation in *n*-3 oil fortified ground beef patties. **Meat Science**, v.70, p.683-689, 2005.

LEGAKO, J.F.; BROOKS, J.C.; O'QUINN, T.G., et al. Consumer palatability scores and volatile beef flavor compounds of five USDA quality grades and four muscles. **Meat Science**, v.100, p.291-300, 2015.

LEPETIT, J. Collagen contribution to meat toughness: Theoretical aspects. **Meat Science**, v.80, p.960-967, 2008.

MAGGIONI, D.; MARQUES, J.A.; ROTTA, P.P.; PEROTTO, D.; DUCATTI, T.; VISENTAINER, J.V.; PRADO, I.N. Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. **Livestock Science**, v.127, p.176-182, 2009.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, M.F.; NASCIMENTO, F.B.; FONSECA, M.A. Exigências nutricionais

de proteína, energia e macrominerais de bovinos Nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1587-1596, 2009.

MORALES, R.; AGUIAR, A.P.S.; SUBIABRE, I.; REALINI, C.E. Beef acceptability and consumer expectations associated with production systems and marbling. **Food Quality and Preferences**, v.29, p.166-173, 2013.

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. Analysis of fatty acids in Longissimus muscle of steers of different genetic breeds finished in pasture systems. **Livestock Science**, v.110, p.57-63, 2007.

PARDI, M.C., SANTOS, I.V., SOUZA, E.R. et al. Ciência, higiene e tecnologia da carne. Goiânia: EDUFF/UFG, 1993.

PRADO, I.N.; PRADO, R.M.; ROTTA, P.P.; VISENTAINER, J.V.; MOLETTA, J.L.; PEROTTO, D. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of crossbred bulls (*Bos Taurus indicus* vs. *Bos Taurus taurus*) finished in feedlot. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.17, p.295-306, 2008.

PRADO, J.M.; PRADO, I.N.; VISENTAINER, J.V.; ROTTA, P.P.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J.L.; PRADO, I.M.; DUCATTI. The effect of breed on the chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus dorsi* muscle of Brazilian beef cattle **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.18, p.231-240, 2009.

PRICE, E. O. ; ADMS, T. E. ; HUXSOLL, C. C. e BORGWARDT, R. E. Aggressive behavior is reduced in bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone. **Journal of Animal Science**, 81:411-415, 2003.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. 2007. Avaliação da qualidade de carne: fundamentos e metodologias. Viçosa-MG: Editora UFV, 599p.

RIPOLI, M.V.; ROSBERG-MUNOZ, A.; LIRÓN, J.P.; FRANCISCO, E.; VILLEGAS-CASTAGNASSO, E.E.; PERAL-GARCIA, P.; GIOVAMBATTISTA, G. History and selection imprinting on genetic relationships among bovine breeds analyzed through five genes related with marbling. **Research in Veterinary Science**, v.90, p.245-252, 2010.

RODRIGUES, V.C.; BRESSAN, M.C.; CARDOSO, M.G.; FREITAS, R.T.F. Ácidos Graxos na Carne de Búfalos e Bovinos Castrados e Inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.434-443, 2004.

ROTTA, P.P.; PRADO, R.M.; PRADO, I.N.; VALERO, M.V.; VISENTAINER, J.V.; SILVA, R.R. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: A review. **Asian-Australian Journal Animal Science**, v.22(12): p.1718-1734, 2009.

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

SADKOWSKI, T.; CIECIERSKA, A.; MAJEWSKA, A., et al. Transcriptional background of beef marbling—Novel genes implicated in intramuscular fat deposition. **Meat Science**, v.97, p.32-41, 2014.

SANTOS, E.D.; PAULINO, M.F.; LANA, R.P. et al. Influência da suplementação com concentrados nas características de carcaça de bovinos F1 Limousin - Nelore, não-castrados, durante a seca, em pastagens de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1823-1832, 2002.

SASAKI, Y.; NAGAI, K.; NAGATA, Y., et al. Exploration of genes showing intramuscular fat deposition associated expression changes in musculus *longissimus* muscle. **International Society for Animal Genetics**, v.37, p.40- 46, 2006.

SAZILI, A.Q.; LEE, G.K.; PARR, T.; SENSKY, P.L.; BARDSLEY, R.G.; BUTTERY, P.J. The effect of altered growth rates on the calpain proteolytic system and meat tenderness in cattle. **Meat Science**, v.66, p.195-201, 2003.

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

THOMPSON, J. Managing meat tenderness. **Meat Science**, v.62, p.295-308, 2002.

VAZ, F.N.; RESTLE, J. Aspectos qualitativos da carcaça e da carne de machos Hereford, inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1894-1901, 2000.

WARNER, R.D.; GREENWOOD, P.L.; PETHICK, D.W.; FERGUSON, D.M. Genetic and environmental effects on meat quality. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 171-183, 2010.

YAMADA, T.; HIGUCHI, M.; NAKANISHI, N. Fat depot-specific differences in pref-1 gene expression and adipocyte cellularity between Wagyu and Holstein cattle. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 445, p.310-313, 2014.

ZAMARATSKAIA, G.; RYDHMER, L.; ANDERSSON, H.K., et al. Long -term effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone, using Improvac™, on hormonal profile and behavior of male pigs. **Animal Reproduction Science**, v.108, 29 p.37-48, 2007.

### 3 ARTIGOS

#### 3.1 - CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE E MATURAÇÃO DA CARNE DE BOVINOS CRUZADOS WAGYU × ANGUS (RED)

##### RESUMO

Esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de se avaliar as características da carne de bovinos cruzados Wagyu × Angus (Red). Análises foram realizadas na carne dos músculos *Longissimus thoracis*, *Semitendinosus* e *Triceps brachii* obtidas em carcaças resfriadas ( $0^{\circ}\text{C}\pm 1$ ) por 24 horas após o abate de machos castrados e de fêmeas abatidos, ocorrido aos 24 meses de idade. Na desossa foram mensurados no músculo *Longissimus thoracis* a espessura de gordura subcutânea, a área de olho de lombo e também concedido um escore para o grau de marmorização. Na carne dos músculos foi analisado o pH final, a capacidade de retenção de água, a perda de peso por cozimento, a força de cisalhamento, cor ( $L^*a^*b^*$ , C,  $H^{\circ}$ ) e os teores de umidade, massa seca, resíduo mineral fixo, proteína e gordura. No músculo *Longissimus thoracis* foi avaliada a cor da gordura ( $L^*a^*b^*$ , C,  $H^{\circ}$ ). Porções de carne do músculo *Longissimus thoracis* foram coletadas avaliar o efeito dos tempos de sete e 14 dias de maturação no pH final, na capacidade de retenção de água, na perda de peso por cozimento, na força de cisalhamento, na cor da carne ( $L^*a^*b^*$ , C,  $H^{\circ}$ ) e na cor da gordura ( $L^*a^*b^*$ , C,  $H^{\circ}$ ). Para a carne de todos os músculos não houve efeito de sexo no pH final, na capacidade de retenção de água, na perda de peso por cozimento e no teor de proteína. Não houve efeito de sexo na cor da gordura do músculo *Longissimus thoracis*, na força de cisalhamento e no teor de resíduo mineral fixo dos músculos *Semitendinosus* e do *Triceps brachii* e na cor da carne e no teor de gordura do *Triceps brachii*. O *Longissimus thoracis* de fêmeas recebeu os melhores escore para marmoreio, apresentou maior teor de gordura e menor força de cisalhamento e no *Longissimus thoracis* de machos apresentou maior área de olho de lombo. Efeito de sexo na cor da carne foi atribuído a diferenças significativas no teor de gordura dos músculos *Longissimus thoracis* e *Semitendinosus*. A carne de macho em todos os músculos avaliados apresentou maior teor de umidade e menor teor de massa seca. A maturação da carne do *Longissimus thoracis* proporcionou redução significativa na força de cisalhamento e aumento do pH final. Não houve interação entre sexo, características de qualidade e tempo de maturação.

**Palavras-chave:** Força de cisalhamento, *Longissimus thoracis*, Marmoreio, *Semitendinosus*, Sexo, *Triceps brachii*.

**QUALITY CHARACTERISTICS AND MATURATION OF CROSSED CATTLE  
MEAT WAGYU × ANGUS (RED)**

**ABSTRACT**

Our objectives were to assess quality parameters and chemical composition, and to evaluate the effects of maturation time on quality parameters of meats from Wagyu x Angus animals. Analyses were performed on *Longissimus thoracis*, *Semitendinosus* and *Triceps brachii* obtained from chilled carcasses of 24-month-old male and female animals. No effect of sex ( $P>0.07$ ) was observed on ultimate pH, water holding capacity, cooking loss and protein content in meats from all muscles, on fat color from *Longissimus thoracis*, on shear force and ash content of *Semitendinosus* and *Triceps brachii*, and on meat color and fat content of *Triceps brachii*. *Longissimus thoracis* of females had the best ( $P<0.01$ ) marbling scores, greater ( $P<0.01$ ) fat content, and less ( $P<0.01$ ) shear force, whereas males had greater ( $P=0.04$ ) ribeye area. Meat maturation of *Longissimus thoracis* reduced shear force and ultimate pH. No interaction ( $P>0.01$ ) between sex, quality parameter and maturation time was observed. We recommend a 7-day maturation time to obtain a very tender meat.

**Keywords:** marbling, *Longissimus thoracis*, *Triceps brachii*, *semitendinosus*, sex, shear force



## INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca no cenário mundial pela relevante produção da carne bovina. Entretanto, para a sua maior consolidação há necessidade de se investir na produção de carne com características mais bem aceitas e mais valorizadas por clientes mais exigentes, sejam eles internos ou externos. Neste contexto menciona-se que no ano de 2015 os Estados Unidos se dispuseram à importação da carne bovina brasileira, criando condições para a abertura de novos mercados. Portanto, investir na qualidade da carne se faz ainda mais relevante. Dentre as exigências são mencionadas o marmoreio, o qual se relaciona ao sabor, à suculência, à apresentação do corte cárneo e, até mesmo, com a maciez da carne (Corbin et al., 2015; Albrecht et al., 2014; Ripoli et al., 2010).

Tem se observado no Brasil, nos últimos anos, muitas iniciativas voluntárias dos pecuaristas para a formação de rebanhos compostos por animais mais precoces, com maior desenvolvimento de carcaças e que produzam carne com características mais desejáveis. Para tal, têm sido muito utilizadas as raças taurinas em cruzamentos. Para ilustrar esta situação menciona-se que no Brasil, no ano de 2013, a quantidade de doses comercializadas de sêmen de taurinos superou a quantidade vendida de sêmen de zebuínos (ASBIA, 2013). Neste ano foram comercializados 455 mil doses de sêmen da raça Angus, totalizando 43,97% das doses comercializadas no Brasil. Da raça Wagyu foram comercializados 29.185 doses havendo crescimento de 89,77% na quantidade comercializada para esta raça dentre os anos de 2011 a 2013 (ASBIA, 2013).

O cruzamento industrial é uma das alternativas para a obtenção de carne com melhor qualidade. Esta técnica consiste da formação de uma geração de indivíduos a partir do acasalamento de duas ou mais raças, com a finalidade de se explorar os efeitos da heterose ou vigor híbrido. Com a combinação de genes, que se expressam com maior evidência na progênie, podem ser obtidos ganhos em características produtivas (ganho de peso, fertilidade, precocidade), bem como nas características de qualidade da carcaça e da carne (acabamento, maciez, marmoreio) (Maggioni et al., 2009; Rotta et al., 2009; Padre et al., 2007; Euclides Filho, 1997).

Animais de raças taurinas apresentam maior atividade de calpaína que animais de raças zebuínas. Isto se deve a menor concentração de calpastatina, inibidor específico da calpaína. A relação entre calpaína e calpastatina é um importante fator para prever a maciez da carne (Kristensen et al., 2006). Quanto maior a atividade da calpaína, mais macia tende a

ser a carne. Portanto, melhoria na maciez da carne obtida pelo cruzamento industrial pode estar relacionada à atividade à enzimática do músculo *post mortem* (Lepetiti, 2008).

Especificamente, os cruzamentos com raças taurinas podem proporcionar aumento na produtividade e melhorias nas características das carcaças e da carne (Maggioni et al., 2009; Rotta et al., 2009; Padre et al., 2007;). Dentre as raças disponíveis a este fim são mencionadas a Angus e Wagyu. Angus é uma raça taurina britânica, da Escócia, muito utilizada em cruzamentos no Brasil e são características desta raça a precocidade, o bom acabamento da carcaça, a marmorização e a maciez da carne. A raça Wagyu é de origem japonesa, da região de Kobe e apresenta grande habilidade em depositar gordura no tecido muscular, sendo assim possível de se obter elevada marmorização do músculo (Yamada et al., 2014).

Grupo genético e sexo são alguns dos fatores que influenciam nas características de qualidade de carne, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento muscular, à composição dos tecidos, à quantidade e disposição de tecido adiposo e à atividade enzimática para o amaciamento natural (Warner et al., 2010; Jeleníková et al., 2008; Fernandes et al., 2007).

Somado ao cruzamento e ao manejo zootécnico dos animais, a maturação é outra técnica que possibilita melhorias na qualidade da carne, principalmente em sua maciez (Bianchini et al., 2007; Neath et al., 2007). Neste processo, a carne é embalada a vácuo e refrigerada, em temperaturas próximas de 0°C, por períodos que variam de sete a 21 dias (Lawrence et al., 2006). Durante o período de maturação haverá mais tempo para que o complexo enzimático, principalmente as calpaínas, realizem a autólise de estruturas miofibrilares, como as linhas Z, possibilitando o amaciamento natural da carne (Frylinck et al., 2009; Costello et al., 2006; Sazili et al., 2003).

Considerando-se o exposto, esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de se avaliar as características de qualidade e maturação da carne de bovinos cruzados das raças Wagyu × Angus (Red).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Animais

Um total de 30 carcaças de bovinos da primeira geração do cruzamento das raças Wagyu × Angus (Red), sendo 15 de machos e 15 de fêmeas, foi utilizado nesta pesquisa. As carcaças nas quais a carne foi amostrada foram aleatoriamente selecionadas a partir de 194 carcaças resfriadas ( $0 \pm 1^\circ\text{C}$ ) por 24 horas após o abate. Os animais abatidos foram da primeira geração (F1) do cruzamento entre touros da raça Wagyu (sêmen) e vacas da raça Angus (Red), por inseminação artificial. Os machos foram submetidos à castração química 70 dias antes ao abate com Bopriva<sup>®</sup>. Os animais foram criados a pasto (*Brachiaria* spp.), terminados em confinamento por 180 dias, em uma propriedade localizada no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brasil (latitude: 22° 12' 16'' S; longitude: 54° 48' 20'' W; altitude: 430m). Os bovinos foram abatidos aos 24 meses de idade em frigorífico localizado no município de Bataguassu, Mato Grosso do Sul, o qual fiscalizado pelo Serviço de Inspeção Federal do Brasil. Os machos apresentaram peso corporal médio após jejum alimentar de 563,64 kg e as fêmeas de 491,28 kg. O rendimento de carcaça quente de machos foi de 54,89% e de fêmeas de 53,74%.

### Medidas realizadas na desossa

Nas carcaças resfriadas por 24 horas após o abate foi realizada uma secção entre a 12ª e 13ª costelas para exposição do lombo do músculo *Longissimus thoracis*. Nesta região foi mensurada a espessura da gordura subcutânea e a área do olho do lombo. Nesta região também foi avaliado o marmoreio. Um escore para o grau de marmoreio foi atribuído por um avaliador com o auxílio da escala *Beef Marbling Standards* (BMS) utilizada pela Associação Brasileira de Criadores de Bovinos da Raça Wagyu. Os escores variam de 1 a 12, sendo o marmoreio classificado como ruim (BMS 1), regular (BMS 2), bom (BMS 3 e 4), muito bom (BMS de 5 a 7) e excelente (BMS de 8 a 12). A área de olho de lombo foi mensurada pelo método Grade, que consiste na utilização de uma grade plástica quadriculada, em que cada quadrado tem uma área de 10 mm<sup>2</sup> (Costa et al., 2012; Yáñez et al., 2006). A espessura de gordura subcutânea foi mensurada com paquímetro, sendo expressa em milímetros.

## Coleta de amostras

Amostras de carne (1.000 gramas) foram coletadas na desossa dos músculos *Longissimus thoracis* (entre a 12ª e 13ª costelas), *Semitendinosus* (região central) e *Triceps brachii* (região central) a partir de carcaças resfriadas ( $0 \pm 1^\circ\text{C}$ ) por 24 horas após o abate. Estas amostras foram embaladas em polietileno, a vácuo, resfriadas ( $0 \pm 1^\circ\text{C}$ ) e imediatamente encaminhadas ao laboratório para a realização das análises.

A partir do músculo *Longissimus thoracis* foram adicionalmente coletadas porções (200 gramas cada) para serem maturadas. Estas porções foram embaladas em polietileno, a vácuo, e resfriadas ( $0 \pm 1^\circ\text{C}$ ) e por um, sete e 14 dias, contados a partir da desossa (24 horas após abate).

## Análises laboratoriais

O valor de pH final foi mensurado com um peagâmetro digital acoplado com eletrodo de penetração.

Para a determinação da capacidade de retenção de água foram seccionadas amostras de, aproximadamente, 0,5 g dos cortes resfriados, as quais foram dispostas entre duas folhas de papel filtro e estas entre duas placas de vidro ( $12 \times 12 \times 1$  cm). Aplicou-se, neste conjunto, peso de 10 kg por 5 minutos (Yancey & Apple, 2011). A capacidade de retenção de água foi calculada pela diferença de peso, expressa em percentual.

Para a determinação da perda de peso por cocção foram seccionadas amostras de, aproximadamente, 100 gramas dos cortes resfriados. As amostras foram embaladas em folha metalizada com a face de maior brilho voltada para o interior e depois dispostas em chapa de aquecimento de dupla face tipo grill regulado para a temperatura de  $180^\circ\text{C}$  e pré-aquecido. O aquecimento da carne foi monitorado com termômetro tipo agulha, sendo as amostras retiradas do equipamento quando a temperatura no centro geométrico do corte atingiu  $72^\circ\text{C}$ . As amostras foram removidas da embalagem e resfriadas em condições ambientes, sendo posteriormente pesadas. A perda de peso por cocção foi calculada pela diferença entre o peso da carne crua e o peso da carne após cozimento, sendo expressa em percentual (Barge et al., 1991).

A força de cisalhamento foi determinada com texturômetro (modelo TA.XT2 plus®, Stable Micro System, Godalming, Surrey, Reino Unido) acoplado com sonda de

cisalhamento retangular padrão Warner-Bratzler, com espessura de 1,016mm e com lâmina de 3,05mm. Os dados (picos positivos máximos) foram obtidos com o programa Exponent Lite versão 5.1 (Stable Micro Systems). O equipamento foi calibrado com peso padrão de 5kg, sendo programado com velocidade de descida e de corte do dispositivo de 200 mm.minuto<sup>-1</sup>, velocidade de pré-teste, de teste e de pós-teste de 2 mm.segundo<sup>-1</sup> e distância de penetração de 15 mm. Para esta análise foram utilizadas amostras remanescentes da análise da perda de peso por cozimento, as quais foram resfriadas (4°C) por 24 horas e assim mantidas até o momento das análises. Oito cilindros de 1,27cm de diâmetro foram removidos das amostras no sentido paralelo das fibras musculares, sendo estes dispostos no equipamento com as fibras orientadas no sentido perpendicular a lâmina. Os resultados foram expressos kgf.cm<sup>-2</sup> (AMSA, 1995).

Análises colorimétricas foram realizadas utilizando-se colorímetro Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta, Inc., Tóquio, Japão) empregando iluminante D65 e geometria 45/0. Os valores de cor foram expressos no sistema CIELAB. Luminosidade ( $L^*$ ), cor vermelha ( $a^*$ ) e cor amarela ( $b^*$ ) foram diretamente mensuradas nas amostras resfriadas a 4°C, após 30 minutos de contato com o ar. Mensurou-se a cor da carne dos músculos mencionados e também da gordura subcutânea no músculo *Longissimus thoracis*. Calculou-se o croma (C) pela equação:  $C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ , admitindo-se que quanto maior a saturação (AMSA, 2012; Konica Minolta Sensing, 2007; Van Laack et al., 2000). O matiz ( $H^\circ$ ) foi calculado pela equação:  $H^\circ = \tan^{-1} b^*/a^*$ . Os dados foram interpretados no quadrante angular no qual:  $H^\circ = 0$  representa o vermelho puro;  $H^\circ = 90$  representa o amarelo puro;  $H^\circ = 180$  representa o verde puro; e  $H^\circ = 270$  representa o azul puro (AMSA, 2012; Konica Minolta Sensing, 2007; Van Laack et al., 2000).

Os teores de umidade, massa seca, resíduo mineral fixo, proteína e gordura foram quantificados conforme métodos citados pela AOAC (2007).

### **Análise estatística**

Análises de variância foram realizadas em dois procedimentos diferentes. No primeiro procedimento utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado para comparar as características de qualidade da carne de machos e fêmeas obtida dos músculos *Longissimus thoracis*, *Semitendinosus* e *Triceps brachii*. Neste caso, somente o efeito de sexo foi incluído no modelo. No segundo procedimento, foi utilizado um delineamento inteiramente

casualizado, em arranjo fatorial 2 (sexo)  $\times$  3 (tempo de maturação), com 5 repetições, para comparar tempos de maturação (um, sete e 14 dias) de carne obtida a partir do músculo *Longissimus thoracis*. Neste caso, o efeito de sexo, tempo de maturação e suas interações foram incluídos no modelo.

Embora o escore de marmoreio, área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e cor de gordura subcutânea foram mensuradas apenas no músculo *Longissimus thoracis*, as três primeiras foram testadas apenas para o efeito de sexo. Quando um efeito foi detectado ( $p \leq 0,05$ ) para o fator com 3 (três) níveis (tempo de maturação), o teste de Tukey em nível de significância de 5% foi usado para discriminar as médias. Para as análises estatísticas foi utilizado o procedimento GLM do programa *Statistical Analysis System* (SAS Institute).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Características de qualidade da carne

Não houve efeito ( $p>0,05$ ) de sexo no pH final, na capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento, na cor da gordura subcutânea ( $L^*a^*b^*$ , C e  $H^\circ$ ) e no teor de proteína do músculo *Longissimus thoracis* (Tabela 1). Houve efeito ( $p\leq 0,05$ ) de sexo na espessura da gordura subcutânea, no escore de marmoreio (Figura 1), na área de olho de lombo, na força de cisalhamento, na cor da carne ( $L^*a^*b^*$ , C e  $H^\circ$ ) e nos teores de umidade, de massa seca, de resíduo mineral fixo e de gordura do músculo *Longissimus thoracis*.

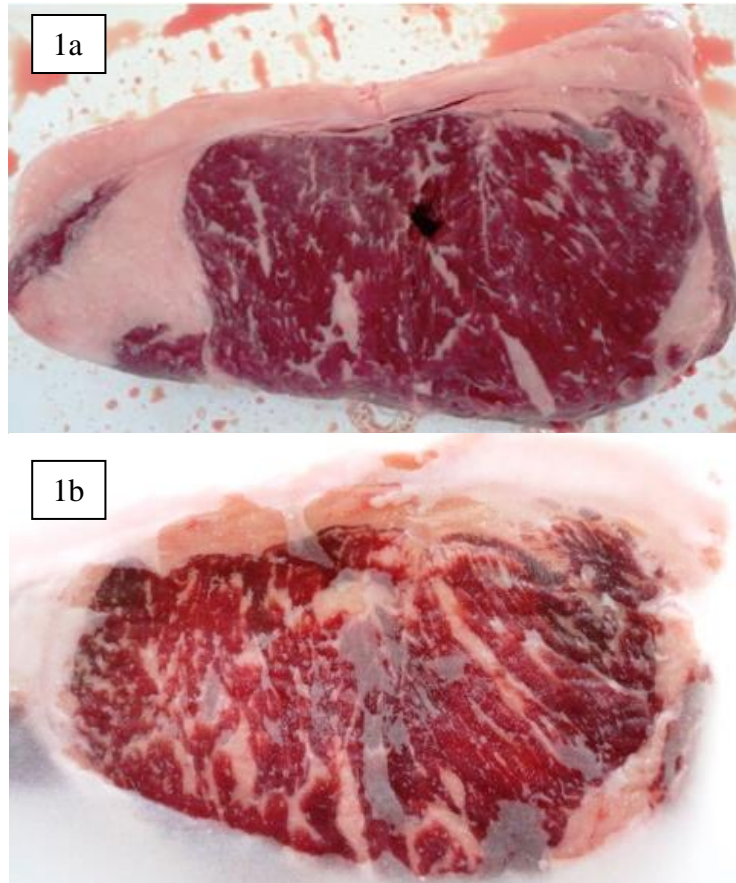
**Tabela 1** - Características de qualidade e composição química da carne do músculo *Longissimus thoracis* de bovinos cruzados Wagyu  $\times$  Angus (Red).

Característica	Sexo		EPM	Valor de P
	Macho	Fêmea		
pH final	5,33	5,30	0,06	0,2524
CRA (%)	62,0	61,8	2,41	0,8101
PPC (%)	28,4	27,9	2,54	0,7387
EGS (mm)	11,2 <sup>b</sup>	16,4 <sup>a</sup>	0,23	0,0127
BMS (escore)	3,1 <sup>b</sup>	4,6 <sup>a</sup>	0,79	0,0015
AOL(cm <sup>2</sup> )	87,3 <sup>a</sup>	79,5 <sup>b</sup>	2,29	0,0434
FC (kgf.cm <sup>-2</sup> )	5,98 <sup>a</sup>	5,15 <sup>b</sup>	1,68	0,0029
$L^*$ carne	36,8 <sup>b</sup>	40,0 <sup>a</sup>	2,59	0,0156
$a^*$ carne	17,4 <sup>b</sup>	18,8 <sup>a</sup>	3,31	0,0081
$b^*$ carne	5,9 <sup>b</sup>	7,9 <sup>a</sup>	1,83	< 0,0001
C carne	18,4 <sup>b</sup>	20,4 <sup>a</sup>	2,47	< 0,0001
$H^\circ$ carne	18,4 <sup>b</sup>	22,6 <sup>a</sup>	4,84	0,0411
$L^*$ gordura	70,9	70,7	2,91	0,9157
$a^*$ gordura	2,7	2,0	1,82	0,1040
$b^*$ gordura	5,7	6,3	1,52	0,2932
C gordura	6,4	6,7	1,74	0,6965
$H^\circ$ gordura	65,3	71,8	3,92	0,0960
	Composição química (g.100g <sup>-1</sup> )			
Umidade	72,3 <sup>a</sup>	68,2 <sup>b</sup>	1,45	0,0016
Massa seca	27,6 <sup>b</sup>	31,9 <sup>a</sup>	1,76	0,0016
Resíduo mineral fixo	0,9 <sup>b</sup>	1,0 <sup>a</sup>	0,13	0,0157
Proteína	19,8	18,1	2,78	0,0710
Gordura	3,6 <sup>b</sup>	10,6 <sup>a</sup>	4,12	<0,0001

PPC: perda de peso por cozimento; CRA: capacidade de retenção de água; FC: força de cisalhamento;  $L^*$ : luminosidade;  $a^*$ : cor vermelha;  $b^*$ : cor amarela; C: croma;  $H^\circ$ : matiz; EGS: espessura de gordura subcutânea;

BMS: *Beef Marbling Score* (escore para marmoreio); AOL: área de olho de lombo; EPM: erro padrão da média. Médias seguidas por letras distintas em linha diferem entre si conforme teste de Tukey em nível de significância de 5%.

**Figura 1** - *Longissimus thoracis* de bovinos cruzados Wagyu × Angus (Red) machos (1a) e fêmeas (1b).



Fonte: Arquivo Pessoal

Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) de sexo no pH final, na capacidade de retenção de água, na perda de peso por cozimento, na força de cisalhamento e nos teores de proteína e de resíduo mineral fixo da carne proveniente do músculo *Semitendinosus* (Tabela 2). Houve efeito ( $p \leq 0,05$ ) de sexo na cor da carne ( $L^*a^*b^*$ , C e  $H^\circ$ ) e nos teores de umidade, de massa seca e de gordura.



**Tabela 2** - Características de qualidade e composição química da carne do músculo *Semitendinosus* de bovinos cruzados Wagyu × Angus (Red).

Característica	Sexo		EPM	Valor de P
	Macho	Fêmea		
pH final	5,37	5,34	0,07	0,1478
CRA (%)	60,5	60,5	2,60	0,9390
PPC (%)	30,8	31,3	2,32	0,1080
FC (kgf.cm <sup>-2</sup> )	9,46	9,17	2,24	0,7052
<i>L</i> *	36,0 <sup>b</sup>	37,2 <sup>a</sup>	2,20	< 0,0001
<i>a</i> *	19,3 <sup>b</sup>	21,1 <sup>a</sup>	1,09	0,0005
<i>b</i> *	6,4 <sup>b</sup>	9,4 <sup>a</sup>	1,66	< 0,0001
C	20,4 <sup>b</sup>	23,1 <sup>a</sup>	1,59	< 0,0001
H°	18,4 <sup>b</sup>	23,8 <sup>a</sup>	3,08	< 0,0001
Composição química (g.100g <sup>-1</sup> )				
Umidade	74,7 <sup>a</sup>	72,8 <sup>b</sup>	0,82	0,0018
Massa Seca	25,3 <sup>b</sup>	27,2 <sup>a</sup>	0,96	0,0018
Resíduo mineral fixo	1,2	1,1	0,12	0,0651
Proteína	22,4	23,1	1,79	0,0588
Gordura	1,4 <sup>b</sup>	2,0 <sup>a</sup>	1,27	0,0220

PPC: perda de peso por cozimento; CRA: capacidade de retenção de água; FC: força de cisalhamento; *L*\*: luminosidade; *a*\*: teor de vermelho; *b*\*: teor de amarelo; C: croma; H°: matiz; EPM: erro padrão da média; Médias seguidas por letras distintas em linha diferem entre si conforme teste de Tukey em nível de significância de 5%.

Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) de sexo no pH final, na capacidade de retenção de água, na perda de peso por cozimento, na força de cisalhamento, na cor da carne (*L*\**a*\**b*\*, C, H°), no teor de resíduo mineral fixo, no teor de proteína e de gordura da carne proveniente do músculo *Triceps brachii* (Tabela 3). Houve efeito ( $p \leq 0,05$ ) de sexo no teor de umidade e massa seca deste músculo.

**Tabela 3** - Características de qualidade e composição química da carne do músculo *Triceps brachii* de bovinos cruzados Wagyu × Angus (Red).

Característica	Sexo		EPM	Valor de P
	Macho	Fêmea		
pH final	5,38	5,35	0,07	0,3128
CRA (%)	60,1	62,8	2,60	0,0692
PPC (%)	33,6	31,7	2,32	0,1900
FC (kgf.cm <sup>-2</sup> )	9,63	8,98	2,24	0,0688
<i>L</i> *	34,7	36,2	2,20	0,0821
<i>a</i> *	18,4	18,7	1,09	0,5893
<i>b</i> *	5,8	6,7	1,66	0,0812
C	19,3	19,9	1,59	0,3973
H°	16,6	18,5	3,08	0,0744
Composição química (g.100g <sup>-1</sup> )				
Umidade	74,2 <sup>a</sup>	71,1 <sup>b</sup>	0,82	0,0011
Massa Seca	25,8 <sup>b</sup>	28,9 <sup>a</sup>	0,96	0,0011
Resíduo mineral fixo	1,0	1,1	0,12	0,1044
Proteína	21,0	22,1	1,79	0,1427
Gordura	2,2	2,6	1,27	0,0615

PPC: perda de peso por cozimento; CRA: capacidade de retenção de água; FC: força de cisalhamento; *L*\*: luminosidade; *a*\*: teor de vermelho; *b*\*: teor de amarelo; C: croma; H°: matiz; EPM: erro padrão da média; Médias seguidas por letras distintas em linha diferem entre si conforme teste de Tukey em nível de significância de 5%.

Os valores de pH final da carne proveniente dos músculos *Longissimus thoracis*, *Semitendinosus* e *Triceps brachii* de machos e de fêmeas foram superiores ao valor de ponto isoelétrico (pH ~ pI ~5,2) e inferiores ao valor de 5,7 sendo assim desejável para a carne bovina (Coombes et al., 2014; Thompson, 2002). Os valores de pH final estão em conformidade com aqueles exigidos pelos principais sistemas de classificação de carcaças do mundo, como o Sistema Australiano de Classificação de Carcaças (AUSMEAT) e sistema Americano (*Quality Grade*).

A capacidade de retenção de água e a perda de peso por cozimento da carne são importantes do ponto de vista econômico e tecnológico, pois influenciam na aparência do corte cárneo e na tomada de decisão de compra pelo consumidor, no rendimento da carne após o seu processamento, seja doméstico ou industrial, na maciez e na suculência (Brewer, 2014; Warner, 2014). Por esta razão, estes parâmetros devem ser considerados em estudos que se destinam a avaliar a qualidade de carnes. A capacidade de retenção de água e a perda de peso por cozimento podem ser influenciadas pelo pH final da carne. Entretanto, não foram encontrados na literatura dados sobre os efeitos de sexo sobre estas características. Nas condições desta pesquisa observou-se que sexo não influenciou estes parâmetros em nenhum dos músculos pesquisados. Provavelmente estes parâmetros não foram significativos

principalmente devido ao fato de que o pH final também não apresentou diferenças entre sexo para estes músculos.

A espessura da gordura subcutânea e o escore de marmoreio, mensurados no músculo *Longissimus thoracis*, foram maiores ( $p \leq 0,05$ ) nas fêmeas do que em machos. Por outro lado, a área de olho de lombo foi maior ( $p \leq 0,05$ ) em machos. Isto evidenciou que os machos castrados, nas condições deste estudo, apresentaram mais músculo e tiveram menor deposição de gordura na carcaça do que as fêmeas, sendo assim semelhante ao observado por Marcondes et al. (2009). Este fato também pode ser constatado pelo maior ( $p \leq 0,05$ ) teor de gordura associado à carne do *Longissimus thoracis* de fêmeas.

Conforme Rodrigues et al. (2004) e Berg & Butterfield (1976) o maior desenvolvimento muscular em machos pode ser explicado pela maior síntese e atividade dos hormônios androgênicos, os quais são substâncias esteróides com ação anabólica pronunciada no organismo de bovinos. Entretanto, mesmo havendo maior teor de gordura na carne de fêmeas não foi observada ( $p > 0,05$ ) variação no teor de proteína da carne do *Longissimus thoracis* em ambos os sexos. Normalmente, para uma mesma idade e quando produzidos em condições de manejo similar, machos apresentam menos gordura que fêmeas (Kuss et al., 2010; Alves et al., 2007; Vaz & Restle, 2000).

Conforme o escore de marmoreio (*Beef Marbling Standards*) observou-se que 53% (8 de 15) das carcaças de fêmeas foram classificadas com muito bom marmoreio e que 47% (7 de 15) foram classificadas com bom marmoreio. Para as carcaças de machos observou-se que 73% (11 de 15) foram classificadas com bom marmoreio e 27% (4 das 15) foram classificadas com marmoreio regular. Constatou-se, portanto, que um número maior de animais terá carnes com marmoreio recebendo uma classificação superior quando fêmeas forem abatidas.

Na literatura é relatada a importância do marmoreio para a qualidade da carne, principalmente para a maciez, sendo mais macia a carne quanto maior o grau do marmoreio (Corbin et al., 2015; Jeremiah, 1996). Neste contexto, observou-se nesta pesquisa que a carne proveniente do músculo *Longissimus thoracis* de fêmeas apresentou menor força de cisalhamento que machos. Entretanto, observa-se que esta diferença significativa foi pequena e talvez não seja percebida pelo consumidor. Sendo assim, presume-se que o maior impacto do marmoreio na maciez da carne aconteçam em escores de marmoreio superiores ao observado nesta pesquisa. Conforme escala desenvolvida por Bickerstaffe et al. (2001) a

carne obtida do *Longissimus thoracis* de ambos os sexos pode ser considerada como macia (força de cisalhamento dentre 5,0 e 7,9 kgf.cm<sup>-2</sup>) e com grande aceitação por consumidores.

Como o valor de pH final foi desejável e não diferiu entre a carne de machos e de fêmeas, as variações na cor da carne do no músculo *Longissimus thoracis* podem ser atribuídas às diferenças no grau de marmoreio e no teor de gordura. Neste contexto, o melhor marmoreio e o maior teor de gordura no músculo *Longissimus thoracis* de fêmeas pode ter resultado em carne com maior ( $p \leq 0,05$ ) luminosidade ( $L^*$ ) e, principalmente, com maior intensidade de amarelo ( $a^*$ ). A maior intensidade de vermelho ( $a^*$ ) e de amarelo ( $b^*$ ) observadas na carne deste músculo repercutiram em seu maior Croma (C) e matiz, tendo-se em vista que  $a^*$  e  $b^*$  são utilizados para o cálculo destes parâmetros. Entretanto, estas variações na luminosidade e na cor, entre machos e fêmeas, parecem pequenas e talvez não sejam perceptíveis ao sistema sensorial humano e, desta forma, poderiam não interferir na decisão de compra. Uma evidência de que o teor de gordura poderia influenciar na cor da carne ( $L^*a^*b^*$ , C, H) corresponde ao fato de que na carne originária do músculo *Semitendinosus* apresentou maior teor de gordura em fêmeas do que em machos e também apresentou maior luminosidade, intensidade de vermelho, intensidade de amarelo, Croma e Matiz. Ao contrário disto, na carne do *Triceps brachii* não houve diferença no teor de gordura entre machos e fêmeas e também não houve diferença na cor da carne ( $L^*a^*b^*$ , C, H) deste músculo.

Para os consumidores de carne tão importante quanto o grau de marmoreio é a cor da gordura. É desejável que a gordura tenha cor clara, pois assim denota que a carne é originária do abate de animais jovens e confinados. Coloração mais pronunciada da gordura, ao contrário disto, pode ser interpretada como sendo a carne oriunda do abate de animais velhos. Não foi observado o efeito de sexo na cor da gordura subcutânea ( $L^*a^*b^*$ , C, H) presente no músculo *Longissimus thoracis*. Observou-se neste músculo que a luminosidade da gordura ( $L^*$ ) foi superior a da carne, que a intensidade de vermelho ( $a^*$ ) foi pelo menos oito vezes menor na gordura do que na carne, que a intensidade de amarelo ( $b^*$ ) foi aproximada entre a gordura e a carne, que o Croma (C) foi pelo menos três vezes menor e que o matiz ( $H^\circ$ ) este mais próximo ao amarelo puro ( $H^\circ = 90^\circ$ ). O menor Croma (C) e a maior luminosidade ( $L^*$ ) podem ser interpretados com indicativos de gordura clara, com coloração creme.

Os efeitos do teor de gordura na força de cisalhamento foram mais evidentes na carne do músculo *Longissimus thoracis*, no qual foi observado um quantitativo de gordura

bastante superior nas fêmeas do que nos machos. No *Semitendinosus* o teor de gordura foi ligeiramente superior nas fêmeas e não se observou diferença significativa de sexo na força de cisalhamento. Na carne do músculo *Triceps brachii* não foram observadas diferenças no teor de gordura e na força de cisalhamento.

Com relação à composição química observou-se que a carne dos músculos *Longissimus thoracis* e *Semitendinosus* de fêmeas apresentou maior teor de gordura, com destaque para o primeiro músculo, no qual o teor de gordura foi evidentemente bastante superior que machos. Atribui-se à condição hidrofóbica da gordura o menor teor de umidade observado na carne de fêmeas destes músculos e, desta forma, o seu maior teor de massa seca. No caso específico do *Longissimus thoracis* o maior teor de gordura de fêmeas repercutiu também em seu maior teor de resíduo mineral fixo. Entretanto, mesmo não sendo observada diferença no teor de gordura do músculo *Triceps brachii* a carne de fêmeas ainda assim apresentou menor umidade e maior teor de massa seca, sem impactos em seu teor de resíduo mineral fixo. O maior teor de gordura no músculo *Semitendinosus* de fêmeas também não repercutiu em maior teor de resíduo mineral fixo neste músculo. Comparando-se numericamente o teor de gordura entre os músculos pesquisados observou-se que o músculo *Longissimus thoracis* apresentou quantitativo bastante superior aos demais, o que pode indicar que a deposição de gordura, inclusive em forma de marmoreio, aconteça primordialmente nesta região anatômica.

Embora os machos tenham sido submetidos à castração química, o menor teor de gordura observado nos músculos *Longissimus thoracis* e *Semitendinosus* destes animais pode ter sido ocasionado pela atividade de seus hormônios sexuais, os quais ocasionam maior gasto energético e, portanto, menor deposição de gordura (Kuss et al., 2010; Marcondes et al., 2009; Vaz & Restle, 2000). Portanto, quando se desejar maior teor de gordura na carne dos machos recomenda-se avaliar as melhores condições para a sua castração química como, por exemplo, o tempo em que deve ser realizada antes do abate. Sugere-se, portanto, pesquisas para avaliar efeitos da castração química na qualidade da carne, com ênfase em seu teor de gordura.

Observou-se que mesmo quando o teor de umidade na carne de machos foi superior que a de fêmeas, ainda assim a luminosidade ( $L^*$ ) da carne destas foi superior, o que pode ser atribuído a seu maior teor de gordura. A evidência de que a gordura proporcione luminosidade ( $L^*$ ) pode ser constada na tabela 1, comparando-se a luminosidade deste constituinte com a da carne em si.

Embora a carne do *Longissimus thoracis* de fêmeas tenha recebido melhor escore para marmoreio e tenha apresentado maior teor de gordura que machos e embora a área do olho do lombo de machos tenha sido superior a de fêmeas não foi observada variação no teor de proteína da carne de ambos os sexos, nas condições de marmoreio observadas nesta pesquisa.

### Maturação da carne

Não houve ( $p > 0,05$ ) interação entre sexo e tempo de maturação nas características de qualidade da carne proveniente do músculo *Longissimus thoracis* (Tabela 4). Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) dos tempos de maturação da carne na capacidade de retenção de água, na perda de peso por cocção, na cor da carne ( $L^*$   $a^*$   $b^*$ , C,  $H^\circ$ ) e na cor da gordura subcutânea ( $L^*$   $a^*$   $b^*$ , C,  $H^\circ$ ). No entanto, houve ( $p \leq 0,05$ ) aumento do pH final e redução na força de cisalhamento com o passar dos tempos de maturação.

**Tabela 4** - Maturação e características de qualidade da carne do músculo *Longissimus thoracis* de bovinos cruzados Wagyu  $\times$  Angus (Red).

Característica	Tempo de maturação (dias)			EPM	Valor de P
	1	7	14		
pH final	5,31 <sup>c</sup>	5,37 <sup>b</sup>	5,43 <sup>a</sup>	0,07	< 0,0001
CRA (%)	61,9	62,5	63,1	2,43	0,0790
PPC (%)	28,2	28,3	26,7	3,32	0,2139
FC (kgf.cm <sup>-2</sup> )	5,57 <sup>a</sup>	4,96 <sup>b</sup>	4,49 <sup>c</sup>	1,48	< 0,0001
$L^*$ carne	38,4	40,3	39,5	2,94	0,0712
$a^*$ carne	18,1	20,3	19,0	2,06	0,7968
$b^*$ carne	6,9	7,0	6,8	1,72	0,0671
C carne	19,4	21,8	20,2	2,58	0,4185
$H^\circ$ carne	20,5	20,5	19,5	2,76	0,4693
$L^*$ gordura	70,8	69,6	68,1	2,68	0,1020
$a^*$ gordura	3,3	3,7	3,7	1,25	0,1754
$b^*$ gordura	6,8	7,4	7,2	1,41	0,8761
C gordura	9,6	10,1	9,7	1,43	0,6071
$H^\circ$ gordura	68,6	59,6	59,6	4,34	0,2415

PPC: perda de peso por cozimento; CRA: capacidade de retenção de água; FC: força de cisalhamento;  $L^*$ : luminosidade;  $a^*$ : cor vermelha;  $b^*$ : cor amarela; C: croma;  $H^\circ$ : matiz; EPM: erro padrão da média; Médias seguidas por letras distintas em linha diferem entre si conforme teste de Tukey em nível de significância de 5%.

O processo de maturação da carne consiste em conferir mais tempo para que as proteases endógenas dos miócitos, principalmente as calpaínas, realizem a autólise dos tecidos

musculares, como as linhas Z nas miofibrilas (Frylinck et al., 2009; Costello et al., 2006; Monsón et al., 2004). Com a autólise estendida destas estruturas são reduzidas as tensões geradas pela intensidade da contração irreversível do músculo durante a instauração do *rigor mortis*, ocasionando redução na força de cisalhamento e maciez. Durante a maturação o corte cárneo deve ser adequadamente embalado, com vácuo, e mantido em condições de refrigeração para se reduzir os riscos de contaminação microbiológica cruzada e a proliferação microbiana.

De fato observou-se neste estudo que houve redução significativa na força de cisalhamento da carne do tempo inicial para o tempo de sete e destes para o tempo de 14 dias. Conforme a escala proposta por Bickerstaffe et al. (2001) a carne do *Longissimus thoracis* de Wangus, após a maturação por sete dias e de 14 dias deixou de ser classificada como macia (força de cisalhamento dentre 5,0 e 7,9 kgf.cm<sup>-2</sup>) sendo ambas reclassificadas para a classe de extremamente macia (força de cisalhamento <5,0 kgf.cm<sup>-2</sup>).

Mesmo havendo diferença na força de cisalhamento entre a carne maturada por sete e 14 dias recomenda-se que a carne seja maturada por sete dias, tendo-se em vista que ambas são classificadas como extremamente macia, com grande aceitação. Maturando-se a carne por sete dias, ao invés de 14, pode-se economizar recursos necessários ao processo de maturação, como área física, tempo, mão de obra e, principalmente, energia para a geração do frio artificial.

O aumento do pH da carne durante a maturação pode acontecer na decorrência justamente devido à proteólise, pois durante este processo são liberados constituintes básicos, como os grupamentos amina (Pardi et al., 1993; Lawrie, 1977). Entretanto, os valores de pH estiveram de acordo com o desejável para a carne bovina em todos os tempos de maturação (pH<5,7).

## CONCLUSÃO

Nas condições tropicas do Brasil, com produção dos animais a pasto e com terminação em confinamento, a carne originária do músculo *Longissimus thoracis* de bovinos cruzados Wagyu × Angus (Red) apresenta marmoreio de regular a muito bom, sendo que a carne de fêmeas apresenta classificação superior. Para este músculo o melhor marmoreio na carne repercute em menor força de cisalhamento. Porém, para estes escores de marmoreio tanto a carne de machos quanto de fêmeas podem ser classificadas como macias. Os teores de gordura da carne observados neste estudo não ocasionam variação significativa no seu teor de proteína.

Parâmetros decisivos para a qualidade da carne, como o pH final, a capacidade de retenção de água e a perda de peso por cozimento não são influenciados pelo sexo. Efeitos significativos de sexo na cor da carne ( $L^*a^*b^*$ , C, H°) são observados quando há variações significativas no teor de gordura no músculo, sendo este evento especificamente observado para a carne dos músculos *Longissimus thoracis* e *Semitendinosus*. Conclui-se que não há efeito significativo de sexo na cor da gordura presente no músculo *Longissimus thoracis*.

Conclui-se que o investimento em cruzamentos, utilizando raças taurinas, como Wagyu e Angus (Red), seja uma das formas de se produzir carne com maior aceitação por importantes segmentos de mercado e com maior valor comercial.

Com relação à maturação conclui-se que este processo de fato proporciona redução na força de cisalhamento da carne, sendo normal aumento nos valores de pH, os quais podem ser indicativos de proteólise, a qual desejável. Conclui-se, também, que não há interação entre sexo e tempo de maturação para as características de qualidade pesquisadas. Recomenda-se que a carne de bovinos cruzados Wagyu × Angus (Red) seja maturada por sete dias, pois embora haja diferença significativa de sete para 14 dias, em ambos os tempos a carne pode ser considerada como muito macia. Maturar por tempo menor pode repercutir em menor custo, principalmente energético, tendo-se em vista os elevados custos para a produção do frio artificial.



## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a CAPES, à FAPEMIG, à UFVJM, à Fazenda Barra Dourada (Grupo Rubaiyat), em especial aos senhores Belarmino Iglesias Filho e Sérgio Pereira, e ao Frigorífico Marfrig pelo apoio concedido para a condução desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABULARACH, M. L. S.; Características de qualidade do contrafilé (*m. L. dorsi*) de touros da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, 1998.

ALBRECHT, E.; KUZINSK, J.; KOMOLKA, K.; GOTOH, T.; MAAK, S. Localization and abundance of early markers of fat cell differentiation in the skeletal muscle of cattle during growth Are DLK1 positive cells the origin of marbling flecks? **Meat Science**, v.100, p. 237-245, 2014.

ALVES, D. D.; MANCIO, A. B., 2007. Maciez da carne bovina: Uma revisão. **Revista da FZVA**, v.14, n.1, p. 193-216. 2007.

AMSA. 1995. Research Guidelines for cookery, Sensory Evaluation and Instrumental Measurements of Fresh Meat. American Meat Science Association and National Livestock and Meat Board, Chicago, IL.

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION (AMSA). Meat color measurement guidelines, Champaign, Illinois, USA, 2012.

ARCHILE-CONTRERAS, A.C.; MANDELL, I.B.; PURSLOW, P.P. Disparity of dietary effects on collagen characteristics and toughness between two beef muscles. **Meat Science**, v.86, p.491-497, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ANGUS. < <http://angus.org.br/>>. Acesso em: 03/02/2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL (ASBIA). Importação, exportação e comercialização de sêmen. Índex ASBIA, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE BOVINOS DA RAÇA WAGYU. <<http://www.wagyu.org.br/>>. Acesso em: 03/02/2015.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY (AOAC). Official methods of analysis. 18.ed. Gaithersburg: AOAC International, 2007. xxix, 1v. (various pagings).

BARGE, M.T.; DESTEFANIS, G.; TOSCANO, G.P.; BRUGIAPAGLIA, A. Two Reading techniques of the filter paper press method for measuring meat water-holding capacity. **Meat Science**, v.29, n.2, p.183-189, 1991.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. New concepts of cattle growth Sydney. **Sydney University Press**, 1976.

BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A.C.; JORGE, A.M.; ARRIGONI, M.B.; MARTINS, C.L.; RODRIGUES, E.; HADLICH, J.C.; ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2109-2117, 2007.

BICKERSTAFFE, R.; BEKHIT, A.E.D.; ROBERTSON, L.J.; ROBERTS, N.; GEESINK, G.H. Impact of introducing on the tenderness of retail meat. **Meat Science**, v.59, p.303-315, 2001.

BRESSAN, M.C.; ROSSATO, L.V.; RODRIGUES, E.C.; ALVES, S.P.; BESSA, R.J.B.; RAMOS, E.M. Genotype  $\times$  environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos Taurus* finished on pasture or grain. **Journal Animal Science**, v. 89:221-232, 2011.

BREWER, M.S. Chemical and physical characteristics of meat. **Encyclopedia of Meat Sciences**. 2<sup>th</sup> Edition. 2014. P. 247-282.

BRONDANI, I.L.; SAMPAIO, A.A.M; RESTLE, J. et. al. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2034-2042, 2006.

CLIMACO, S.M.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A.; MIZUBUTI, I.Y.; SILVA, L.D.F.; NORO, L.Y.; TURINI, T. Características de carcaça e qualidade de carne de bovinos inteiros ou castrados da raça Nelore, suplementados ou não durante o primeiro inverno. **Ciência Rural**, v.36, n.6, p.1867-1872, 2006.

CLIMACO, S.M.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y. et. al. Características de carcaça e qualidade da carne de bovinos de corte de quatro grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2791-2798, 2011.

COMPARIN, M.A.S.; MORAIS, M.G.; ALVES, F.V.; COUTINHO, M.A.S., FERNANDES, H.J.; FEIJÓ, G.L.D.; OLIVEIRA, L.O.F.; COELHO, R.G. Desempenho, características qualitativas de carcaça e da carne de novilhas Brangus suplementadas em pastagem recebendo diferentes aditivos nutricionais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.3, p.574-586, 2013.

COOMBES, S.V.; GARDNER, G.E.; PETHICK, D.W.; MCGILCHRIST, P. The impact of beef cattle temperament assessed using flight speed on muscle glycogen, muscle lactate and plasma lactate concentrations at slaughter. **Meat Science**, v.98, p.815-821, 2014.

CORBIN, C.H.; O'QUINN, T.G.; GARMYN, A.J.; LEGAKO, J.F.; HUNT, M.R.; DINH, T.T.N.; RATHMANN, R.J.; BROOKS, J.C.; MILLER, M.F. Sensory evaluation of tender beef strip loin steaks of varying marbling levels and quality treatments. **Meat Science**, v.100, p.24-31, 2015.

COSTA, C.; MEIRELLES, P.R.L.; SAVASTANO, S.; ARRIGONI, M.B.; SILVEIRA, A.C.; ROÇA, R.O.; MOURÃO, G.B. Efeito da castração sobre a qualidade da carne de bovinos superprecoces. **Veterinária e Zootecnia**, v.14, n.1, p.115-123, 2007.

COSTA, R.G.; LIMA, A.G.V.O.; OLIVEIRA, C.F.S.; AZEVEDO, P.S.; MEDEIROS, A.N. Utilização de diferentes metodologias para determinação da área de olho de lombo em ovinos. **Archivos de Zootecnia**, v.61, n.236, p.616, 2012.

COSTELLO, S.; O'DOHERTY, E.; TROY, D.J.; ERNST, C.W.; KIM, K-S.; STAPLETON, P.; SWEENEY, T.; MULLEN, A.M. Association of polymorphisms in the calpain I, calpain II and growth hormone genes with tenderness in bovine *M. longissimus dorsi*. **Meat Science**, v.75, p.551-557, 2006.

DUNNE, P.G.; MONAHAN, F.J.; MOLONEY, A.P. A note on the effect of *post-mortem* maturation on colour of bovine *Longissimus dorsi* muscle. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v.. 49, p.153–158, 2010.

EUCLIDES FILHO, K. A pecuária de corte no Brasil: novos horizontes, novos desafios. **Documento 69 EMBRAPA - CNPGC**. Campo Grande: EMBRAPA – CNPGC, 28p. 1997.

FAUSTMAN, C.; CHAN, W.K.; SCHAEFER, D.M.; HAVENS, A. Beef color update: the role for vitamin E. **Journal Animal Science**, 1998, 76:1019-1026.

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

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

FRYLINCK, L.; VAN WYK, G.L.; SMITH, T.P.L.; STRYDOM, P.E.; VAN MARLE-KOSTER, E.; WEBB, E.C.; KOOHMARAIE, M.; SMITH, M.F. Evaluation of biochemical

parameters and genetic markers for association with meat tenderness in South African feedlot cattle. **Meat Science**, v.83, p.657-665, 2009.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. A carne com alimento; Propriedades da carne fresca. In: **Ciência e qualidade da carne: fundamentos**. Viçosa, Editora UFV, 2013. cap.1, p.11-56; cap. 5, p. 155-183.

HERTOG-MEISCHKE, M.J.A.; VAN LAACK, R.J.L.M.; SMULDERS, F.J.M. The water-holding capacity of fresh meat. **The veterinary quarterly**, v.19, n.4, p.175-181, 1997.

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

JELENÍKOVA, J.; PIPEK, P.; STARUCH, L. The influence of ante-mortem treatment on relationship between pH and tenderness of beef. **Meat Science**, v.80, p.870-874, 2008.

JEREMIAH, L.E. The influence of subcutaneous fat thickness and marbling on beef. **Food Research International**, v.29, n 5-6, p. 513-520, 1996.

JUNIOR, D.M.L.; RANGEL, A.H.N.; URBANO, S.A.; MACIEL, M.V.; AMARO, L.P.A. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: Uma revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, n.4, p.351-358, 2011.

KRISTENSEN, L.; CHRISTENSEN, M.; ERTBJERG, P. Activities of calpastatin,  $\mu$ -calpain and m-calpain are stable during frozen storage of meat. **Meat Science**, v.72, p.116-120, 2006.

KUSS, F.; LÓPEZ, J.; RESTLE, J.; BARCELLOS, J.O.J.; MOLETTA, J.L.; LEITE, M.C.P. Qualidade da carne de novilhos terminados em confinamento e abatidos aos 16 ou 26 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.924-931, 2010.

LAWRENCE, R.W.; DOYLE, J.; ELLIOTT, R.; LOXTON, I.; MCMENIMAN, J.P.; NORTON, B.W.; REID, D.J.; TUME, R.W. The efficacy of a vitamin D3 metabolite for improving the myofibrillar tenderness of meat from *Bos indicus* cattle. **Meat Science**, v.72, p.69-78, 2006.

LAWRIE, R.A. **Ciência de La carne**. Zaragoza, Acríbia, 1977, 456 p.

LEE, S.; DECKER, E.A.; FAUSTMAN, C.; MANCINI, R.A. The effects of antioxidant combinations on color and lipid oxidation in *n-3* oil fortified ground beef patties. **Meat Science**, v.70, p.683-689, 2005.

LEPETIT, J. Collagen contribution to meat toughness Theoretical aspects. **Meat Science**, v.80, p.960-967, 2008.

LIU, Q.; LANARI, M.C.; SCHAEFER, D.M. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3131-3140, 1995.

LUCIANO, G.; MONAHAN, F.J.; VASTA, V.; PENNISI, P.; BELLA, M.; PRIOLO, A. Lipid and colour stability of meat from lambs fed fresh herbage or concentrate. **Meat Science**, v.82, p.193-199, 2009.

MACEDO, M.P.; BASTOS, J.F.P.; SOBRINHO, E.B.; RESENDE, F.D.; FIGUEIREDO, L.A.; NETO, A.J.R. Características de Carcaça e Composição Corporal de Touros Jovens da Raça Nelore Terminados em Diferentes Sistemas. **Revista Brasileira de Zootenia**, 30(5):1610-1620,2001.

MAGGIONI, D.; MARQUES, J.A.; ROTTA, P.P.; PEROTTO, D.; DUCATTI, T.; VISENTAINER, J.V.; PRADO, I.N. Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. **Livestock Science**, v.127, p.176-182, 2009.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; VALADARES, R.F.D.; PAULINO, M.F.; NASCIMENTO, F.B.; FONSECA, M.A. Exigências nutricionais de proteína, energia e macrominerais de bovinos Nelore de três classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1587-1596, 2009.

MONSÓN, F.; SANUDO, C.; SIERRA, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. **Meat Science**, v.68, p.595-602, 2004.

MOURA, A.C.; LUCHIARI FILHO, A.; NARDON, R.F.; RAZOOK, A.G. Efeitos da injeção de cloreto de cálcio pós-morte e tempo de maturação no amaciamento e nas perdas por cozimento do músculo *Longissimus dorsi* de animais *Bos indicus* e *Bos taurus* selecionados para ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1382-1389, 1999.

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. Difference in tenderness and pH decline between water buffalo meat and beef during postmortem aging. **Meat Science**, v.75, p.499-505, 2007.

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. Analysis of fatty acids in *Longissimus* muscle of steers of different genetic breeds finished in pasture systems. **Livestock Science**, v.110, p.57-63, 2007.

PARDI, M.C., SANTOS, I.V., SOUZA, E.R. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: EDUFF/UFG, 1993.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. 2007. **Avaliação da qualidade de carne: fundamentos e metodologias**. Viçosa-MG: Editora UFV, 599p.

RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R.; BULLE, M.L.M.; LIMA, C.G.; SILVA, S.L.; PEREIRA, A.S.C.; LANNA, D.P.D. Características da carcaça e qualidade da carne de tourinhos alimentados com dietas de alta energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.749-756, 2002.

RIPOLI, M.V.; ROSBERG-MUNOZ, A.; LIRÓN, J.P.; FRANCISCO, E.; VILLEGAS-CASTAGNASSO, E.E.; PERAL-GARCIA, P.; GIOVAMBATTISTA, G. History and selection imprinting on genetic relationships among bovine breeds analyzed through five genes related with marbling. **Research in Veterinary Science**, v.90, p.245-252, 2010.

RODRIGUES, V.C.; BRESSAN, M.C.; CARDOSO, M.G.; FREITAS, R.T.F. Ácidos Graxos na Carne de Búfalos e Bovinos Castrados e Inteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.434-443, 2004.

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

ROTTA, P.P.; PRADO, R.M.; PRADO, I.N.; VALERO, M.V.; VISENTAINER, J.V.; SILVA, R.R. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: A review. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v.22, n.12, p.1718-1734, 2009.

SAZILI, A.Q.; LEE, G.K.; PARR, T.; SENSKY, P.L.; BARDSLEY, R.G.; BUTTERY, P.J. The effect of altered growth rates on the calpain proteolytic system and meat tenderness in cattle. **Meat Science**, v.66, p.195-201, 2003.

SCHÖNFELDT, H.C. and STRYDOM, P.E. Effect of age and cut on tenderness of South African beef. **Meat Science**, v.87, p.206-218, 2011.

SHIBATA, M.; MATSUMOTO, K.; AIKAWA, K.; MURAMOTO, T.; FUJIMURA, S.; KADOWAKI, M. Gene expression of myostatin during development and regeneration of skeletal muscle in Japanese Black Cattle. **Journal of Animal Science**, v.84, p.2983-2989, 2006.

SILVEIRA, I.D.B.; FISCHER, V.; SOARES, G.J.D. Relação entre o genótipo e o temperamento de novilhos em pastejo e seu efeito na qualidade da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.519-526, 2006.

SOUZA, V.L.F.; AYER, I.M.; GASPARINO, E.; CARDOZO, R.M.; BARBOSA, M.J.B.; SADDI, L.G.C. Cruzamento industrial sobre as características de carcaça e da carne de novilhas precoces. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. v. 32, n. 4, p. 447-453, 2010.

THOMPSON, J. Managing meat tenderness. **Meat Science**, v.62, p.295-308, 2002.

VAN LAACK, R.L.J.M.; LIU, C.H.; SMITH, M.O.; LOVEDAY, H.D. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, v. 79, n. 7, p. 1057-1061, 2000.

VAZ, F.N.; RESTLE, J. Aspectos qualitativos da carcaça e da carne de machos Hereford, inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1894-1901, 2000.

VAZ, F.N.; RESTLE, J. Características de Carcaça e da Carne de Novilhos Hereford Terminados em Confinamento com Diferentes Fontes de Volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.230-238, 2005.

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; FEIJÓ, G.L.D. et. al. Qualidade e Composição Química da Carne de Bovinos de Corte Inteiros ou Castrados de Diferentes Grupos Genéticos Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(2):518-525, 2001.

WARNER, R.D.; GREENWOOD, P.L.; PETHICK, D.W.; FERGUSON, D.M. Genetic and environmental effects on meat quality. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p. 171-183, 2010.

YAMADA, T.; HIGUCHI, M.; NAKANISHI, N. Fat depot-specific differences in pref-1 gene expression and adipocyte cellularity between Wagyu and Holstein cattle. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 445, p.310-313, 2014.

YANCEY, J.W.S.; WHARTON, M.D.; APPLE, J.K. Cookery method and end-point temperature can affect the Warner–Bratzler shear force, cooking loss, and internal cooked color of beef longissimus steaks. **Meat Science**, v.88, n.1, p. 1-7, 2011.



YANÉZ, E.A; FERREIRA, A.C.D.; MEDEIROS, A.N.; PEREIRA FILHO, J.M.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; RESENDE, K.T. Methodologies for rib eye area determination in goats. **Small Ruminant Research**, v.66, p.197-200, 2006.

WARNER, R. Measurement of Meat Quality. Measurements of Water-Holding Capacity and Color: objective and subjective. **Encyclopedia of Meat Sciences**. 2<sup>th</sup> Edition. 2014. P. 164-171.

### 3.2 – Maturação da maminha de alcatra em diferentes condições

#### RESUMO

Objetivou-se avaliar as características de qualidade da maminha de alcatra (*Tensor faciae latae*) de novilhas Nelore em diferentes condições de maturação. Porções de carne com aproximadamente 400 gramas foram embaladas em película de polietileno, a vácuo, e estocadas em câmara frigorífica em duas diferentes temperaturas (0°C e 4°C). As porções foram mantidas nestas temperaturas pelo tempo de 7, 14, 21 e 28 dias. Foram analisados o pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento, luminosidade ( $L^*$ ), teor de vermelho ( $a^*$ ), teor de amarelo ( $b^*$ ), croma (C) e matiz ( $H^\circ$ ). As análises foram realizadas nos tempos mencionados e, também, na carne fresca (tempo zero). Não houve variação no pH em função da temperatura utilizada. Entretanto, houve aumento do pH com o decorrer do tempo de maturação. Foi observada variação na luminosidade da carne em função da temperatura, sendo menor a luminosidade na carne maturada a 0°C. O teor de vermelho desta carne aumentou linearmente em função do tempo de maturação e também foi influenciada pelas temperaturas de maturação, sendo maior quando maturada a 0°C. Esta variação nos parâmetros de cor influenciou também no aumento linear nos valores do croma com o passar do tempo de maturação. O teor de amarelo e o matiz não foram influenciados pela temperatura e o tempo de maturação. A perda de peso por cozimento também apresentou aumento linear ao longo do tempo de maturação. A capacidade de retenção de água e a força de cisalhamento apresentaram redução linear ao longo do tempo de maturação. A maturação por 28 dias ocasionou redução considerável na força de cisalhamento da maminha de alcatra. Recomenda-se maturar a maminha de alcatra por 28 dias e em temperatura de 4°C.

**Palavras-chave:** Capacidade de retenção de água, força de cisalhamento, qualidade, *Tensor faciae latae*, temperatura, tempo.

## Maturation of bovine *Tensor faciae latae* in different conditions

### ABSTRACT

This aimed of this research was to evaluate the characteristics of bovine muscle *Tensor fasciae latae* from Nelore females in different maturation conditions. The muscles were fractionated samples of approximately 400 g, packed in polyethylene film, vacuum, and stored in cold room at two different temperatures (0 ° C and 4 ° C). The packed sections were maintained at these temperatures for the time 7, 14, 21 and 28 days. The pH, water holding capacity, cooking weight loss, shear force, brightness ( $L^*$ ), red color ( $a^*$ ), yellow color ( $b^*$ ), cromina (C), hue ( $H^\circ$ ) were analyzed in matured meat and also in fresh meat (time zero). There was not variation in the meat pH in function of temperature. However the pH increased along the maturation time. There was observed lower brightness in meat matured 0°C. Red color increased linearly along the time and red color was higher in meat matured at 0°C. This variation in color parameters also influence the linear increase of cromina along the maturation time. Yellow color and hue were not influenced by temperature or the time of maturation. Cooking weight loss also increased linearly during maturation time. Water holding capacity and shear force showed linear reduction during the maturation time. We recommend the maturation of Nelore *Tensor fascear latae* for 28 days at 4°C.

**Keywords:** Water retention capacity, shear force, quality, *Tensor faciae latae*, temperature, time.

## INTRODUÇÃO

O corte cárneo comercialmente descrito no Brasil por maminha de alcatra ou ponta de alcatra origina-se da desossa do músculo *Tensor fasciae latae*, localizado no quarto traseiro dos bovinos, sendo um importante produto para frigoríficos. Este corte apresenta boa aceitação por consumidores brasileiros devido a sua maior quantidade de gordura, a qual contribui para mais sabor, aroma e suculência desta carne. Entretanto, este corte não apresenta a mesma maciez observada em outros, como o filé. Portanto, assim como observado para outros cortes, como a picanha, a maminha de alcatra pode ser maturada para a obtenção de produto com mais maciez e com maior valor agregado.

O processo de maturação de carnes consiste em conferir mais tempo para que as proteases endógenas dos miócitos, principalmente as calpaínas, realizem a autólise dos tecidos musculares, como as linhas Z nas miofibrilas (Frylinck et al., 2009; Costello et al., 2006; Monsón et al., 2004; Sazili et al., 2004; Ribeiro et al., 2002; French et al., 2001). Com a autólise estendida destas estruturas são reduzidas as tensões geradas pela intensidade da contração irreversível do músculo (complexo actomiosina) durante a instauração do *rigor mortis*. Além disto, há autólise de estruturas extracelulares, como o tecido conjuntivo. Desta forma, a maturação pode contribuir para a redução da força de cisalhamento e para a maior maciez das carnes.

Durante a maturação o corte cárneo deve ser adequadamente embalado, com vácuo, e mantido em condições de refrigeração, por diferentes tempos (Lawrence et al., 2006). A embalagem é necessária para eliminar os riscos de contaminação microbiana cruzada e a contaminação com matérias estranhas que podem interferir na qualidade sensorial do produto e, também, para se controlar a perda de umidade. As condições de vácuo e a refrigeração são necessárias para se controlar a proliferação de microrganismos, patogênicos e deterioradores, que eventualmente tenham contaminado a carne antes de ser embalada e, também, a atividade de enzimas endógenas putrefativas indesejadas.

No Brasil, a maturação da carne usualmente é realizada nos frigoríficos por tempos que variam de sete a 21 dias, em temperatura de 0°C ou 4°C. Observa-se, portanto, variações de tempo e de temperatura, as quais podem repercutir nas características de qualidade do produto. Em outro contexto, estas variações podem ocasionar maiores custos para os frigoríficos, dentre os quais energéticos para a produção do frio artificial, assim como maior demanda por área física e por trabalho. Portanto, há necessidade de se pesquisar

melhores tempos e temperaturas para a produção de carnes maturadas com qualidade satisfatória e com menores custos produtivos o possível.

Considerando-se o exposto, esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de se avaliar as características de qualidade da maminha de alcatra em diferentes condições de maturação.

## MATERIAL E MÉTODOS

Porções de carne ( $n = 60$ ), com aproximadamente 400 gramas cada, foram obtidas a partir da desossa do músculo *Tensor faciae latae* (comercial: maminha de alcatra ou ponta de alcatra) realizada em 30 carcaças de fêmeas da raça Nelore, abatidas aos 24 meses de idade, em frigorífico inspecionado pelo Serviço de Inspeção Federal (MAPA, Brasil). Estas 30 carcaças foram aleatoriamente selecionadas a partir de um lote contendo 150 carcaças resfriadas ( $0 \pm 1^\circ\text{C}$ ). A desossa das carcaças resfriadas foi realizada às 24 horas após o abate.

As porções de carne foram embaladas em película de polietileno, a vácuo, e estocadas em câmara frigorífica em duas diferentes temperaturas ( $0^\circ\text{C}$  e  $4^\circ\text{C}$ ) pelos tempos de sete, 14, 21 e 28 dias, contados a partir da desossa. Além destes tempos também foi realizada a análise da carne no tempo de 24 horas após o abate (tempo inicial), a qual não foi embalada a vácuo (controle).

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial com duas temperaturas de maturação ( $0^\circ\text{C}$  e  $4^\circ\text{C}$ ) e com cinco tempos (24 horas, sete, 14, 21 e 28 dias), em seis repetições.

O valor de pH final foi mensurado com um peagâmetro digital acoplado com eletrodo de penetração.

Para a determinação da capacidade de retenção de água foram seccionadas amostras de, aproximadamente, 0,5 g dos cortes resfriados, as quais foram dispostas entre duas folhas de papel filtro e estas entre duas placas de vidro ( $12 \times 12 \times 1$  cm). Aplicou-se, neste conjunto, peso de 10 kg por 5 minutos (Yancey & Apple, 2011). A capacidade de retenção de água foi calculada pela diferença de peso, expressa em percentual.

Para a determinação da perda de peso por cocção foram seccionadas amostras de, aproximadamente, 100 gramas dos cortes resfriados. As amostras foram embaladas em folha metalizada com a face de maior brilho voltada para o interior e depois dispostas em chapa de aquecimento de dupla face tipo grill regulado para a temperatura de  $180^\circ\text{C}$  e pré-aquecido. O aquecimento da carne foi monitorado com termômetro tipo agulha, sendo as amostras retiradas do equipamento quando a temperatura no centro geométrico do corte atingiu  $72^\circ\text{C}$ . As amostras foram removidas da embalagem e resfriadas em condições ambientes, sendo posteriormente pesadas. A perda de peso por cocção foi calculada pela diferença entre o peso da carne crua e o peso da carne após cozimento, sendo expressa em percentual (Barge et al., 1991).

A força de cisalhamento foi determinada com texturômetro (modelo TA.XT2 plus<sup>®</sup>, Stable Micro System, Godalming, Surrey, Reino Unido) acoplado com sonda de cisalhamento retangular padrão Warner-Bratzler, com espessura de 1,016mm e com lâmina de 3,05mm. Os dados (picos positivos máximos) foram obtidos com o programa Exponent Lite versão 5.1 (Stable Micro Systems). O equipamento foi calibrado com peso padrão de 5kg, sendo programado com velocidade de descida e de corte do dispositivo de 200 mm.minuto<sup>-1</sup>, velocidade de pré-teste, de teste e de pós-teste de 2 mm.segundo<sup>-1</sup> e distância de penetração de 15 mm. Para esta análise foram utilizadas amostras remanescentes da análise da perda de peso por cozimento, as quais foram resfriadas (4°C) por 24 horas e assim mantidas até o momento das análises. Oito cilindros de 1,27cm de diâmetro foram removidos das amostras no sentido paralelo das fibras musculares, sendo estes dispostos no equipamento com as fibras orientadas no sentido perpendicular a lâmina. Os resultados foram expressos kgf.cm<sup>-2</sup> (AMSA, 1995).

Análises colorimétricas foram realizadas utilizando-se colorímetro Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta, Inc., Tóquio, Japão) empregando iluminante D65 e geometria 45/0. Os valores de cor foram expressos no sistema CIELAB. Luminosidade ( $L^*$ ), cor vermelha ( $a^*$ ) e cor amarela ( $b^*$ ) foram diretamente mensuradas nas amostras resfriadas a 4°C, após 30 minutos de contato com o ar. Mensurou-se a cor da carne dos músculos mencionados e também da gordura subcutânea no músculo *Longissimus thoracis*. Calculou-se o croma (C) pela equação:  $C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ , admitindo-se que quanto maior a saturação (AMSA, 2012; Konica Minolta Sensing, 2007; Van Laack et al., 2000). O matiz ( $H^\circ$ ) foi calculado pela equação:  $H^\circ = \tan^{-1} b^*/a^*$ . Os dados foram interpretados no quadrante angular no qual:  $H^\circ = 0$  representa o vermelho puro;  $H^\circ = 90$  representa o amarelo puro;  $H^\circ = 180$  representa o verde puro; e  $H^\circ = 270$  representa o azul puro (AMSA, 2012; Konica Minolta Sensing, 2007; Van Laack et al., 2000).

### **Análises estatísticas**

Utilizou-se o teste de Tukey, em probabilidade de 5%, para verificar os efeitos das temperaturas (0°C e 4°C) nas características da carne. Os dados dos diferentes tempos utilizados para a maturação da carne (24 horas, 7, 14, 21 e 28 dias) foram submetidos à análise de regressão. Para as análises estatísticas, foi utilizado o procedimento REG do SAS (SAS Inst., Inc., Carry, NC, EUA, 2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as diferentes temperaturas de maturação (0°C e 4C) não foram verificadas variações ( $p > 0,05$ ) no pH, no teor de amarelo ( $b^*$ ), no matiz ( $H^\circ$ ), na perda de peso por cozimento, na capacidade de retenção de água e na força de cisalhamento da maminha de alcatra (*Tensor faciae latae*) (Tabela 1). Entretanto, a luminosidade ( $L^*$ ), o teor de vermelho ( $a^*$ ) e o croma apresentaram variação ( $p \leq 0,05$ ) entre as diferentes temperaturas.

Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) dos diferentes tempos de maturação na luminosidade ( $L^*$ ), no teor de amarelo ( $b^*$ ) e no matiz ( $H^\circ$ ) da maminha de alcatra. Entretanto, houve aumento linear ( $p \leq 0,05$ ) com o passar do tempo (T) de maturação no pH ( $\text{pH} = 5,4762 + 0,02134T$ ;  $\text{CV}\% = 2,78$ ;  $R^2 = 0,84$ ), no teor de vermelho ( $a^* = 15,4035 + 0,0777T$ ;  $\text{CV}\% = 38,41$ ;  $R^2 = 0,78$ ), no croma ( $C = 15,7657 + 0,0922T$ ;  $\text{CV}\% = 10,24$ ;  $R^2 = 0,70$ ), na perda de peso por cozimento ( $\text{PPC} = 31,1755 + 1,2443T$ ;  $\text{CV}\% = 12,33$ ;  $R^2 = 0,56$ ) e redução linear na capacidade de retenção de água ( $\text{CRA} = 61,0982 - 0,2463T$ ;  $\text{CV}\% = 8,34$ ;  $R^2 = 0,69$ ) e na força de cisalhamento ( $\text{FC} = 13,5821 - 0,0969T$ ;  $\text{CV}\% = 16,11$ ;  $R^2 = 0,72$ ) da maminha da alcatra.

Não houve interação ( $p > 0,05$ ) entre temperaturas e tempos de maturação para as características de qualidade avaliadas.

**Tabela 1** - Efeito de temperatura e tempo de maturação em características de qualidade da maminha de alcatra (m. *Tensor faciae latae*).

Característica	Temperatura		EPM	P	Tempo de maturação					EPM	P
	0°C	4°C			24h	7	14	21	28		
pH	5,6	5,7	2,98	0,71	5,6	5,4	5,5	5,6	5,6	1,12	<0,01
$L^*$	36,9 <sup>b</sup>	39,3 <sup>a</sup>	4,1	0,02	38,1	38,9	38,8	39,3	38,4	3,34	0,06
$a^*$	17,6 <sup>a</sup>	15,8 <sup>b</sup>	3,8	0,02	15,4	16,9	17,1	16,8	17,4	2,88	<0,01
$b^*$	4,1	3,6	2,2	0,10	4,5	4,7	4,6	4,1	5,1	4,11	0,06
C	18,2 <sup>a</sup>	16,2 <sup>b</sup>	2,93	0,03	15,0	17,2	17,8	17,3	18,3	3,69	<0,01
$H^\circ$	14,7	14,6	3,2	0,11	13,5	14,3	14,9	14,9	15,7	3,82	0,06
PPC (%)	39,5	33,4	2,75	0,73	33,2	33,3	39,4	39,4	39,0	2,23	<0,01
CRA (%)	59,0	58,5	2,2	0,65	64,4	63,1	55,2	55,0	56,2	3,01	<0,01
FC(kgf.cm <sup>-2</sup> )	12,9	12,2	3,3	0,66	14,4	14,2	11,5	11,7	10,6	7,48	<0,01



*L\**: luminosidade; *a\**: teor de vermelho; *b\**: teor de amarelo; C: croma; H°: matiz; PPC: perda de peso por cocção; CRA: capacidade de retenção de água; FC: força de cisalhamento. Médias seguidas por letras minúsculas distintas, em linha, diferem-se estatisticamente pelo teste de Tukey em nível de significância de 5%.

Os valores de pH foram inferiores a 5,7 sendo assim desejável para a carne bovina (Coombes et al., 2014; Thompson, 2002). O aumento do pH da maminha de alcatra durante a maturação pode ser justificado em função da proteólise, pois durante este processo são liberados constituintes básicos, como os grupamentos amina (Pardi et al., 1993; Lawrie, 1977). O aumento do pH pode ser entendido, portanto, como sendo natural durante a maturação, sendo inclusive indicativo da atividade de enzimas nas estruturas miofibrilares, algo portanto desejável ao processo.

A luminosidade (*L\**) da carne não foi influenciada ( $p > 0,05$ ) pelos tempos de maturação. Porém, para este parâmetro, foi observada variação ( $p \leq 0,05$ ) em função da temperatura, sendo menor a luminosidade na carne maturada a 0°C. Embora tenha sido detectada esta diferença, considera-se que a variação nos valores da luminosidade seja normal para a carne bovina. Neste contexto, Purchas et al., (1998) descreveu como sendo usuais valores dentre  $L^* = 34$  a  $L^* = 39$ . Considera-se, assim, que estas variações provavelmente não sejam detectadas pelo consumidor.

Houve aumento ( $p \leq 0,05$ ) linear na intensidade de vermelho da carne em função do tempo de maturação. Semelhante ao observado, Dunne et al. (2010) também relataram aumento na intensidade de vermelho de cortes cárneos durante a maturação. Esta variação é considerada comum e decorre de mudanças no estado químico da mioglobina, principal pigmento formador da cor da carne (Ramos & Gomide, 2007). Observou-se, também, que a intensidade de vermelho foi influenciada ( $p \leq 0,05$ ) pelas temperaturas de maturação, sendo maior na temperatura de 0°C. Contudo, estas variações na intensidade de vermelho são normais e aceitáveis para a carne bovina. Ribeiro et al. (2002) observaram valores para a intensidade de vermelho que variaram de  $a^* = 15,19$  a  $a^* = 17,69$ , os quais semelhantes ao obtido nesta pesquisa.

O aumento na intensidade de vermelho ocasionou aumento linear ( $p \leq 0,05$ ), também, nos valores do croma, com o passar do tempo de maturação. Entretanto, as variações significativas na intensidade de vermelho não foram suficientes para alterar o H°.

Houve aumento linear ( $p \leq 0,05$ ) na perda de peso por cocção ao longo do tempo de maturação. Contudo, a perda de peso por cocção não foi influenciada ( $p > 0,05$ ) pelas temperaturas utilizadas durante a maturação.

Houve redução linear ( $p \leq 0,05$ ) na capacidade de retenção de água ao longo do tempo de maturação. Conforme Huff-Lonergan & Lonergan (2005) com a proteólise das estruturas protéicas miofibrilares, que acontece durante a maturação, há desarranjo na estrutura do interior dos miócitos, as quais seriam importantes para reter a água na célula. A capacidade de retenção de água não foi influenciada ( $p > 0,05$ ) pelas temperaturas utilizadas para a maturação da carne.

Houve redução linear ( $p \leq 0,05$ ) na força de cisalhamento do músculo *Tensor fasciae latae* ao longo do tempo de maturação. Reforça-se, portanto, a importância desta tecnologia para a obtenção de carne com menor firmeza. Observou-se que a força de cisalhamento da carne maturada por sete dias foi numericamente próxima a da carne fresca (tempo zero) e que a força de cisalhamento aos 14, 21 e 28 dias foi menor. A força de cisalhamento não foi influenciada ( $p > 0,05$ ) pelas temperaturas de maturação.

## CONCLUSÃO

A maminha de alcatra (músculo *Tensor fasciae latae*) de fêmeas Nelore apresenta maior intensidade de vermelho ( $a^*$ ), maior croma (C), maior matiz ( $H^\circ$ ), maior pH, menor capacidade de retenção de água e menor força de cisalhamento na medida em que é maior o tempo de maturação.

A temperatura de refrigeração utilizada durante a maturação influencia o pH, a luminosidade ( $L$ ), a intensidade de vermelho ( $a^*$ ) e o croma (C).

Para os parâmetros avaliados nesta pesquisa recomenda-se maturar a maminha de alcatra por 28 dias, em temperatura de 4°C, em detrimento a 0°C, a qual poderia ser menos onerosa e demandadora de energia para refrigeração.

Recomenda-se pesquisa futura com o objetivo de avaliar outras temperaturas de refrigeração e tempos de maturação e os efeitos nas características de qualidade da carne em diferentes cortes cárneos.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a CAPES, à FAPEMIG e à UFVJM

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABULARACH, M. L. S.; Características de qualidade do contrafilé (m. L. dorsi) de touros da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, 1998.

AMSA. 1995. Research Guidelines for cookery, Sensory Evaluation and Instrumental Measurements of Fresh Meat. American Meat Science Association and National Livestock and Meat Board, Chicago, IL.

AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION (AMSA). Meat color measurement guidelines, Champaign, Illinois, USA, 2012.

BARGE, M.T.; DESTEFANIS, G.; TOSCANO, G.P.; BRUGIAPAGLIA, A. Two Reading techniques of the filter paper press method for measuring meat water-holding capacity. **Meat Science**, v.29, n.2, p.183-189, 1991.

COOMBES, S.V.; GARDNER, G.E.; PETHICK, D.W.; MCGILCHRIST, P. The impact of beef cattle temperament assessed using flight speed on muscle glycogen, muscle lactate and plasma lactate concentrations at slaughter. **Meat Science**, v.98, p.815-821, 2014.

COSTELLO, S.; O'DOHERTY, E.; TROY, D.J.; ERNST, C.W.; KIM, K-S.; STAPLETON, P.; SWEENEY, T.; MULLEN, A.M. Association of polymorphisms in the calpain I, calpain II and growth hormone genes with tenderness in bovine *M. longissimus dorsi*. **Meat Science**. v.75, p.551-557, 2006.

DUNNE, P.G.; MONAHAN, F.J.; MOLONEY, A.P. A note on the effect of *post-mortem* maturation on colour of bovine *Longissimus dorsi* muscle. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v.. 49, p.153–158, 2010.

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

FRYLINCK, L.; VAN WYK, G.L.; SMITH, T.P.L.; STRYDOM, P.E.; VAN MARLEKOSTER, E.; WEBB, E.C.; KOOHARAIE, M.; SMITH, M.F. Evaluation of biochemical parameters and genetic markers for association with meat tenderness in South African feedlot cattle. **Meat Science**, v.83, p.657-665, 2009.

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

LAWRENCE, R.W.; DOYLE, J.; ELLIOTT, R.; LOXTON, I.; MCMENIMAN, J.P.; NORTON, B.W.; REID, D.J.; TUME, R.W. The efficacy of a vitamin D3 metabolite for improving the myofibrillar tenderness of meat from *Bos indicus* cattle. **Meat Science**, v.72, p.69-78, 2006.

LAWRIE, R.A. **Ciência de La carne**. Zaragoza, Acríbia, 1977, 456 p.

MONSÓN, F.; SANUDO, C.; SIERRA, I. Influence of cattle breed and ageing time on textural meat quality. **Meat Science**, v.68, p.595-602, 2004.

PARDI, M.C., SANTOS, I.V., SOUZA, E.R. et al. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Goiânia: EDUFF/UFV, 1993.

PURCHAS, R.W.; YAN, X.; HARTLEY, D.G. The influence of a period of ageing on the relationship between ultimate pH and shear values of beef *m. longissimus thoracis*. **Meat Science**, v.51, p.135-141, 1998.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. 2007. **Avaliação da qualidade de carne: fundamentos e metodologias**. Viçosa-MG: Editora UFV, 599p.

RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R.; BULLE, M.L.M.; LIMA, C.G.; SILVA, S.L.; PEREIRA, A.S.C.; LANNA, D.P.D. Características da carcaça e qualidade da carne de tourinhos alimentados com dietas de alta energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.749-756, 2002.

SAZILI, A.Q.; LEE, G.K.; PARR, T.; SENSKY, P.L.; BARDSLEY, R.G.; BUTTERY, P.J. The effect of altered growth rates on the calpain proteolytic system and meat tenderness in cattle. **Meat Science**, v.66, p.195-201, 2003.

THOMPSON, J. Managing meat tenderness. **Meat Science**, v.62, p.295-308, 2002.

TSITSILONIS, O.E.; STOEVA, S.; ECHNER, H., et al. A skeletal muscle troponin T specific ELISA based on the use of an antibody against the soluble troponin T (16–31) fragment. **Journal of Immunological Methods**, v.268, p.141-148, 2002.

VAN LAACK, R.L.J.M.; LIU, C.H.; SMITH, M.O.; LOVEDAY, H.D. Characteristics of pale, soft, exudative broiler breast meat. **Poultry Science**, v. 79, n. 7, p. 1057-1061, 2000.

YANCE, J.W.S.; WHARTON, M.D.; APPLE, J.K. Cookery method and end-point temperature can affect the Warner–Bratzler shear force, cooking loss, and internal cooked color of beef longissimus steaks. **Meat Science**, v.88, n.1, p. 1-7, 2011.