

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

**CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DE  
CARNE DE BOVINOS SUPERPRECOSES DE TRÊS  
GRUPOS GENÉTICOS**

**Carcass characteristics and beef quality of young steers  
of three genetic groups**

**Patrícia Maria Ribeiro de Campos Pereira**

CAMPO GRANDE  
MATO GROSSO DO SUL - BRASIL  
DEZEMBRO DE 2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL

**CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DE  
CARNE DE BOVINOS SUPERPRECOSES DE TRÊS  
GRUPOS GENÉTICOS**

**Carcass characteristics and beef quality of young steers  
of three genetic groups**

**Patrícia Maria Ribeiro de Campos Pereira**

**Orientador: Prof. Dr. Jorge Antonio Ferreira de Lara**

Dissertação apresentada a Universidade Federal de  
Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do  
título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal

CAMPO GRANDE  
MATO GROSSO DO SUL - BRASIL

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Coordenadoria de Biblioteca Central – UFMS, Campo Grande, MS, Brasil)

P436c Pereira, Patrícia Maria Ribeiro de Campos.  
Características de carcaça e qualidade de carne de bovinos superprecoces de três grupos genéticos / Patrícia Maria Ribeiro de Campos Pereira. -- Campo Grande, MS, 2006.  
66 f. ; 30 cm.

Orientador: Jorge Antonio Ferreira de Lara.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.  
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia.

1. Bovino de corte – Carcaças. 2. Carne bovina – Qualidade. I. Lara, Jorge Antonio Ferreira de. II. Título.

CDD (22) – 636.213

**PATRICIA MARIA RIBEIRO DE CAMPOS PEREIRA**

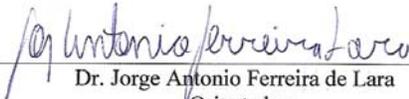
**“Características de carcaça e qualidade de carne de bovinos  
superprecoce de três grupos genéticos”**

**“Carcass characteristics and beef quality of three genetics  
groups of young steers”**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos  
do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal  
para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Produção Animal

APROVADA: 15/12/2006

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Jorge Antonio Ferreira de Lara  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Marcos Franke Pinto

  
\_\_\_\_\_  
Dr. André Alves de Souza

“... hoje me sinto mais forte, mais feliz quem sabe,  
só levo a certeza que muito pouco eu sei, eu nada  
sei...”

“... cada um de nós compõe a sua história,  
cada ser em si carrega o dom de ser capaz de ser feliz...”

(Almir Sater)

“Amei a sabedoria mais do que a saúde e a beleza, e resolvi tê-la como luz,  
porque o brilho dela nunca se apaga”. (Sb, 7,10)

“Tudo é do Pai, toda honra e toda glória, é Dele a vitória alcançada em  
minha vida”. (Frederico Cruz)

*“Estais no céu, na terra onde for, em tudo que me acontece encontro o vosso amor!”*

Homenagem aos meus pais  
Aristides Ribeiro de Campos (*in memoriam*)  
Elza Maria Borin de Campos

*“A família deve ser a fonte que restaura a nossa vida e a sociedade”.*

Minha gratidão às minhas irmãs e sobrinho

*“A produtividade é aumentada pela melhoria da qualidade. Este fato é bem conhecido por uma seleta minoria”. (William Danning)*

Agradecimento especial ao Condomínio José Rodrigues Pereira e irmãos-Faz. Cachoeirão

*“Ninguém ignora tudo, ninguém sabe tudo,*

*Todos nós sabemos alguma coisa, todos nós ignoramos alguma coisa,*

*Por isso aprendemos sempre”. (Paulo Freire)*

Agradecimento especial ao meu orientador Jorge F. Lara, ao co-orientador Marcos F. Pinto  
e ao estatístico Urbano Abreu.

*“É com o coração que se pode ver direito: o essencial é invisível aos olhos”.*

*(Antoníe de Saínt-Exsupéry)*

**DEDICO**

**Aos meus filhos Giovanni e Rafael,  
os meus tesouros mais preciosos.**

*“O laço que une a sua família verdadeira não é de sangue,  
mas de respeito e alegria pela vida um do outro”. (Richard Bach)*

**OFEREÇO**

**Ao meu esposo Nedson R. Pereira,  
Pelo incentivo, amor e paciência.**

## AGRADECIMENTOS

“O importante da educação não é apenas formar um mercado de trabalho, mas formar uma nação, com gente capaz de pensar e divulgar a verdade, acima de tudo”.

A Deus, pelo dom da vida, por tudo que sou e tenho conquistado até agora e principalmente, por mais um sonho realizado.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jorge Antonio Ferreira de Lara, pelo aceite, atenção, orientação, esforço e interesse durante todo o trabalho desenvolvido.

Ao prof. Dr. Marcos Franke Pinto pelo aceite, recepção, colaboração, confiança, ensinamentos, oportunidade e recursos para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Dr. Urbano Abreu pela dedicação, disponibilidade, compreensão, paciência e ensinamentos.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À UFMS – Programa de Pós-graduação, Mestrado em Ciência Animal na pessoa da coordenadora profa. Dra. Maria da Graça Morais pela oportunidade de realização deste curso, pela colaboração, compreensão, sensibilidade e apoio.

À todos os professores do programa de Mestrado em Ciência Animal por todos os ensinamentos científicos, práticos, de experiência profissional e pessoal.

À profa. Dr. Elisa Posano pelos ensinamentos, colaboração e incentivos.

Em nome do técnico Alexandre agradeço a todos os funcionários da UNESP e UFMS que de alguma forma colaboraram para realização deste trabalho.

À profa. Dra. Maria Tereza Monreal pela compreensão, sensibilidade e oportunidade de ter realizado este mestrado, e particularmente este trabalho.

.Ao prof. Flodoaldo Alencar pela colaboração, ensinamentos e pronta disponibilidade desde a graduação, especialização e, principalmente no decorrer deste mestrado.

Ao prof. Dr. Gumercindo Loriani pela amizade, colaboração e ensinamentos.

À Fazenda Cachoeirão por disponibilizar a propriedade e os animais para a realização desta pesquisa, assim como a divulgação dos resultados.

Ao Frigorífico Friboi de Campo Grande, gerência, equipe de trabalho e ao Controle de Qualidade.

Ao pesquisador Gelson Feijó pela essencial contribuição.

Ao prof. Valter Joost Van Onselen sempre disponível na arte de ensinar.

À Marilete Otano, pela prontidão, disponibilidade, carinho e incentivo.

À minha sogra Judith e cunhada Diva, pela ajuda nos momentos em que não pude estar presente.

Aos amigos Adriana Peruzzi e Chabel pela amizade, pronta colaboração e companheirismo durante todo o Mestrado.

À Fabíola, Larissa, Karina, Livia, Marcelo, Fábio, Maurílio e Andréa, pelo incentivo, horas de estudo e alegrias.

Aos amigos de Mestrado que passaram pela mesma dedicação, horas de estudo e esforço.

Enfim, a todos que, de alguma forma participam da minha vida, e que, de alguma forma contribuíram para a realização deste projeto.

Muito obrigado!

## SUMÁRIO

	Página
Lista de abreviaturas.....	09
Resumo.....	10
Abstract.....	11
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>15</b>
3.1 Avaliação e características de carcaças.....	15
3.2 Maciez da carne bovina.....	18
3.2.1 Influência do colágeno.....	19
3.2.2 Influência da maturação.....	20
3.2.3 Influência do encurtamento pelo frio.....	21
3.2.4 Influência do sistema enzimático.....	24
3.3 Carne DFD.....	26
3.4 Efeito da raça e variação dentro da raça na qualidade de carne bovina.....	27
<b>4. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>
<b>5. ARTIGO CIENTÍFICO.....</b>	<b>36</b>
Resumo.....	36
Abstract.....	37
Introdução .....	38
Material e Métodos .....	39
Resultados e Discussão.....	45
Conclusão.....	59
Agradecimentos.....	60
Referências.....	60

## LISTA DE ABREVIATURAS

A	=	Abeerden Angus	PF	=	Peso final no confinamento
AN	=	½ Abeerden Angus ½ Nelore	RC	=	Rendimento de carcaça
AOL	=	Área de olho de lombo	SC	=	Subconvexa
B	=	Brahman			
BA	=	Blond' Aquitaine			
C	=	Convexa			
CA	=	Canchim			
CC	=	Comprimento de carcaça			
CH	=	Charolês			
CS	=	Comprimento de sarcômero			
DG	=	Distribuição de gordura			
EG	=	Espessura de gordura			
FC	=	Força de cisalhamento			
G	=	Gelbivieh			
GMD	=	Ganho médio diário			
H	=	Hereford			
L	=	Limousin			
LAN	=	½ Limousin ¼ Angus ¼ Nelore			
N	=	Nelore			
PCQ	=	Peso de carcaça quente			
P	=	Piemontês			
PI	=	Peso inicial no confinamento			

## RESUMO

### Características de carcaça e qualidade de carne de bovinos superprecoces de três grupos genéticos

O presente trabalho avaliou algumas características de carcaça e qualidade de carne de bovinos inteiros superprecoces. Para isso foram utilizados 44 animais, sendo 8 da raça Nelore (N), 18 1/2 Aberdeen Angus x 1/2Nelore (AN) e 18 1/2Limousin x 1/4Aberdeen Angus1/4Nelore (LAN) com idade entre 7,5 e 11,5 meses, no início do experimento e confinados por 143 dias para o abate. Os valores de temperatura e pH muscular foram monitorados durante 24 horas após o abate, posterior tipificação das carcaças, sendo medidos o comprimento de carcaça, distribuição de gordura. No músculo *Longissimus dorsi* na altura da 12<sup>a</sup> costela foram medidos a espessura de gordura e área de olho de lombo (AOL), avaliação de marmoreio, textura e cor, Foram retiradas amostras, para análise da composição centesimal, medida de sarcômero e força de cisalhamento (FC). Os animais apresentaram peso final de confinamento 512,15 kg, 495,29 kg e 473,37 kg para o AN, LAN e N respectivamente. Os AN apresentaram maiores valores ( $p < 0,05$ ) para peso final de confinamento, ganho médio diário, peso de carcaça quente e comprimento de carcaça, e o LNA apresentando o melhor rendimento de carcaça quente, AOL e AOL/100 Kg. A espessura de gordura não diferiu entre as raças e sua distribuição foi melhor para o AN e N. Os animais LAN apresentaram 72,22% de carcaças convexas, os NA 83,33% subconvexa e 100% dos N subconvexa. O marmoreio não diferiu entre as raças sendo classificado como “Traços”. A curva de queda de pH e temperatura diferiu entre as raças. As medidas de sarcômero e a composição centesimal da carne não diferiram significativamente entre os grupos genéticos. O grupo LAN apresentou os menores valores de FC, diferindo significativamente apenas do grupo N. A caracterização de carcaças e qualidade de carne em grupos genéticos distintos pode contribuir com a maior eficiência de produção de bovinos superprecoces.

Palavras chave: carne bovina, cruzamento, carcaça, maciez, sarcômero, pH.

## ABSTRACT

### **Carcass characteristics and beef quality of three genetics groups of young steers**

The objectives of this experiment were to evaluate beef quality and carcass characteristics of three genetics groups. Young bulls Nelore (n=8; N), 1/2Aberden Angus1/2Nelore (n=18; AN), and 1/2Limousin1/4Aberden Angus1/4Nelore (n=18; LAN), with ages between 7.5 to 11.5 mo at the start of the experiment, were fed for 143 d until slaughter. Temperature and pH were monitored during 24 h after slaughter. Carcasses were classified according to carcass length, fat distribution. Fat thickness, *longissimus* area, marbling score, texture and colour were evaluated at the *Longissimus dorsi* muscle on the 12<sup>th</sup> rib. Samples were collected between 12<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup> rib for chemical composition, sarcomere length and shear force. Final carcass weight was 512.15, 495.29 and 473, 37 Kg for AN, LAN and N, respectively. Slaughter weight, average daily gain, hot carcass weight and carcass length were greater ( $p<0.05$ ) for AN. Dressing percentage, *longissimus* area and *longissimus* area per 100 Kg were greater ( $p<0.05$ ) for the LAN group. Fat thickness did not differ between breeding groups; however, fat distribution was improved in AN and N. The LAN group had seventy-two percent of convex carcass, while 83.3% and 100% of AN and N animals were subconvex carcass, respectively. There was no significant difference in marbling among the breeding groups and all were classified as “trace”. Temperature and pH curve differed ( $p<0,05$ ) among genetic groups. Neither sarcomere length nor chemical composition differ among genetic groups. Shear force values were smaller ( $p<0.05$ ) for LAN and differed from N. Characterizing beef quality and carcass traits of these three genetic groups may contribute to improve production efficiency of young bulls.

Key words: bovine beef, breeding, carcass, tenderness, sarcomere, pH.

## 1.INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o Brasil tem-se destacado como o segundo maior produtor e maior exportador mundial de carne bovina. Em 2005 o rebanho bovino brasileiro foi estimado em 195 milhões cabeças (ABIEC, 2006). As exportações de carne *in natura* cresceram mais de 150% desde 2002. A Rússia e Egito foram os maiores compradores de carne bovina congelada e o Chile de carne bovina resfriada (Anualpec, 2006).

A maior parte da carne bovina produzida no país é comercializada internamente, mas o crescimento nas exportações de produtos agropecuários em 2005 consolidou a liderança do país como primeiro fornecedor de produtos alimentares para o bloco europeu. Na União Européia, as carnes brasileiras representam 50% da carne bovina fresca e congelada, sobrepujando fornecedores tradicionais como Argentina e Austrália (Anualpec, 2006).

Os incrementos contínuos de produtividade decorrem principalmente de avanços genéticos, sanitários e nutricionais do rebanho. Entretanto, esses esforços ainda não são suficientes para garantir um melhor preço pago pela tonelada da carne, devido as grandes restrições impostas pelo mercado internacional quanto à sanidade animal ou por clientes mais exigentes, que comprem carnes com padrões específicos.

Tais fatos podem ser comprovados pelo valor pago em dólar por tonelada nas exportações. Em Mato Grosso do Sul, em 2004, foi de US\$ 4260 e em 2005 US\$ 3902, estado que conta com um rebanho de 24.715.372 cabeças em 2005 (Anuário DBO, 2006), tendo exportado US\$ 58.139 milhões no ano de 2005, números que fazem do estado o maior exportador do país (Anualpec, 2006).

Seja nas exportações, seja no mercado interno, a busca contínua por melhorias nas características da carne é imprescindível para maior aceitação por parte dos consumidores. Os sistemas de produção, sejam eles de carne bovina ou não, só são realmente eficientes quando atendem aos anseios e expectativas do consumidor final.

A intensificação na produção de carne bovina busca prioritariamente a redução da idade de abate, aumento do ganho de peso e musculosidade das carcaças, buscando maior

eficiência biológica e melhoria das propriedades funcionais, para produção de carne com qualidade superior.

O cruzamentos entre raças zebuínas e taurinas tem sido utilizados nessa busca, tanto por proporcionar a complementariedade entre as raças, como pela manifestação da heterose, assim como o uso de tecnologias de produção, como o confinamento, que possibilita a maior expressão do potencial genético dos animais, em um período de tempo mais curto possível.

Aliado a esses fatores, as exigências da vida moderna fazem com que o consumidor se torne mais atento à qualidade e segurança dos alimentos consumidos assim como a facilidade de preparo. Entretanto existe a tendência dos consumidores na procura por carne macia, em todo mundo, que não encontra, no mercado varejista marcas consolidadas que garantam tal característica.

Diversos autores têm relatado a influência de fatores como transporte, manejo, estresse pré-abate, curva de redução de pH, método de resfriamento, maturação, estimulação elétrica, entre outros, na qualidade final da carne (Ferguson et al., 2001; Oddy et al., 2001),

Nesta perspectiva, a produção de carne certificada é um desafio para qualquer sistema de produção. A implantação de um programa de melhoria da qualidade da carne deve estar condicionada a incentivos ao produtor em função dos parâmetros de produção que regem e influenciam a formação desse atributo na carne e ainda, de processos tecnológicos que minimizem sua influência durante o *rigor mortis*. Assim sendo, a avaliação dos diferentes parâmetros de qualidade relacionados a maciez da carne em função das características de carcaça e transformação do músculo em carne, constitui numa contribuição para geração de informações que auxiliem a evolução da cadeia produtiva da carne bovina no Brasil.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros de carcaça, características físico-químicas e alguns parâmetros relacionados com a maciez da carne de bovinos machos inteiros, de três grupos genéticos, em sistema de produção de animais superprecoces.

### 2.2 . Objetivos Específicos

Avaliar parâmetros de carcaça como: peso de carcaça quente, rendimento e comprimento de carcaça, área de olho de lombo, espessura e distribuição de gordura, teor de gordura intramuscular, textura e cor, queda de pH e temperatura 24 horas *post mortem*. Características físico-químicas da carne, com a determinação de umidade, matéria seca, cinzas, proteína e gordura. Alguns parâmetros relacionados com a maciez como comprimento de sarcômero e força de cisalhamento da carne *in natura*, em bovinos de três grupos raciais: Nelore, 1/2 Aberdeen Angus 1/2 Nelore e 1/2 Limousin 1/4 Aberdeen Angus 1/4 Nelore.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Avaliação e características de carcaças

O sucesso na produção de bovinos jovens converge para maior eficiência produtiva e obtenção de melhor qualidade da carne, representada pela aceitação do produto, cobertura de gordura, sabor, marmorização, cor e maciez. Assim, são necessários o estudo e o conhecimento dos possíveis fatores da produção que possam interferir nas características da carcaça e na sua qualidade (Sampaio et al., 1998).

Para fins de definir o valor de uma determinada carcaça, isto é, a sua aceitabilidade frente a uma série de exigências do mercado, a tipificação representa uma ferramenta adequada. A avaliação da carcaça é uma forma de estimar a qualidade da carne, rendimento de carcaça e a rentabilidade na produção animal.

O rendimento de carne na carcaça depende do conteúdo do músculo esquelético estriado, e da sua relação com a ossatura e a gordura. De acordo com as curvas de crescimento alométrico, o esqueleto se desenvolve mais cedo, seguido pela musculatura, e finalmente o tecido adiposo. Desta maneira, a proporção de músculo na carcaça aumenta com o incremento de peso do animal durante o período antes do acúmulo de gordura, para depois diminuir na fase de terminação. A forma destas curvas, e as proporções dos componentes da carcaça, variam de acordo com o genótipo, o sexo, o estado hormonal, isto é, o uso de implantes anabólicos, e a alimentação, com conseqüências para o rendimento de carne na carcaça. (Sainz & Araújo, 2001).

Para isso são utilizadas medidas feitas diretamente na carcaça, na área de olho de lombo, espessura de gordura (Lucchiari Filho, 2000) dentre outros.

A medida da área de olho de lombo realizada no músculo *Longissimus dorsi* tem se mostrado diretamente correlacionada ao total de músculo na carcaça e cortes nobres. Resultados de várias pesquisas demonstram que ela é significativamente e positivamente relacionada a várias medidas de carne magra na carcaça, quando o excesso de gordura é retirado ou padronizado a uma medida uniforme (Hedrick, 1983). A espessura de gordura

subcutânea tem sido usada como indicador de acabamento externo da carcaça, sendo importante parâmetro para se determinar o ponto ideal de abate (Lucchiari Filho, 2000).

Em relação à condição sexual, as principais diferenças na composição corporal são atribuídas ao grau de tecido adiposo, sendo que fêmeas apresentam maior proporção de gordura no ganho de peso do que machos castrados, e estes maior proporção em relação a machos inteiros (Véras et al., 2000)

Segundo Restle et al. (1994) animais inteiros apresentaram carcaças mais pesadas e de melhor conformação do que animais castrados nas primeiras semanas de vida, porém tem a apresentar menor gordura de cobertura.

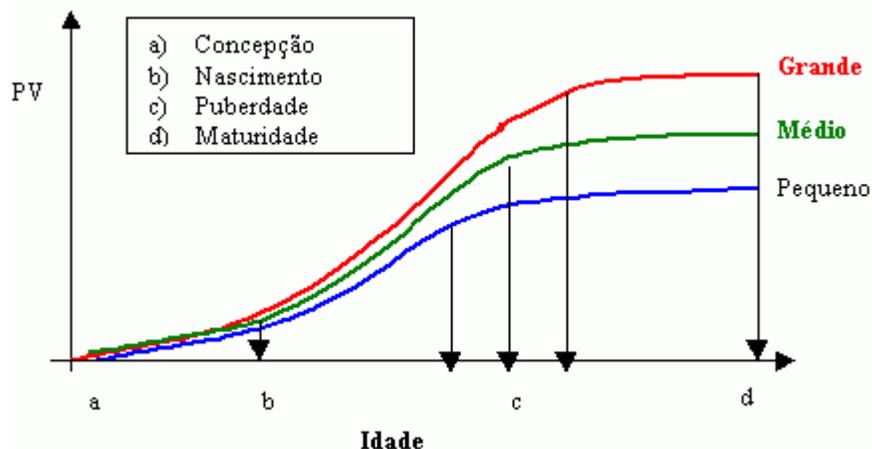
O sexo do animal influi no crescimento e, portanto, influencia as características e a qualidade degustativa da carne bovina. Tem sido bem documentado que machos inteiros crescem mais rapidamente que machos castrados, apresentam maior área de olho de lombo e percentagem de músculo maior, menos gordura subcutânea, menos gordura intermuscular e menor grau de marmorização (Miller, 2001).

A precocidade sexual pode ser entendida como a velocidade em que o bovino atinge a puberdade, ocasião em que completa o crescimento ósseo e a maior parte do conjunto muscular, fase em que os hormônios sexuais atuam com maior intensidade, assim como o aumento de tamanho dos adipócitos, ocorrendo a deposição de gordura na carcaça. Desta maneira, as raças ou indivíduos dentro de raças que primeiro atingem a puberdade podem ser considerados de maior precocidade sexual e de terminação (Silveira, 2001).

A taxa de desenvolvimento (crescimento) do tecido adiposo aumenta, e a do tecido muscular diminui, à medida que o animal se aproxima do peso adulto (Owens et al., 1995). Durante o início do período pós-natal, a deposição de tecido muscular é baixa e constante, seguida por um período de deposição crescente e rápido, durante o crescimento e ao peso maduro a deposição de tecido muscular diminui e a tecido adiposo aumenta. A taxa de ingestão diminui e ocorre o declínio do crescimento, devido a menor eficiência de deposição. A ocorrência destas três fases depende do tamanho maduro corporal e do genótipo do animal (Pethick et al., 2004), conforme Figura 1.

A eficiência de crescimento de animais de corte é função de duas características: taxa de ganho e composição química dos tecidos depositados (Lanna, 1997). Em geral, o aumento do potencial genético para tamanho é acompanhado do aumento da taxa de ganho

de peso e da diminuição do grau de maturidade, incluindo grau de acabamento da carcaça, em qualquer idade (Barbosa, 2006).



Fonte: adaptado de Owens (1993).

Figura 1. Curva de crescimento de bovinos com diferentes tamanhos corporais.

O peso ideal de abate varia com o tipo de animal (genótipo), o sexo e a velocidade de ganho. Animais precoces, como por exemplo, os da raça Angus, que tem peso maduro menor, e o atingem em menos tempo que animais tardios, como por exemplo, os da raça Chianina. Animais inteiros, por outro lado, crescem em média, 17% mais rápido, utilizam alimento 13% mais eficientemente até determinada idade ou peso e produzem carcaças com 35% menos gordura que novilhos castrados (Leme et al., 2000).

A qualidade da carne também é afetada por outros fatores, como pelas características sensoriais da carne que incluem a cor, a maciez, a suculência e o sabor. Destas, a maciez é considerada como a mais importante para a aceitabilidade da carne. A maciez tende a ser maior em animais jovens, e diminui com a idade, devido ao acúmulo e à maturação do tecido conjuntivo das fibras musculares, e também a uma menor fragmentação das miofibrilas após o abate. Entretanto, a suculência e o sabor da carne estão relacionados com a gordura entremeada (marmorização), a qual aumenta com a idade e o acabamento do animal. Estas características são influenciadas pelos mesmos fatores que afetam o rendimento, isto é: a idade, o genótipo, o sexo, o uso de anabolizantes e a alimentação. (Sainz & Araújo, 2001).

### 3.2 Maciez da carne bovina

A carne é composta, em sua maior parte, por musculatura esquelética associada a tecido conjuntivo e gordura, organizados em uma estrutura complexa, variável entre as espécies e entre músculos de uma mesma espécie. O entendimento do que é a carne deve estar fundamentado no fato de que os músculos são desenvolvidos e diferenciados para propósitos fisiológicos definidos e em resposta a vários estímulos intrínsecos e extrínsecos (Lawrie, 2005).

A carne seja ela bovina, ovina, suína, de aves ou de pescado, deve corresponder às expectativas do consumidor no que se refere aos atributos de qualidade sanitária, nutritiva e sensorial, além de ter preço, criteriosamente estabelecido pelo justo valor (Felício, 1999).

A textura é uma propriedade sensorial dos alimentos que expressa todas as sensações características de atributos mecânicos, geométricos e superficiais de um produto, perceptíveis por meio de receptores mecânicos e táteis, e, se apropriados, visuais e auditivos. A textura da carne é referida usualmente como maciez e é o atributo de qualidade mais importante da carne e produtos cárneos. De todos os atributos de qualidade sensorial da carne, a textura e a maciez são consideradas como as mais importantes pela média dos consumidores (Lawrie, 2005; Koohmaraie & Geesink, 2006).

A expectativa de maciez da carne determina o preço de venda ao consumidor. A importância da “maciez esperada” da carne ao ser consumida pode ser observada no trabalho de Shackelford et al. (1995), os quais verificaram que, entre dez cortes de carne bovina avaliados por um painel de julgadores treinados, o músculo *Psoas major* (filé mignon) foi o que apresentou os menores escores de aroma e suculência mas os maiores escores de maciez, e continua sendo o corte comercial de maior preço e altamente valorizado no mercado.

A maciez da carne bovina é decorrente de um conjunto de fatores como a genética (RUBENSAM et al., 1998), idade e sexo (Shackelford, et al., 1995), a velocidade de resfriamento, a taxa de queda do pH, o pH final e o tempo de maturação (Felício, 1999; Ferguson et al., 2001), a maturidade, o acabamento, o uso de promotores de crescimento (Felício, 1999), a quantidade e solubilidade do colágeno (Purslow, 2005), o comprimento de sarcômero (Koohmaraie et al., 1996b), degradação das proteínas miofibrilares (Koohmaraie, 1994), assim como sistema de criação, alimentação e fatores pré-abate, sendo que muitos

deles podem ser controlados para produzir uma carne de melhor qualidade degustativa (Ferguson et al., 2001).

Propriedades intrínsecas do músculo como, por exemplo, a estrutura matriz do tecido conjuntivo e miofibrilas, conteúdo de glicogênio e atividade proteolítica, interagem com estresse pré-abate, condições e métodos de processamento pós-abate e tempo de estocagem com subsequente influência na qualidade da carne (Oddy et al., 2001).

No contexto de maciez da carne outras questões de qualidade como cor, capacidade de retenção de água, taxa de glicólise *post-mortem* e temperatura de rigor são importantes (Ferguson, 2001).

A causa do endurecimento durante as primeiras 24 horas pós-morte foi bastante revisada e numerosos artigos sugerem a existência de várias razões para este aumento. A maioria das pesquisas sugere que o encurtamento do sarcômero é o fator causal da diminuição de maciez dos músculos do momento do abate até 24 horas *post-mortem* e ainda, que o encurtamento do sarcômero e o diâmetro maior da fibra muscular devido ao encolhimento pelo frio são responsáveis pela dureza inicial da carne bovina (Koochmarai, 1996).

### **3.2.1 Influência do colágeno**

O tecido conjuntivo é distribuído através do sistema muscular-esquelético e atua a fim de manter a integridade desse sistema, ou de cada músculo, completando a função, como um sistema locomotor ativo. Embora esse tecido seja composto de colágeno, elastina, proteoglicanas e proteínas estruturais, a fibra de colágeno é um importante fator para o desenvolvimento da maciez da carne (Nakamura et al., 2003).

A morfologia, composição e quantidade de tecido intramuscular conjuntivo, o qual é composto principalmente por fibras de colágeno e elastina, tem grande variação entre os músculos, espécies, raças e com a idade do animal, sendo os tipos I e III de colágeno, os mais importantes na textura da carne (Purslow, 2005).

Kopp (1971) citado por Monsón et al. (2004) observou que a deposição de colágeno varia nas diferentes raças substancialmente entre 3 e 15 meses de idade, assim como a sua solubilidade, como o oposto em animais entre 15 e 36 meses de idade, quando o conteúdo de

colágeno e estabilidade termal foi menos variável. Essa diferença deve-se ao fato de que, em animais jovens a síntese de grandes quantidades de colágeno novo é mais rápida do que em animais mais velhos. Como no colágeno novo existem poucas ligações cruzadas, que reduzem a solubilidade do colágeno, este é facilmente solubilizado quando da aplicação de calor (cocção) (Bailey & Sims, 1977).

Trabalhando com diversos graus de sangue Angus e Brahman, Stolowski et al. (2006) verificaram que a porcentagem de solubilidade de colágeno foi afetada pelo tipo racial e interação muscular. O músculo *Longissimus dorsi* apresentou a maior porcentagem de solubilidade de colágeno em todas as raças, e concluem que músculos com maior porcentagem de colágeno solúvel apresentaram menor valor para força de cisalhamento.

Heinemamm et al. (2003) trabalhando com animais Nelore e cruzados Nelore x Limousin entre 18 e 24 meses, confinados por 204 dias e abatidos em diferentes pesos, concluíram que o teor de colágeno foi influenciado pelo ganho de peso, com os animais cruzados apresentando média ligeiramente inferior aos animais Nelore. A solubilidade do colágeno foi significativamente maior em animais mais jovens e mais leves, porém seu efeito não resultou em melhor textura da carne neste grupo de animais.

### **3.2.2 Influência da maturação**

A maturação da carne é um dos métodos mais antigos (Koohmaraie, 1994), conhecida desde o início do século passado (Dransfield, 1994), para melhorar, mas não eliminar, a variabilidade na maciez da carne bovina (Koohmaraie, 1996).

Segundo Taylor (2003) maturação é um período de estocagem prolongada da carne *in natura*, em temperaturas de refrigeração, de 0 a 1°C, sendo o tempo mínimo de maturação para carne bovina de 14 dias quando 80% da carne será macia, ou através de aplicação de cloreto de cálcio na carne imediatamente após o abate, e esta deve estar embalada a vácuo (Roça, 1997). De acordo com Wheeler et al. (1990) se existir mais de 33% de *Bos indicus* no cruzamento animal, o processo de maturação será capaz de levar a maciez dos cortes e, níveis aceitáveis.

Durante a maturação a estrutura miofibrilar das proteínas (cadeia inter-miofibrilar: desmina e vinculina; intra-miofibrilar: titina, nebulina e possivelmente troponina T; ligação

das miofibrilas no sarcolema por costâmeros: vinculina e distrofina e anexação das células musculares da lâmina basal: laminina e fibronectina) sofrem degradação sendo enfraquecida (Koochmaraie et al., 2002), juntamente com o colágeno, mas em menor extensão (Dransfield, 1994), resultando em maior maciez do produto final.

Monsón et al (2004) comparando uma raça leiteira (Spanish Holstein), uma de dupla aptidão (Brown Swiss), uma de crescimento rápido (Limousin) e outra de musculatura dupla (Blonde d'Aquitaine), demonstraram que raças especializadas em carnes (Blonde d'Aquitaine e Limousin) tiveram menores valores de compressão e força de cisalhamento para carne crua e assada, e menor tempo de maturação (menos que uma semana) e ainda, que a maturação tende a eliminar as diferenças de textura da carne entre as raças e indivíduos dentro da mesma raça, reduzindo as diferenças entre a qualidade da carne, produzindo, desta forma, um produto mais homogêneo para o consumidor (Wheeler et al., 2005).

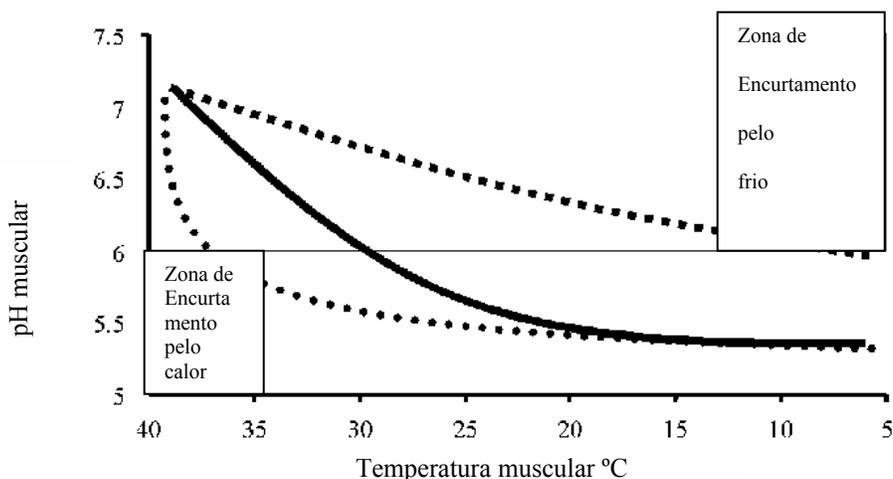
Stolowski et al. (2006) em experimento com cruzamentos entre Angus (A) x Brahman (B) verificaram que a força de cisalhamento decresceu quando o período de maturação aumentou, e que a melhor extensão em período ficou para os animais 3/4 A x 1/4B.

### **3.2.3 Influência do encurtamento pelo frio**

Segundo Devine et al. (1999), existem pelo menos dois aspectos importantes no processo de amaciamento. Primeiro, o grau de encurtamento muscular e, secundariamente, modificações pelas enzimas responsáveis pelo amaciamento. De acordo com os autores, a queda de temperatura da carne em pré-rigor afeta estes componentes, os quais não podem ser facilmente compensados no pós-rigor.

O conceito de intervalo crítico na relação entre a queda de pH em função da temperatura para a qualidade da carne originou-se dos resultados de Locker & Hagyard (1963), que descobriram a ocorrência de um encurtamento miofibrilar quando o músculo entrava em rigor sob temperatura entre 20-40°C, denominado então encurtamento pelo calor – *heat shortening*, quando entrava em rigor entre 14-0°C, denominado encurtamento pelo frio – *cold shortening*, e se o *rigor mortis* ocorresse entre 15-20°C o encolhimento miofibrilar era mínimo. Pearson & Young (1989) citado por Thompsom (2002) consideraram que, para

ocorrer o encurtamento pelo frio, o pH muscular tinha que ser maior que 6,0, com ATP disponível para contração muscular e a temperatura muscular ser menor que 10°C. Em altas temperaturas algum encurtamento também ocorria, em alguns casos, mas nem todos, leva ao aumento da dureza. A carne que sofreu encurtamento pelo frio pode ser três vezes mais dura que a normal. Estes eventos podem ser visualizados na Figura 2.



\* A linha sólida representa a curva de declínio ótima; a tracejada superior o encurtamento pelo frio e a inferior o encurtamento pelo calor. Fonte: Thompson (2002).

Figura 2. Queda de pH em função da temperatura em carcaças bovinas.

Segundo Savell et al. (2005), quando a temperatura no interior da musculatura é reduzida a valores na faixa de 0 a 15°C, antes do estabelecimento do *rigor mortis*, o retículo sarcoplasmático não funciona adequadamente, sendo incapaz de reter cálcio, que se acumula em concentração crescente no sarcoplasma. Como ainda existe ATP disponível, o músculo se contrai excessivamente, provocando uma sobreposição de miofilamentos uns sobre os outros, praticamente eliminando a visualização da Banda I dos sarcômeros.

A combinação do tempo de resfriamento *post mortem*, da temperatura e do pH difere entre e dentro de cada músculo e também entre as espécies, indicando que diferentes músculos da carcaça não são afetados pelo encurtamento pelo frio no mesmo grau (Hanula &

Puolanine, 2004). Os tipos musculares variam o seu potencial de encurtamento devido ao tipo de fibras, o músculo de fibras “brancas”, denominados do tipo II, de contração rápida (Lefaucheur, 2006), possuem maior quantidade de glicogênio, com queda de pH mais rápida e precoce no processo de rigor, quando comparados aos músculos com predominância de fibras vermelhas, que são mais susceptíveis ao encurtamento pelo frio (Savell et al., 2005), denominados tipo I, de contração lenta, oxidativos. A exemplo, o músculo *Longissimus dorsi*, em que predominam fibras tipo II, maior conteúdo de cadeia pesada de miosina de contração rápida (Sazili et al., 2004).

Olsson et al. (1994) analisaram a intensidade de encurtamento em músculos de tourinhos durante o estabelecimento do *rigor mortis*, comparando temperaturas de resfriamento de 1, 4, 7 e 10°C e observaram que o encurtamento muscular foi maior à medida que as temperaturas eram mais baixas. As amostras mantidas em pré-rigor à temperatura de 1°C não amaciaram, mesmo após 15 dias de maturação, quando comparadas com músculos que entraram em rigor sob temperaturas mais elevadas.

Devine et al. (1999) indicaram a temperatura ótima do rigor deve estar entre 10 e 15°C. Entretanto, há um consenso geral que temperaturas de rigor abaixo de 10°C e acima de 20°C resultam em encurtamento muscular e aumento de dureza na carne (Ferguson et al., 2001).

Koohmaraie et al. (1996b) verificaram que o endurecimento da carne em cordeiros, nas primeiras 24 horas pós-morte é causado pelo encurtamento de sarcômero, devido ao fato não ter ocorrido quando este foi evitado. A fase de dureza é seguida pelo amaciamento na estocagem (maturação), que envolve a proteólise pós-morte, em temperatura de refrigeração. O rigor induziu a dureza de forma uniforme, entretanto o amaciamento não, resultando em carcaças com diferentes níveis de carne macia após a maturação.

Hwang et al. (2004), trabalhando com músculos *Longissimus dorsi* e *Semitendinosus* retirados da carcaça 30 minutos após o abate e locados em três temperaturas diferentes, 5, 15 e 36°C, concluem que em altas temperaturas (15°C e 36°C) a taxa glicolítica foi maior em função da temperatura muscular, mas em temperaturas mais baixas (5°C), o tipo de fibra tendeu a ser o principal fator interferente.

Resultados semelhantes também foram observados por White et al. (2006a e b) trabalhando com as temperaturas de 5, 10, 15, 20 e 25° (a); 5 e 15°C (b) com o músculo

*Longissimus dorsi* observaram aumento da taxa de declínio de pH com o aumento da temperatura. que taxas de pH entre 5,9-6,2 3 horas *post mortem* produziram carnes consistentemente macias quando o encurtamento pelo frio foi evitado.

Existem formas de reduzir a extensão e os efeitos endurecedores do frio nos músculos antes, durante e após o processo de abate. A gordura subcutânea na carcaça, associada ao marmoreio, serve como proteção, impedindo a queda brusca da temperatura e evitando o encurtamento pelo frio. Um mínimo de espessura de gordura subcutânea avaliada na altura da 12<sup>a</sup> costela de 2 a 2,5 mm para cada 100 kg de carcaça é desejável, a fim de evitar o encurtamento pelo frio (Lucchiari Filho, 2000).

Peso ao abate e teor de gordura afetaram as quedas de pH e temperatura, mas não resultaram em diferenças na força de cisalhamento (Heinemann et al., 2003). Já para o comprimento de sarcômero, Heinemann et al. (2002) encontraram resultados que indicam que amostras provenientes de carcaças de bovinos Nelore com maior cobertura de gordura (grau de acabamento 4) apresentaram maior comprimento de sarcômero, enquanto àquelas com menor cobertura de gordura (grau de acabamento 2) apresentaram menor comprimento de sarcômero.

Stolowski et al. (2006) trabalhando com diferentes graus de sangue do cruzamento entre Angus e Brahman concluíram que a força de cisalhamento de Warner-Bratzler foi afetada pelo tipo de raça, estimulação elétrica, músculo, período de maturação pós-morte e atividade de calpastatina, sendo que os músculos internos foram mais macios que os do dorso e cachaço.

### **3.2.4 Influência do sistema enzimático**

Existem três sistemas enzimáticos responsáveis pela proteólise dos componentes estruturais das miofibrilas: o sistema das catepsinas, o complexo multicatalítico de proteases (MCP) e o sistema enzimático das calpaínas. O sistema enzimático das calpaínas é considerado o principal mecanismo relacionado com a proteólise que conduz ao amaciamento da carne (Alves et al., 2005).

As calpaínas são ativadas pelo cálcio, na concentração de 5 a 50  $\mu\text{mol/L}$  para calpaína I ou  $\mu$ -Calpaína e 400 a 1000  $\mu\text{mol/L}$  para calpaína II ou m-Calpaína (Goll et al,

1995 citado por Ferguson et al., 2001), entretanto o nível de cálcio livre no rigor é suficiente para ativar somente a calpaína  $\mu$  (Dransfield, 1999 citado por Ferguson et al., 2001), sendo que o mesmo autor em 1993 demonstrou que 65% da variação da maciez da carne poderia ser explicada pela variação na atividade da calpaína  $\mu$ , a qual está concentrada na região linha N1 e N2 da titna e constitui reserva para célula (Fernandez et al., 2005 citado por Ouali et al., 2006) Estas são inativadas pela ação da calpastatina.

A atividade das calpaínas diminui à medida que ocorre a redução do pH durante o processo de *rigor mortis*, porém a maior redução desta atividade dá-se quando o músculo entra em rigor a temperatura de 35°C. De acordo com os autores, mesmo que o encurtamento seja evitado, se a habilidade proteolítica das enzimas foi reduzida, não há nenhuma garantia que a carne será macia (Devine et al., 1999). Hwang et al. (2004) verificaram maior degradação da Troponina T em 24 horas *post mortem* a temperatura de 36°C > 15°C > 5°C.

Vários trabalhos têm associado a menor maciez de zebuínos à maior concentração da calpastatina, que inibe a ação das calpaínas, como o de Wheeler et al. (1990) e Shackelford et al. (1995). A calpastatina é uma família de proteínas com no mínimo quatro diferentes isoformas (Raynaud et al., 2005 citado por Ouali et al., 2006), algumas das quais são diferentemente expressas em músculos esqueléticos de concentração lenta e rápida (OUALI, et al., 2006).

No Brasil, destaca-se o trabalho de Rubensam et al. (1998), os quais concluíram que à medida que a participação do genótipo *Bos indicus*, em cruzamentos com bovinos *Bos taurus* ultrapassa 25%, a atividade de calpastatina e a força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* aumentam resultando em carne de pior textura, entretanto os mecanismos de regulação da ação desta enzima não estão totalmente elucidados.

Stolowski et al. (2006) trabalhando com três graus de sangue Angus (A) e Brahman (B), 3/4 A x 1/4 B; 1/4 A x 3/4 B; 1/2 A x 1/2 B concluíram que, quanto maior a porcentagem de *Bos indicus* maior os níveis de calpastatina nos músculos semimenbranoso e glúteo médio, entretanto nos músculos semitendinoso, vasto lateral (VL), *Longissimus dorsi* (LD) e *Tríceps brachii* (TB) exibiram maior nível de calpastatina nos animais 1/2 A x 1/2 B que nos outros graus de sangue. Os músculos LD e TB demonstraram considerável resposta a maturação, já o músculo VL teve apenas mínima resposta à maturação, o que

sugere que a variação no nível de calpastatina isoladamente, não relata as diferenças na força de cisalhamento ou resposta de maturação.

As catepsinas são proteases ácidas presentes nos lisossomos ( lisossomais), tendo como substratos a actina, a miosina e a linha Z. Atuam em pH menor que 6,0 e exercem influencia também sobre as proteínas do tecido conjuntivo (colágeno), o que pode indicar um sinergismo enzimático com o sistema das calpaínas (Koohmaraie, 1994).

### 3.3. Carne DFD

A velocidade de queda do pH, bem como o pH final da carne após 24-48 horas é muito variável. Para bovinos, normalmente a glicólise se desenvolve lentamente, o pH inicial (0 horas) em torno de 7,0 cai para 6,4 a 6,8 após cinco horas e para 5,5 a 5,9 após 24 horas em temperaturas convencionais de câmaras de refrigeração frigorífica. Fatores como tamanho de carcaça e espessura de gordura são afetados pelo desenvolvimento e nutrição, que podem interagir com a estimulação elétrica e condições de resfriamento, com efeitos subsequentes na taxa glicolítica e queda de pH, também influencia na perda por gotejamento (Ferguson et al., 2001).

A influência de história nutricional na susceptibilidade de estresse pré-abate pode ser significativa. Estresse por longo período reduz a capacidade muscular em baixar o pH, enquanto que a estresse em curto período de tempo pode acelerá-la (Tornberg, 1996). O estresse pré-abate reduz as reservas de glicogênio, limitando a glicólise e acidificação *post mortem*, quando a carne apresenta-se escura e retém mais água, devido a maior interação eletrostática com as proteínas miofibrilares. (Oddy et al, 2001), a qual é denominada carne tipo DFD (*dark, firm and dry*) escura, firme e seca. O pH 6,0 tem sido considerado como linha divisória entre o corte normal e o do tipo DFD. No Brasil, os frigoríficos só exportam carne com pH < 5,8 (Alves, 2005). A reserva de glicogênio muscular é também influenciado por fatores genéticos (Lefaucheur, 2006).

### **3.4 Efeito da raça e variação dentro da raça na qualidade de carne bovina**

A escolha do genótipo utilizado na produção pecuária, até o início dos anos 1990, dependia muito da preferência do pecuarista. No entanto, com a redução da lucratividade da pecuária de corte, o produtor passou a buscar genótipos que simultaneamente fossem mais adequados ao seu sistema de produção e que atendam à demanda de mercado, principalmente no quesito qualidade de carcaça e da carne (Faturi et al., 2002).

A atual demanda de mercado por produto mais magro e mais saudável faz com que a utilização de bovinos jovens e inteiros seja uma alternativa para a produção de carne e, para isso, é necessário o uso de raças ou cruzamentos que possibilitem nível mínimo de gordura de cobertura, adequado resfriamento e processamento da carne (Lucchiari Filho, 1998).

Tem sido demonstrados que os tipos biológicos de bovinos e o resultado dos seus cruzamentos influenciam na velocidade de crescimento, deposição de gordura, peso, massa corporal, e estes fatores tem influência direta ou indireta na maciez da carne, particularmente o nível de gordura da carcaça e o seu peso que podem influenciar o endurecimento induzido pelo frio. (Sainz & Araújo, 2001).

Diferenças entre raças são significantes na produção, tipo de carcaças e atributos de qualidade de carne. Para várias características como maciez e palatabilidade, diferenças entre raças são mais fáceis de serem exploradas do que dentro das mesmas, porque raças excepcionais são mais fáceis de serem identificadas do que animais, entretanto os efeitos do ambiente nestas características podem sobrepor o melhoramento genético. (Burrow et al., 2001).

Diferenças entre tamanho de raças são devido a diferenças no tamanho do esqueleto e no número, mas não do tamanho de células musculares (Hammond, 1961 citado por Owens et al., 1993). A relação entre tamanho corporal (frame size ou skeletal size ) é medido pelo tamanho de ossos específicos e altura (Owens et al., 1993), determinando diferentes tipos biológicos, classificados como pequeno, médio e grande porte. O peso maduro (mature size) é medido em massa, ou seja, o ponto máximo de massa protéica, ocorrendo apenas aumento na deposição de gordura após este ponto.

Não existe uma raça que possua todos os atributos necessários para produção eficiente, em todos os ambientes e mercados. Sistemas de cruzamento que exploram a heterose e a complementariedade, e compatibilizam o potencial genético com restrições de mercado, alimentares e de clima, fornecem o meio mais efetivo de melhorar geneticamente a eficiência da produção. A evolução de características de carcaça e palatabilidade da carne em diferentes raças e seus cruzamentos são importantes para determinação do valor potencial dos recursos genéticos alternativos para produção de carne de forma lucrativa (Wheeler et al., 2005).

Restle & Vaz (2003) demonstraram que a eficiência na pecuária de corte está relacionada à redução na idade de abate, ao potencial genético do animal e à alimentação de qualidade.

Entre as características da carcaça, o rendimento de carcaça e dos cortes comerciais, o peso e o grau de acabamento são as principais variáveis de interesse comercial para os frigoríficos (Costa et al., 2002; Arboitte et al., 2004). O peso de carcaça normalmente exigido pelos frigoríficos é acima de 230 kg. No entanto carcaças com menor peso (entre 180 e 230 kg) são cada vez mais aceitas no mercado pela associação destas a animais mais jovens e, portanto, de melhor qualidade (Restle et al., 1999).

Riley et al. (1986) em experimento com 115 novilhos abatidos com 9, 12, 15 e 18 meses, de 15 genótipos diferentes, oriundos de cruzamentos de raças Britânica, Brahman, Jersey e Holandesa verificaram que em geral, animais de raça Britânica e seus cruzamentos produziram carcaças com maior espessura de gordura subcutânea, seguido da raça Brahman, e maior escore de marmoreio. Os animais Britânicos e Brahman tiveram maior área de olho de lombo (AOL). O tipo de raça teve maior efeito na maciez do que a idade cronológica, mas a força de cisalhamento decresceu com o aumento da idade dos animais, sendo que os animais da raça Brahman apresentaram maior força de cisalhamento. Não houve diferença significativa no comprimento de sarcômero nas diferentes idades ou para as diferentes raças.

Marshall (1994) comparando vários estudos realizados entre 1978 e 1993, utilizando a mesma base de idade e tempo de confinamento concluiu que, animais da raça Nelore (N) (n= 97) apresentaram maior peso de carcaça (303 Kg), seguido da raça Limousin (L) (n= 355; 293 kg) e posteriormente Aberdeen Angus (A) (n= 339; 288 Kg), considerando nesta

sequência somente as raças que foram estudadas na presente dissertação, entretanto a maior AOL ficou para a raça (L), seguida do (A) e (N). A maior espessura de gordura e escore de marmoreio ficaram para os animais (A), seguido do (N) e (L). Em geral, a média de escores de marmoreio das raças *Bos indicus* são consistentemente menores que as de origem britânica, mas similar a maioria das raças continentais européia, em idade comum de abate e tempo de confinamento. Raças *Bos taurus* geralmente tem menor força de cisalhamento e escores de maciez em painel sensorial do que as raças *Bos indicus*.

Wheeler et al (2005) estudando 649 carcaças oriundas de cruzamento de fêmeas Hereford, Angus e MARC III (1/4 Hereford, Angus, Pinzgauer e Red Pull) com touros Hereford (H), Angus (A), Charolês (CH), Limousin (L), Simental (S) e Gelbivieh (G), ajustando a mesma idade de abate de 445 dias as raças (A) e (S) foram mais pesadas que (L) e (G), sendo confirmada a sua maturidade precoce por também terem requerido menor tempo de confinamento. Nos anos 70 as raças continentais européias apresentavam crescimento mais rápido, em torno de 10 a 20 kg de peso de carcaça quente, que as raças (H) e (A).

Nos últimos 30 anos a pressão de seleção nas raças britânicas foi mais intensa para taxa de crescimento, que resultou num aumento de 27% de peso de carcaça em bezerros cruzados (H)X(A). Entretanto carcaças de raças britânicas tendem a menor porcentagem de rendimento de carcaça, espessura de gordura, gordura de apara e AOL, do que as raças continentais européias, porém melhor escore de marmoreio. A avaliação de força de cisalhamento evidencia pequena diferença entre as raças, contudo as raças britânicas apresentam valores menores que as raças continentais européias em peso, espessura de gordura e escore de marmoreio constante.

Muitos fatores afetam a maciez da carne e por isso a multidisciplinaridade ao estudá-la é essencial para poder entender os mecanismos fundamentais interferentes, e assim, racionalizar as condições de produção e processamento de carne (Dransfield, 1994).

#### 4. REFERÊNCIAS

- ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS IMPORTADORES E EXPORTADORES DE CARNE. **Balanco da Pecuária de Corte no Brasil de 1994 a 2005**, disponível em: <[http://www.abiec.com.br/estatisticas\\_relatorios.asp](http://www.abiec.com.br/estatisticas_relatorios.asp). Acesso em: 30 out. 2006.
- ALVES, D.D.; GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.3, p.135-149, 2005.
- ANUALPEC - Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: FNP **Consultoria & Agroinformativos**, 2006, 369p.
- ANUARIO DBO 2006. **Revista DBO**, São Paulo, n.303, 2006.
- ARBOITTE, M.Z.; RESTLE, J.; FILHO, A.D.C.; BRONBANI, I.L.; PACHECO, P.S.; MENEZES, L.F.; PEROTTONI, J. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos 5/8 Nelore – 3/8 Charolês terminados em confinamento e abatidos em diferentes estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.959-968, 2004.
- BAILEY, A.J.; SIMS, T.J. Meat Tenderness: distribution of molecular species of collagen in bovine muscle. **Journal Science and Food Agriculture**, v.28, p.565-570, 1977.
- BARBOSA, P.F. Tamanho da estrutura corporal e desempenho produtivo de bovinos de corte. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. p.856-878.
- BURROW, H.M.; MOORE, S.S.; JOHNSTON, W.; BARENDSE, W.; BINDON, B.M. Quantitative and molecular genetic influences on properties of beef: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.893-919, 2001.
- COSTA, E.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; PEROTTONI, J.; FATURI, C.; MENEZES L.F.G. Composição física de carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.417-428, 2002.
- DEVINE, C.E.; WAHLGREN, M.N.; TORNBERG, E. Effect of rigor temperature on muscle shortening and tenderisation of restrained and unrestrained beef m. longissimus thoracicus et lumborum. **Meat Science**, v.51, p.61-72, 1999.
- DRANSFIELD, E. Optimization of tenderization, ageing and tenderness. **Meat Science**, v. 36, p.105-121, 1994.

FATURI, C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; SILVA, J.H.S.; ARBOITTE, M.Z.; CARRILHO, C.O.; PEIXOTO, L.A.O. Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes grupos genéticos alimentados em confinamento com diferentes proporções de grão de aveia e grão de sorgo no concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2024-2035, 2002.

FELÍCIO, P.E. de. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36., 1999. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999.

FERGUSON, D.M.; BRUCE, H.L.; THOMPSON, J.M.; EGAN, A.F.; PERRY, D.; SHORTHOSE, W.R. Factors affecting beef palatability – farmgate to chilled carcass. **Australian Journal of experimental Agriculture**, v.41, p.879-891, 2001.

HANNULA, T.; PUOLANINE, E. The effect of cooling rate on beef tenderness: the significance of pH at 7°C. **Meat Science**, v.7, p.403-408, 2004.

HEDRICK, H. B. Methods of estimating live animal and carcass composition. **Journal of animal science**, v. 57, n.5, p. 1316-1326, 1983.

HEINEMANN, R.J.B.; PINTO, M.F.; PONSANO, E.H.G.; PERRI, S.H.V. Método simples para estimar encurtamento pelo frio em carne bovina. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.335-339, 2002.

HEINEMANN, R.J.B.; PINTO, M.F.; ROMANELLI, P.F. Fatores que influenciam a textura da carne de novilhos Nelore e cruzados Limousin-Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.8, p.963-971, 2003.

HWANG, I.H.; PARK, B.Y.; CHO S.H.; LEE, J.M. Effects of muscle shortening and proteolysis on Warner-Bratzler shear force in beef *longissimus* and *semitendinosus*. **Meat science**, v.68, n.3, p.487-505, 2004.

KOOHMARAIE, M. Muscle proteinase and meat ageing. **Meat Science**, v. 36, n. 1, p.93-104, 1994.

KOOHMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization process of meat. **Meat Science**, v. 43, n.S, p.S193-S201, 1996.

KOOHMARAIE, M.; DOUMIT, M.E.; WHEELER, T.L. Meat toughening does not occur when shortening is prevented. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2935-2942, 1996b.

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

KOOHMARAIE, M.; GEESINK, G.H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. **Meat Science**, v.74, p.34-73, 2006.

LANNA, D.P. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. In: Produção do novilho precoce de corte. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1997. p.41-78

LAWRIE, R.A. **Ciência da Carne**. Tradução de Jane Maria Rubensam. 6<sup>a</sup> ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2005. 383p.

LEFAUCHEUR, L. Myofibre typing and its relationship to growth performance and meat quality. **Archiv fur Tierzucht**, v.49, special issue, p. 04-07, 2006.

LEME, P.R.; BOIN, C.B.; MARGARIDO, R.C.; TEDESCHI, L.O.; HAUSKNECHT, J.C.O.V.; ALLEONI, G.F.; FILHO, A.L. Desempenho em confinamento e características de carcaça de bovinos machos de diferentes cruzamentos abatidos em três faixas de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2347-2353, 2000, s. 2.

LOCKER, R.H., HAGYARD, C.J. A cold shortening effect in beef muscles. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.14, p.787-793, 1963.

LUCCHIARI FILHO, A. Perspectivas da bovinocultura de corte no Brasil. In: Simpósio sobre produção intensiva de gado de corte, 1998. **Anais...** Campinas: CBNA, 1998. p.1-10.

LUCCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: A Lucchiari Filho, 2000. 134p.

MARSHALL, D.M. Breed differences and genetics parameters for body composition traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2745-2755, 1994.

MILLER, R.K. Obtendo carne com qualidade. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, 1., 2001. **Anais...** Campinas: CTC: ITAL, 2001, p.123-142.

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

NAKAMURA, Y.N. et al. Relationship among collagen amount, distribution and architecture in the m. *longissimus thoracis and profundus* from pigs. **Meat Science**, v.62, p.43-50, 2003.

PETHICK, D.W.; HARPER, G.S.; ODDY, V.H. Growth, development and nutrition manipulation of marbling incattle: a review. **Australian Journal of experiment Agricultural**, v.44, p.705-715, 2004.

ODDY, V.H.; HARPER, G.S.; GREENWOOD, P.L.; McDONAGH, M.B. Nutritional and developmental effects on the intrinsic properties of muscles as they relate to the eating quality of beef. **Australian Journal of experimental Agriculture**, v.41, p.921-942, 2001.

OLSSON, U.; HERZMAN, C.; TORNBERG, E. The influence of low temperature, type of muscle and electrical stimulation on the course of *rigor mortis*, ageing and tenderness on beef muscles. **Meat Science**, v.37, p.115-131, 1994.

OUALI, A.; HERRERA-MENDEZ, C.H.; COULIS, G.; BECILA, S.; BOUDJELLAL, A.; LAURENT, A.; MIGUEL, A.S. Revisiting the conversion of muscle into meat and underlying mechanisms. **Meat Science**, v.74, p.345-353, 2006.

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

OWENS, F.N.; GILL, D.R.; SECRIST, D.S. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.10, p.3152-3157, 1995.

PURSLOW, P.P. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. **Meat Science**, v.70, n.3, p.435-447, 2005.

RESTLE, J.; GRASSI, C.; FEIJÓ, G.L.D. Características de carcaça de bovinos de corte inteiros e castrados em diferentes idades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.10, p.1603-1607, 1994.

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

RESTLE, J.; VAZ, F.N. Eficiência e qualidade na produção de carne bovina. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40.. 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003, CD-ROOM.

RILEY, R.R.; SMITH, G.C.; CROSS, H.R.; SAVELL, J.W.; LONG, C.R. & CARTWRIGHT, T.C.. Chronological age and breed type effects on carcass characteristics and palatability of bulls beef. **Meat Science**, v.17, p.187-198, 1986.

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

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, p.405-409, 1998.

SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R. Tipificação de carcaças de bovinos e suínos. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, 1., 2001. **Anais...** Campinas: CTC: ITAL, 2001, p.26-55.

SAMPAIO, A.A.M.; BRITO, R.M.; VIEIRA, P.F.; TOSI, H. Efeito da suplementação protéica sobre o crescimento, terminação e viabilidade econômica de bezerros mestiços Canchim confinados pós-desmama. **Revista brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.27, n.4, p.823-831, 1998.

SAZILI, A.Q.; PARR, T.; SENSKY, P.L.; JONES, S.W.; BARDSLEY, R.G.; BUTTERY, P.J.. The relationship between slow and fast myosin heavy chain content, calpastatin and meat tenderness in different ovine skeletal muscles. **Meat Science**, v. 69, p.17-25, 2005.

SAVELL, J.W.; MUELLER, S.L.; BAIRD, B.E. The chilling of carcasses. **Meat Science**, v.70, p. 449-459, 2005.

SILVEIRA, A.C. Produção do novilho superprecoce. In: A Produção Animal na visão dos brasileiros. Piracicaba: FEALQ, 2001. 927p.

SHACKELFORD, S.D., WHEELER, T.L., KOOHMARAIE, M. Relationship between shear force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3333-3340, 1995.

STOLOWSKI, G.D.; BAIRD, B.E.; MILLER, R.K.; SAVELL, J.W.; SAMS, A.R.; TAYLOR, J.F.; SANDERS, J.O.; SMITH, B. Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses. **Meat science**, v.73, p.475-483, 2006.

TAYLOR, R.G. Meat tenderness: teory and practice. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, special issue, p.56-66, 2003.

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

TORNBERG, E. Biophysical aspects of meat tenderness. **Meat Science**, v.43, p.175-191, 1996.

VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; PAULINO, M.F.; CECON, P.R.; VALADARES, R.F.D.; FERREIRA, M.A.; OLIVEIRA, S.R.; PAULINO, P.V.R. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2379-2389, 2000. s 2.

WHEELER, T.L.; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R.; HUNT, D.K.; SMITH, S.B. Effect of postmortem treatments on the tenderness of meat from Hereford, Brahman and Brahman-cross beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, p.3677-3686, 1990.

WHEELER, T.L.; CUNDIFF, L.V.; HACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. Characterization of biological types of cattle (Cycle VII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. **Journal of Animal Science**, v. 83, p.196-207, 2005.

WHITE, A.; O'SULLIVAN; TROY, D.J.; O'NEILL, E.E. Manipulation of the pre-rigor glycolitic behaviour of bovine M. *Longissimus dorsi* in order to identify causes of inconsistencies in tenderness. **Meat science**, v.73, n.1, p.151-156, 2006a.

WHITE, A.; O'SULLIVAN; O'NEIL, E.E.; TROY, D.J. Manipulation of the pre-rigor phase to investigate the significance of proteolysis and sarcomere length in determining the tenderness of bovine M. *Longissimus dorsi*. **Meat Science**, v.73, n.2, p.204-208, 2006b.

## Características de carcaça e qualidade de carne de bovinos superprecoces de três grupos genéticos\*

Pereira, P.M.R.C.<sup>(1)</sup>, Pinto, M.F.<sup>(2)</sup>, Abreu, U.G.P.<sup>(3)</sup>, Lara, J.A.F.<sup>(4)</sup>

### RESUMO

O presente trabalho avaliou algumas características de carcaça e qualidade de carne de bovinos inteiros superprecoces. Para isso foram utilizados 44 animais, sendo 8 da raça Nelore (N), 18 1/2 Aberdeen Angus x 1/2Nelore (AN) e 18 1/2Limousin x 1/4Aberdeen Angus1/4Nelore (LAN) com idade entre 7,5 e 11,5 meses, no início do experimento e confinados por 143 dias para o abate. Os valores de temperatura e pH muscular foram monitorados durante 24 horas após o abate, posterior tipificação das carcaças, sendo medidos o comprimento de carcaça, distribuição de gordura. No músculo *Longissimus dorsi* na altura da 12<sup>a</sup> costela foram medidos a espessura de gordura e área de olho de lombo (AOL), avaliação de marmoreio, textura e cor, Foram retiradas amostras, para análise da composição centesimal, medida de sarcômero e força de cisalhamento (FC). Os animais apresentaram peso final de confinamento 512,15 kg, 495,29 kg e 473,37 kg para o AN, LAN e N respectivamente. Os AN apresentaram maiores valores ( $p < 0,05$ ) para peso final de confinamento, ganho médio diário, peso de carcaça quente e comprimento de carcaça, e o LNA apresentando o melhor rendimento de carcaça quente, AOL e AOL/100 Kg. A espessura de gordura não diferiu entre as raças e sua distribuição foi melhor para o AN e N. Os animais LAN apresentaram 72,22% de carcaças convexas, os NA 83,33% subconvexa e 100% dos N subconvexa. O marmoreio não diferiu entre as raças sendo classificado como “Traços”. A curva de queda de pH e temperatura diferiu entre as raças. As medidas de sarcômero e a composição centesimal da carne não diferiram significativamente entre os grupos genéticos. O grupo LAN apresentou os menores valores de FC, diferindo significativamente apenas do grupo N. A caracterização de carcaças e qualidade de carne em grupos genéticos distintos pode contribuir com a maior eficiência de produção de bovinos superprecoces.

Palavras chave: carne bovina, cruzamento, carcaça, maciez, sarcômero, pH.

<sup>(1) e (4)</sup> Mestrado em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UFMS, CampoGrande-MS.

<sup>(2)</sup> Departamento de Produção e Saúde Animal, UNESP, Araçatuba-SP.

<sup>(3)</sup> Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Pantanal), Corumbá-MS.

## Carcass characteristics and beef quality of three genetics groups of young steers

Pereira, P.M.R.C.<sup>(1)</sup>, Pinto, M.F.<sup>(2)</sup>, Abreu, U.G.P.<sup>(3)</sup>, Lara, J.A.F.<sup>(4)</sup>

### ABSTRACT

The objectives of this experiment were to evaluate beef quality and carcass characteristics of three genetics groups. Young bulls Nelore (n=8; N), 1/2Aberden Angus1/2Nelore (n=18; AN), and 1/2Limousin1/4Aberden Angus1/4Nelore (n=18; LAN), with ages between 7.5 to 11.5 mo at the start of the experiment, were fed for 143 d until slaughter. Temperature and pH were monitored during 24 h after slaughter. Carcasses were classified according to carcass length, fat distribution. Fat thickness, *longissimus* area, marbling score, texture and colour were evaluated at the *Longissimus dorsi* muscle on the 12<sup>th</sup> rib. Samples were collected between 12<sup>th</sup> and 13<sup>th</sup> rib for chemical composition, sarcomere length and shear force. Final carcass weight was 512.15, 495.29 and 473, 37 Kg for AN, LAN and N, respectively. Slaughter weight, average daily gain, hot carcass weight and carcass length were greater (p<0.05) for AN. Dressing percentage, *longissimus* area and *longissimus* area per 100 Kg were greater (p<0.05) for the LAN group. Fat thickness did not differ between breeding groups; however, fat distribution was improved in AN and N. The LAN group had seventy-two percent of convex carcass, while 83.3% and 100% of AN and N animals were subconvex carcass, respectively. There was no significant difference in marbling among the breeding groups and all were classified as “trace”. Temperature and pH curve differed (p<0,05) among genetic groups. Neither sarcomere length nor chemical composition differ among genetic groups. Shear force values were smaller (p<0.05) for LAN and differed from N. Characterizing beef quality and carcass traits of these three genetic groups may contribute to improve production efficiency of young bulls.

Key words: beef quality, breeding, carcass, tenderness, sarcomere, pH.

<sup>(1) e (4)</sup> Mestrado em Ciência Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UFMS, CampoGrande-MS.

<sup>(2)</sup> Departamento de Produção e Saúde Animal, UNESP, Araçatuba-SP.

<sup>(3)</sup> Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Pantanal), Corumbá-MS.

## Introdução

A terminação de animais jovens, até recentemente, não era de interesse dos pecuaristas, uma vez que resultava em carcaças mais leves (Restle & Vaz, 1997), ou mesmo superjovens (Restle & Vaz, 2006), normalmente penalizadas pelos frigoríficos. Animais precoces e com alta taxa de maturação têm exigência de manutenção menor do que animais de grande porte, mas normalmente apresentam requerimentos nutricionais mais elevados para garantir rápidos períodos de intenso crescimento e engorda. Portanto, o aumento de eficiência de produção requer identificação de genótipos mais adequados para ambientes de produção específicos (Santos et al., 2002).

Euclides Filho et al. (1997) afirmaram que os cruzamentos são uma boa alternativa para a inserção da pecuária de corte brasileira em um mercado cada vez mais competitivo, no qual a qualidade da carne desempenha um papel de fundamental importância. Perotto et al (2000) consideraram que o aumento de peso e a melhoria da qualidade das carcaças estão entre os benefícios que o cruzamento entre *Bos taurus* e *Bos indicus* proporcionam.

A utilização de cruzamentos vem crescendo à medida que ocorre a expansão, intensificação e a modernização dos sistemas de produção, buscando a redução da idade de abate, aumento do ganho de peso e musculabilidade das carcaças, resultando em maior eficiência biológica e incremento das propriedades funcionais, para a produção de carne de qualidade superior.

O cruzamento entre raças pode ser potencialmente favorável na composição de carcaça através da complementariedade de características de cada raça e através de cruzamento terminal que minimizam os antagonismos genéticos (Marshall, 1994; Burrow et al., 2001). Não há uma única raça que possua todos os atributos necessários para

produção eficiente de carne, nos diversos continentes terrestres, com suas características climáticas, geográficas e de culturas alimentar tão distintas. Há uma grande variação no desempenho das diferentes raças quanto a capacidade produtiva em relação a sua adaptação.

Qualidade de carne depende de propriedades sensoriais como cor, textura, flavour e suculência, que são relacionadas as características zootécnicas como raça, idade e sexo (Huff & Parrish, 1993), características anatômicas como tipos musculares (Zamora, 1997), características de manejo e alimentação ou características tecnológicas como estimulação elétrica (Aalthus et al., 1992).

A composição corporal e a quantidade de carne produzida na carcaça têm importância fundamental na determinação da eficiência biológica. Conhecendo-se estes fatores para animais de diferentes tamanhos à maturidade e taxas de crescimento é possível otimizar os recursos alimentares para cada genótipo, ponto crítico para a eficiência do processo de produção de bovinos superprecoces.

O objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros de carcaça, características físico-químicas e de qualidade de carne, de bovinos machos de três grupos genéticos, em sistema de produção de animais superprecoces.

## **Materiais e Métodos**

O experimento foi realizado na Fazenda Cachoeirão, localizada no município de Bandeirantes, MS (S 19° 57' 33" – W 54° 0,5' 49"), temperatura média anual de 24°C e índice pluviométrico no período do experimento de 2200 mm. Foram utilizados 44 bovinos inteiros, sendo 08 animais da raça Nelore (N); 18 animais cruzados 1/2 Aberdeen Angus X

1/2 Nelore (AN) e 18 animais cruzados 1/2 Limousin X 1/4 Aberdeen Angus X 1/4 Nelore (LAN), nascidos nesta fazenda, com idade entre 7,5 a 11,5 meses no início do experimento. Esses foram mantidos em mesmas condições de cria, em pastagens de *Brachiaria decumbens*, e suplementados por meio de cocho privativo até o desmame, seguindo posteriormente para o sistema de confinamento, onde foram mantidos no mesmo piquete e sob a mesma alimentação.

No início do experimento os animais apresentaram peso médio de 299,86 kg o grupo N, 299,51 kg os AN e 292,99 kg os LAN, sendo pesados mensalmente, antes de serem alimentados pela manhã, até o abate.

A dieta 01 foi fornecida durante os primeiros 25 dias de confinamento na quantidade aproximada de 10 kg por animal/dia; a 02 durante 25 dias, 13 kg por animal/dia; por 40 dias, 15 kg por animal/dia e por 53 dias 16 kg por animal/dia.

A dieta 01 era composta por 55% de MS e a 02 por 58%, assim como 63% e 62% de NDT; 2,27 e 2,23 Mcal/kg; 12,4% e 11,7% de PB; 22% e 20% de FDN; 6,2% e 5,8% de EE respectivamente

Os animais foram alimentados quatro vezes ao dia nas seguintes proporções: às 6, 9, 14 e 18 horas, com 30%, 20%, 20% e 30% da dieta diária, respectivamente. O consumo da ração foi ajustado por meio de verificação visual das sobras no cocho, sendo feito ajustes quando as sobras fossem maiores que um quilo, ou inexistente.

Após cento e quarenta e três dias de confinamento os animais foram pesados na fazenda no momento do embarque para o frigorífico. O jejum hídrico até o momento do abate foi de 24 horas.

O abate foi realizado no Frigorífico Friboi, localizado em Campo Grande – MS de acordo com as normas e exigências da Inspeção Federal (Brasil, 1997). Após o abate, foram

monitorados os valores de pH no músculo *Longíssimus dorsi* na altura da 12<sup>a</sup> costela e temperatura no músculo serrátil ventral do pescoço durante 24 horas. Para isso foi utilizado um potenciômetro portátil de inserção com compensador de temperatura, marca Testo 230. A temperatura da câmara de resfriamento permaneceu entre 3 e 5°C durante as primeiras 24 horas.

Todas as carcaças foram avaliadas, sendo determinados o peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça (RC), conformação, marmoreio, textura e cor, segundo Müller (1987), espessura de gordura (EG), segundo Boggs & Merkel, (1984). O comprimento de carcaça (CC) foi determinado pela distância entre a borda cranial da primeira costela e a borda cranial do púbis (Boggs & Merkel, 1984).

No momento da desossa, o músculo *Longíssimus dorsi* da meia carcaça esquerda, foi cortado transversalmente na altura da 12<sup>a</sup> costela, ficando exposto por aproximadamente 20 minutos antes do início das análises. O contorno do músculo aparente foi delimitado com traçado em papel vegetal, para a medida da área de olho do lombo (AOL) feita através do software AUTOCAD 386, e expressa em cm<sup>2</sup> (Müller, 1987).

Em seguida, foram retiradas quatro amostras com cerca de 2,5 cm de espessura cada, as quais foram identificadas e embaladas a vácuo em sacos de polietileno e congeladas a -18°C até a realização das análises.

Todas as análises subseqüentes foram realizadas no laboratório de Tecnologia de alimentos da UNESP- Araçatuba.

Uma alíquota foi preparada para realização das análises centesimal, retirando-se apenas a parte mais central do músculo, triturada em processador de alimentos (Walita®) e colocada em placa de Petri para liofilização, em liofilizador (Liobras®, modelo L101), e outra mantida a fresco.

O teor de umidade foi determinado pelo método de secagem em estufa (Olidex cz®) a 105°C em amostra fresca (5 g) e liofilizada (2 g) até peso constante, assim como a determinação de resíduo mineral fixo, pela incineração destas em mufla a 550°C. A proteína foi determinada pela pesagem de 0,30 g de amostra liofilizada e posterior realização do método de micro Kjeldahl, de acordo com AOAC International (Conniff, 1997).

Para a determinação de gordura pesou-se 2 g da amostra liofilizada (Balança Tecnal®), adicionando-se posteriormente 20 mL de solução clorofórmio-metanol (2:1), que foi homogeneizado por 1 minuto em agitador de tubos (AP56 Phoenix®) na velocidade 2, e filtrado em tubo de centrífuga. Adicionado 5 mL de solução clorofórmio-metanol (2:1) para lavagem e 20 mL solução salina de Cloreto de Potássio a 0,88%, que altera a distribuição dos lipídios eliminando-os, praticamente, da fase superior da solução. Procedeu-se centrifugação a 2500 rpm., por 15 minutos (Centrífuga Eppendorf®, modelo 5804R) e remoção do sobrenadante por sucção, feita com auxílio de pipeta acoplada a uma bomba à vácuo (TE 0581 Tecnal®). O restante foi filtrado em balão volumétrico de 50 mL sendo o volume para 50 mL completado com solução metanol-clorofórmio (Folch et al, 1957).

Em dois cadinhos de alumínio previamente tarados, foi adicionado 10 mL da suspensão para posterior eliminação do solvente em placa aquecedora a 40°C até verificação de eliminação por completo da solução de clorofórmio-metanol. Deixado para esfriar em dessecador procedeu-se a pesagem dos cadinhos e cálculo de porcentagem de lipídios (Folch et al., 1957). Todas as análises foram feitas em duplicata, e quando houve resultados discrepantes, as análises foram repetidas.

Para determinação do comprimento de sarcômero cada amostra foi cortada em 3 quadrados de aproximadamente 2 cm, homogeneizada por 3 minutos em aparelho tipo Stomacher (Tecnal®) em solução de KCl 0,6 M na razão de 1:5. Uma gota dessa suspensão foi depositada sobre lâmina para microscopia de 26x76mm e adicionada uma gota de solução utilizada como meio de incubação na técnica histoquímica de NADH-TR (Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo – Tetrazolium Redutase) e coberta com lamínula de 22x22 mm, permanecendo em estufa (OLIDEF®, modelo EE4) a 37° durante 15 minutos (Heinemann et al., 2002).

A leitura foi realizada em microscópio (LEICA®, modelo DMLS), utilizando objetiva de aumento de 100x e ocular de 10x, em óleo de imersão. Foram selecionadas miofibrilas que apresentavam as estruturas mais nítidas, e que apresentavam um número mínimo de aproximadamente 8 sarcômeros em seqüência. As miofibrilas foram fotografadas e as imagens capturadas por câmera digital (LEICA®, modelo dc200, Heerbrugg, Switzerland). De cada amostra foram fotografadas no mínimo 5 miofibrilas, as quais foram posteriormente analisadas através do programa de imagem computadorizado IMAGE-PRO® PLUS, versão 4.5, Media Cybernetics, Maryland, USA. Os resultados para cada amostra foram expressos em micrômetros.

A maciez das amostras foi avaliada instrumentalmente pela determinação da força de cisalhamento em texturômetro TAXT2, equipado com célula de cisalhamento SMS (Stable Micro Systems) Warner Bratzler Blade (USDA), com espessura de 3mm, comprimento 70 mm e ângulo de 60 °. As amostras foram descongeladas em estufa BOD a 4°C por 36 horas, assadas em forno elétrico da marca IMEQUI, previamente aquecido, com ajuste de temperatura programado para manter aproximadamente 170°C, até atingirem 40°C internamente, quando foram viradas. Ao atingirem 71°C internamente, foram retiradas do

forno. O controle da temperatura interna dos bifes foi realizado através de um termopar metálico, inserido na região central do bife. Após serem resfriados por 12 horas a 4°C, foram retiradas pelo menos seis cilindros com 1,27 cm de diâmetro e aproximadamente 2,5 cm de comprimento, no sentido longitudinal em relação às fibras da amostra, cortados manualmente, colocados individualmente na base do aparelho e posicionados perpendicularmente à lâmina de cisalhamento (Poste, 1993)

Na avaliação foi empregada a velocidade de cisalhamento de 5,0 mm/seg. e os resultados expressos como força máxima de cisalhamento, em quilogramas força.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três grupos genéticos, cada animal representando uma unidade experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo método dos quadrados mínimos utilizando-se o procedimento GLM (SAS 2005), seguindo o modelo estatístico:

$$Y = \mu + PI + R + DNC + ERRO$$

onde: Y = observação da variável dependente correspondente;  $\mu$  = média inerente a todas as observações; PI = covariável peso inicial no confinamento; R = raças; DNC = covariável dias de vida do animal do nascimento a entrada no confinamento; ERRO = erro experimental. Para avaliação da variável peso inicial a equação utilizada foi:  $Y = \mu + R + DNC + ERRO$ .

As médias foram comparadas pelo teste T de Student (dados paramétricos) e Quiquadrado (dados não paramétricos), considerando o nível de significância de 5% quando o teste F foi significativo para a variável. Foi realizado o Método de Correlação de Pearson entre as variáveis sendo usado o nível de significância de 5%.

As análises de pH e temperatura foram baseadas na metodologia descrita por Littell et al. (1998), em que os dados experimentais foram mensurados de forma repetida no

tempo. Como proposto por Littell et al. (1996), o tempo foi modelado como uma variável regredida.

## Resultados e Discussão

Todos os animais do experimento (n=44) foram classificados como maturidade “A”, com dentição de leite, dentro do padrão de idade previsto na classificação de “Novilho Precoce”, para abate de machos não castrados (Sainz & Araujo, 2001).

Os valores médios ajustados de peso inicial (PI) no confinamento não diferiram significativamente entre as raças, proporcionando uma homogeneidade em peso, nos diferentes graus de sangue aqui comparados, conforme Tabela 2. Tal fato provavelmente ocorreu devido ao melhor escore e peso corporal para os animais N, cuja média de idade foi maior (317 dias) que os demais grupos, com média 290 e 272 dias para o AN e LAN, respectivamente.

Tabela 2 Média ajustada de peso inicial no confinamento (PI), peso final no confinamento (PF), ganho médio diário (GMD), peso de carcaça quente (PCQ) e rendimento de carcaça (RC), dos grupos genéticos <sup>(1)</sup>.

Parâmetros	Nelore (n=8)	1/2Angus1/2Nel (n=18)	1/2Lim1/4Angus1/4Nel (n=18)
PI (kg)	299,86 (± 4,77)	299,51 (± 2,95)	292,99 (± 3,18)
PF (kg)	473,37 (± 7,55) <sup>c</sup>	512,15 (± 4,69) <sup>a</sup>	495,29 (± 5,11) <sup>b</sup>
GMD (kg)	1,23 (± 0,05) <sup>c</sup>	1,50 (± 0,33) <sup>a</sup>	1,39 (± 0,04) <sup>b</sup>
PCQ (kg)	257,45 (± 5,09) <sup>b</sup>	279,04 (± 3,17) <sup>a</sup>	278,73 (± 3,45) <sup>a</sup>
RC (%)	54,38 (± 0,51) <sup>b</sup>	54,46 (± 0,32) <sup>b</sup>	56,30 (± 0,34) <sup>a</sup>

<sup>(1)</sup>Em cada linha, médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade (p< 0,05).

Ao final do confinamento o maior peso foi dos animais AN, à idade média de 433 dias ou 14,5 meses, que diferiu significativamente do cruzamento LAN, com idade

média de 415 dias ou 13,8 meses e do grupo N com idade média de 460 dias ou 15,33 meses. Esses resultados os classificam como animais superprecoces segundo Silveira (2001) e Restle & Vaz (2006).

Wheeler et al. (2005) em experimento com Hereford - H, Angus - A, Red Angus - RA, Charolês - CH, Limousin - L, Simental - S e Gelbvieh - G, concluíram que a uma idade constante (445 dias) o peso vivo final e de carcaça foram significativamente melhores, para as raças A e S do que para L e G.

Cruz et al (2004) trabalhando com animais cruzados (Blonde d'Aquitaine - BA, Canchim - CA, Limousin - L e Piemontês -P com Nelore - N e Nelore), confinados aos 12 meses de idade por um período de aproximadamente 120 dias, obtiveram valores médios de 468,25 kg para os animais cruzados, e 400,30 para o N, que atribuem ao PI do confinamento do grupo N, de 213 kg baixo para atingir o peso necessário de acabamento, fato que converge com os resultados obtidos no presente trabalho onde os animais N iniciaram com PI de 299,86 kg e terminaram com 473,37 kg, peso suficiente para ser classificado como "Precoce", que segundo os mesmos autores é acima de 380 kg e com acabamento adequado para os demais parâmetros como será demonstrado.

O GMD diferiu significativamente entre os grupos genéticos, sendo os animais AN de melhor desempenho, seguido dos LAN e N respectivamente. Houve diferença significativa para a variável PCQ, a qual não apresentou diferenças entre os grupos AN e LAN, diferindo apenas do grupo N.

Estes resultados convergem com os estudos de Wheeler et al. (2005) onde descreveram que, nos anos 70, as raças continentais européias apresentavam crescimento mais rápido, 10 a 20 kg de PCQ, que as raças H e A, e que nos últimos 30 anos a pressão de

seleção nas raças britânicas foi mais intensa para taxa de crescimento, resultando num aumento de aproximadamente 27% de peso de carcaça em bezerros cruzados H X A . Perry & Thompson (2005) afirmaram que dentro do grupo, a taxa de crescimento individual, em condições de alimentação restrita ou *ad libitum*, tenderá a refletir seu potencial genético no crescimento.

Apesar do resultado de PCQ do grupo N ter sido o menor, é um bom desempenho (257,45 kg) comparando com resultados de Cruz et al (2004) que obtiveram 211 e 228 kg de PCQ de Nelore e entre 231 e 273 kg para animais cruzados sendo necessários 150 dias de confinamento para os animais Nelore.

O maior rendimento de carcaça foi encontrado no grupo LAN, diferindo significativamente dos demais, entretanto não houve diferença significativa entre os cruzamentos N e AN, conforme Tabela 2, concordando com Wheeler et al. (2005) que encontraram melhor RC para animais da raça L e menor rendimento para animais de raças britânicas (Hereford, Angus e Red Angus).

Wheeler et al (1996) trabalhando com fêmeas A e H acasaladas com touros Angus, Hereford, Longhorn, Piemontês, Charolês, Salers, Galloway, Nelore e Shorton, encontraram a mesma idade, peso e marmoreio ao abate que os animais N tenderam a melhor rendimento de carcaça, assim como Pacheco et al. (2005) avaliando novilhos superjovens 5/8 CH X 3/8 NE e 3/8NE X 5/8CH, terminados em confinamento, encontrou PF médio de 430 kg e PCQ de 234,75 e 250,28 kg não diferindo entre os grupos, sendo que os animais 5/8N X 3/8CH apresentaram melhor rendimento de carcaça.

Em trabalho realizado por Restle et al. (1994) concluíram que animais inteiros apresentaram maiores pesos de abate e de carcaça quente que os castrados e menor deposição de gordura na carcaça.

Para espessura de gordura não houve diferença significativa entre os grupos genéticos (Tabela 3), atendendo a espessura mínima de 3 mm e máxima de 6 mm exigida pelos frigoríficos, concordando com Pacheco et al. (2005) que verificaram que os animais superjovens apresentaram maior deposição de gordura subcutânea, porém entre os grupos genéticos, também não houve diferença significativa, assim como Restle et al. (1994) concluíram que animais inteiros apresentaram maiores pesos de abate e de carcaça quente que os castrados e menor deposição de gordura na carcaça.

Tabela 3. Média ajustada de espessura de gordura (EG), distribuição de gordura (DG), comprimento de carcaça (CC) e área de olho de lombo (AOL), textura e cor, nos três grupos genéticos <sup>(1)</sup>.

Parâmetros	Nelore	1/2Angus1/2Nel	1/2Lim1/4Angus1/4Nel
EG (mm)	4,14 (± 0,51)	4,26 (± 0,32)	3,39 (± 0,35)
CC (m)	1,32 (± 0,01) <sup>b</sup>	1,38 (± 0,08) <sup>a</sup>	1,34 (± 0,01) <sup>b</sup>
AOL (cm <sup>2</sup> )	63,82 (± 2,59) <sup>c</sup>	73,10 (± 1,61) <sup>b</sup>	80,29 (± 1,75) <sup>a</sup>
AOL/100 Kg <sup>(2)</sup>	23,12 (± 1,14) <sup>c</sup>	26,83 (± 0,71) <sup>b</sup>	29,22 (± 0,77) <sup>a</sup>
DG <sup>(3)</sup>	2,74 <sup>a</sup>	2,75 <sup>a</sup>	2,50 <sup>b</sup>
Textura <sup>(4)</sup>	4,38	4,50	4,47
Cor <sup>(5)</sup>	4,63	4,47	4,44

<sup>(1)</sup> Em cada linha médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t de Student, e os <sup>(4)</sup> e <sup>(5)</sup> pelo teste de Quiquadrado, a 5% de probabilidade (p<0,05).

<sup>(2)</sup> AOL/100Kg de PCQ

<sup>(3)</sup> Escore de 1 a 3.

<sup>(4)</sup> Escala de 1 a 5, sendo: 5 = muito fina; 4 = fina; 3 = levemente grosseira; 2 = grosseira; 1 = muito grosseira.

<sup>(5)</sup> Escala de 1 a 5, sendo: 5 = vermelho vivo; 4 = vermelho; 3 = vermelho levemente escuro; 2 = vermelho escuro; 1 = escuro.

O grupo LAN apresentou valores menores para espessura e distribuição de gordura, concordando com Wheeler et al (2005) que encontraram em uma mesma idade, maior espessura de gordura em animais de raças britânicas em relação aos de origem continental européia.

A distribuição de gordura foi diferente significativamente para os grupos AN e LAN, não diferindo de ambos o grupo N. Considerando a escala de 1 a 3, os animais

apresentaram boa distribuição de gordura nas carcaças, tendo as médias terem oscilado entre 2,5 e 2,75.

A textura da carne é avaliada subjetivamente pela granulação que a superfície do músculo apresenta quando cortado, sendo constituída por um conjunto de fibras musculares agrupadas em fascículos envolvidos por tecido conectivo (perimísio) (Restle et al., 2002). Neste estudo, o tipo de cruzamento não afetou a textura da carne. Todos os grupos genéticos apresentaram carne com boa textura, ficando todos os grupos entre a textura fina e muito fina (Tabela 3). Menezes et al. (2005) trabalhando com animais das raças CH e N e seus cruzamentos, verificaram que, com a maior participação de CH nos descendentes, a carne apresentou-se com textura mais fina.

A cor da carne, avaliada na classificação das carcaças apresentou cor entre vermelho e vermelho vivo, obtendo os melhores escores de classificação (Tabela 3), resultados melhores que Vaz & Restle (2002) trabalhando com animais Braford abatidos aos 14 meses encontraram textura média de 3,31 e cor de 4,19 pontos, e Vaz & Restle (2000), que encontraram cor mais escura (2,84 pontos) para animais H inteiros com 14 meses em relação aos castrados (4,37 pontos), não observando diferença de textura entre eles.

A maior AOL foi obtida pelo grupo LAN, diferindo significativamente dos outros cruzamentos, conforme Tabela 3. Os AN apresentaram valores também significativamente diferentes da raça N, com o menor valor, demonstrando o efeito positivo do cruzamento para o aumento da musculosidade.

Concordando com esses resultados Sugisawa et al (2006) concluíram em experimento com animais superprecoces Simental, Angus cruzados com Nelore, Nelore e Canchim que, a medida de AOL tem mesmo relação com a musculosidade da carcaça, porém a medida que há incremento da AOL nos animais, pode ocorrer redução da

espessura de gordura da carcaça, com resultado da correlação negativa entre EG e as porcentagens de traseiro e AOL ( $P < 0,05$ ), convergindo também com os resultados encontrados no presente trabalho.

A AOL sofreu influência ( $p < 0,05$ ) dos PCQ e GMD ( $r = 0,37$  e  $0,33$ ) respectivamente, concordando com Cruz et al. (2004) e Heinemann et al. (2003) que avaliaram novilhos N e cruzados L X N de 18 e 24 meses, abatidos em diferentes pesos até 204 dias, obtendo  $66,98 \text{ cm}^2$  de AOL com 173,78 kg e  $77,95 \text{ cm}^2$  com 265,36 kg.

O comprimento de carcaça foi diferente significativamente entre os grupos genéticos, sendo que os animais AN tiveram os maiores valores diferindo significativamente dos grupos N e LAN, já o grupo N não diferiu do grupo LAN, tendo correlação positiva com o peso inicial ( $r = 0,36$ ), peso final do confinamento ( $r = 0,64$ ) e peso de carcaça quente ( $r = 0,47$ ), concordando com Müller (1987) que afirmou ser o comprimento de carcaça altamente correlacionado com o peso de carcaça e peso dos cortes de maior valor econômico e, em carcaças de comprimento e acabamento semelhantes, as de maior peso apresentam melhor conformação e, via de regra, melhor proporção da parte comestível/osso.

Os animais LAN possuem a melhor conformação muscular, conforme pode-se verificar na Tabela 4, na qual 72,22% dos animais LAN apresentaram conformação “C” (convexa) e 27,78% subconvexa (SC), sendo que os animais AN apresentaram 16,66% de carcaças “C” e 83,34% de carcaças “SC”; já o grupo N apresentou 100% das carcaças “SC”. A conformação tem relevante importância comercial, em virtude do melhor aspecto visual apresentado pela carcaça com maior hipertrofia muscular, preferida pelos comerciantes e consumidores (Müller, 1987).

Tabela 4. Classificação das carcaças dos grupos genéticos quanto a conformação.

Conformação*	Nelore	1/2Angus1/2Nel	1/2Lim1/4Angus1/4Nel
C + (15)	00	00	02 (11,11%)
C (14)	00	01 ( 5,55%)	02 (11,11%)
C - (13)	00	02 (11,11%)	09 (50,00%)
SC + (12)	02 (25,0%)	08 (44,45%)	03 (16,67%)
SC (11)	01 (62,5%)	04 (22,22%)	00
SC - (10)	05 (12,5%)	03 (16,67%)	02 (11,11%)
Média	10,62	11,67	12,80

\*Escala de 1 a 18, sendo HC (hiperconvexa) = 16 a 18, C (convexa) = 13 a 15, SC (subconvexa) = 10 a 12, R (retilínea) = 7 a 9, SR (subretilínea) = 4 a 6, CO (côncava) = 1 a 3.

Em relação ao marmoreio, considerando a escala de Traços a Abundante, os animais apresentaram baixas concentrações. Dos grupos LAN e NA, apenas 5,55% dos animais apresentaram “pequena” quantidade, sendo que 94,45% destes, apresentaram “traços”, assim como 100% do grupo N, confirmado pela análise físico-química da gordura, a qual apresentou valores entre 1,19 e 1,28%.

Em geral, as médias de escores de marmoreio das raças *Bos Indicus* são menores que as raças de origem britânica (como Aberdeen Angus), mas similar àquelas da maioria das raças européias continentais, em uma mesma idade de abate ou tempo de confinamento (Marshall, 1994). Em experimento realizado por Pitchford et al. (2002) encontraram 25% a mais de gordura intramuscular nos animais Angus em relação ao Hereford e South Devon e 18% ao Limousin e Belgian Blue, produtos do cruzamento dessas raças com vacas Hereford, e ainda maior espessura de gordura subcutânea, sendo que os animais do cruzamento com Limousin só foram superiores ao Belgian Blue.

Os valores médios de umidade, cinzas, gordura e proteína das amostras analisadas são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi* dos três grupos genéticos\*\*.

Variável	Nelore	1/2Angus1/2Nel	1/2Lim1/4Angus1/4Nel
Umidade	75,77 (± 0,45)	75,17 (± 0,28)	75,78 (± 0,31)
Matéria Seca	24,09 (± 0,47)	24,13 (± 0,29)	25,01 (± 0,30)
Cinzas	1,06 (± 0,04)	1,09 (± 0,02)	1,10 (± 0,02)
Gordura	1,28 (± 0,14)	1,28 (± 0,89)	1,19 (± 0,08)
Proteína	21,89 (± 0,44)	22,78 (± 0,28)	21,92 (± 0,27)
TOTAL	100,00	100,32	99,99

\*\*Não houve diferença significativa entre os grupos genéticos para os parâmetros avaliados.

Os valores apresentados de composição centesimal, entre os três grupos genéticos, são semelhantes. Abularach et al (1998) encontraram valores médios de umidade e gordura de 75,65% e 1,71% em touros jovens da raça Nelore entre 690 e 780 dias concordando os valores encontrados neste trabalho.

Já Wheeler et al. (2005) encontraram valores maiores de lipídeos e menores de umidade na raça A quando comparada ao L, e semelhantes valores de proteínas e marmoreio. Os autores relataram que estes valores de gordura baixos podem prejudicar a suculência e percepção de maciez. Segundo Champion et al (1975) é desejável um teor de gordura intramuscular de 2% para favorecer as características de qualidade.

O valor médio do pH dos diferentes cruzamentos ficou entre 5,67 e 5,76, dentro dos valores normais para a espécie bovina. (Pardi et al., 2001; Lawrie, 2005).

No Brasil, os frigoríficos só exportam carne com pH < 5,8, avaliado diretamente no músculo *Longissimus dorsi*, 24 horas *post mortem*. No grupo LAN, dois animais tiveram pH elevado, 6,14 e 6,50, o que proporcionou o aumento da média do grupo, que vinha mantendo-se em 5,68, valor também observado nos outros dois grupos, concordando com Monsón et al. (2004) que encontraram maior valor de pH (5,5) para animais da raça L entre 13 e 15 meses de idade, entretanto não havendo diferença significativa entre as demais raças (Spanish Hostein, Brown Swiss e Blonde d'Aquitaine). Também Tullio et al. (2004)

trabalhando com animais N e cruzados CA, A, S com a raça N não castrados e confinados, encontraram valores médios de 5,59.

O pH 6,0 tem sido considerado como linha divisória para a carne DFD (Dark, Firm and Dry), ou seja, escura, consistente e não exsudativa (Price & Bernard, 1994). Esta é uma característica que pode ter sido causada por fatores estressantes pré-abate, aos quais os animais inteiros são mais suscetíveis, com conseqüente redução de reservas de glicogênio muscular (Vaz et al., 2001) ou por fator genético ((Lefaucheur, 2006).

As equações de regressão ajustadas e as curvas de pH e temperatura em função do tempo estão expressas nas Figuras 1 e 2. As curvas de declínio de pH e temperatura durante as 24 horas *post mortem* apresentaram diferença significativa entre as raças. Os animais do grupo N apresentaram um declínio de pH e temperatura significativamente diferente dos grupos AN e LAN, os quais não diferiram entre si.

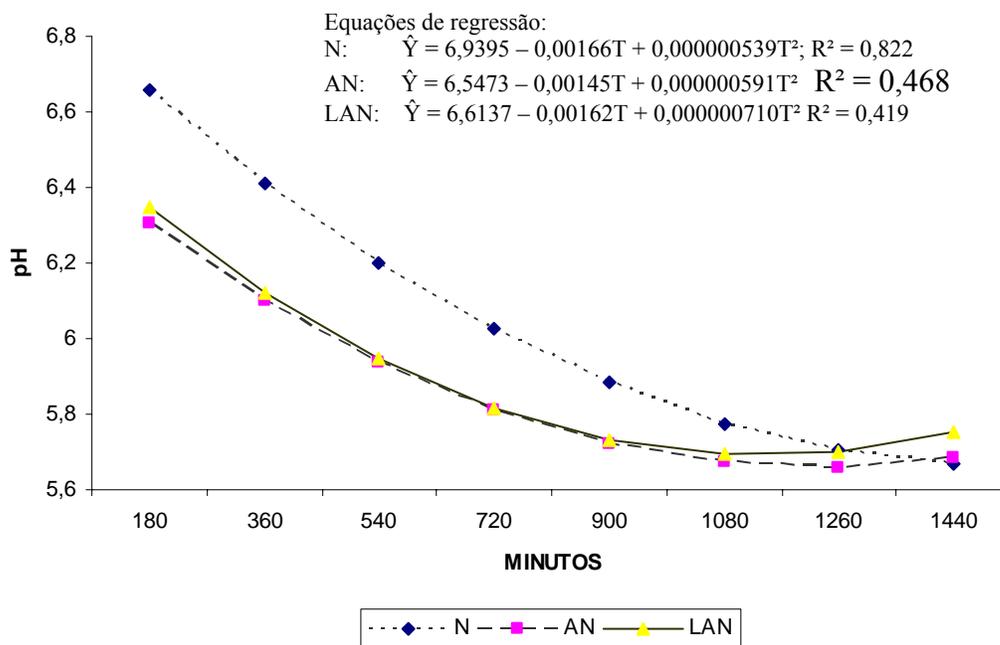


Figura 1. Curva ajustada de queda do pH durante 24 horas *post mortem* nos três grupos genéticos.

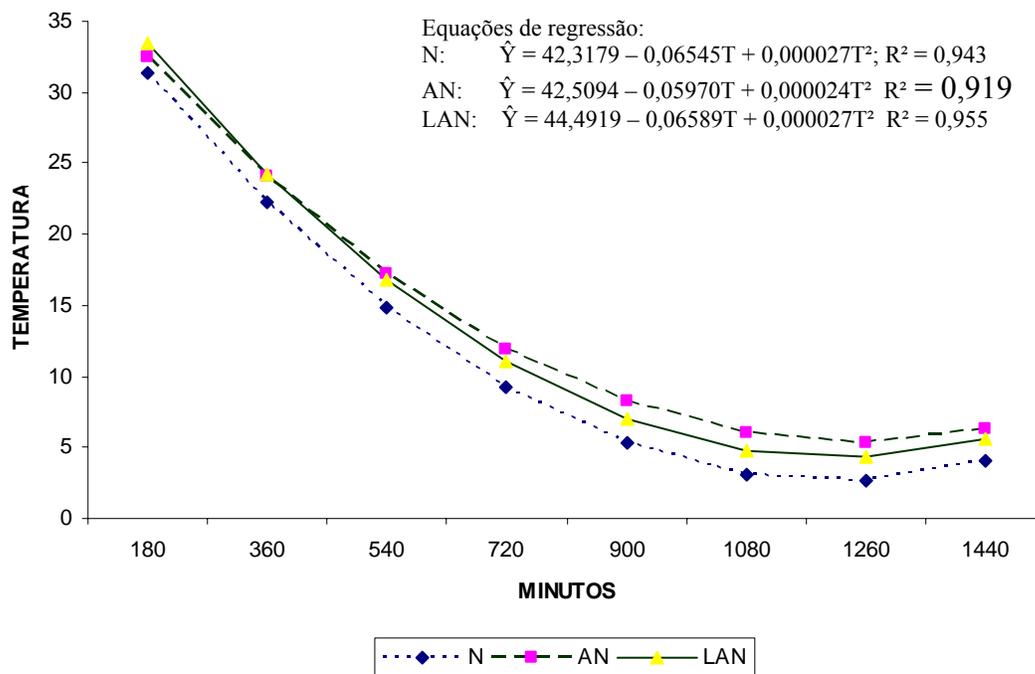


Figura 2 – Curva ajustada de queda da temperatura durante 24 horas pós morte dos três grupos genéticos.

Considerando o intervalo de pH e temperatura citados por Thompson (2002) que consideraram valores para encurtamento pelo calor em pH menores do que 6,0 em temperaturas acima de 35°C e encurtamento pelo frio em temperaturas inferiores a 10°C, não há evidências que os animais dos grupos LAN e AN tenham sofrido tais alterações. Os animais AN que apresentaram a curva mais baixa de pH apresentaram média ajustada em pH 6,0 com temperatura de 18°C, seguida pela curva intermediária dos LAN em 19°C.

O grupo N apresentou pH 6 a uma temperatura de 9°C na curva ajustada, estando no intervalo de ocorrência de encurtamento pelo frio, entretanto não foi observado medidas menores de comprimento de sarcômero para a raça, contudo, o mesmo grupo apresentou maiores valores na força de cisalhamento, caracterizando uma carne menos macia.

White et al. (2006) observaram que taxas de pH entre 5,9-6,2 3 horas *post mortem* produziram carnes consistentemente macias quando o encurtamento pelo frio foi evitado, e o estabelecimento do *rigor mortis* em temperaturas de aproximadamente 10 a 18°C resultou em carne mais macia, resultados semelhantes aos encontrados para os grupos AN e LAN.

Heinemann et al. (2003) observaram maior velocidade de queda de temperaturas em carcaças mais leves (342,5 kg e 366,8 kg) trabalhando com diferentes faixas de peso ao abate, atribuindo a maior eficiência de dissipação de calor causada pela cobertura de gordura e musculabilidade dos animais mais pesados, com peso entre 419,1 Kg e 492,6 Kg, situação presente nas carcaças do presente trabalho com peso mínimo de 473,37 Kg.

Thompson et al. (2006) concluíram que a taxa glicolítica está em função do glicogênio, sendo que, altas concentrações iniciais de glicogênio, como as observadas em animais que permaneceram por longos períodos em confinamento, resultam em declínio rápido do pH, independente do efeito da temperatura causado por carcaças mais pesadas, como os animais em questão.

O comprimento de sarcômero não apresentou diferença significativa ( $p>0,05$ ) entre os grupos genéticos, conforme pode ser observado na Tabela 7. Concordando com Riley et al. (1986) que não encontrou diferença significativa entre as raças e seus cruzamentos (Britânica, Brahman, Jersey e Holstein) ou mesmo com a idade dos animais abatidos, que ocorreu entre 9 e 18 meses e Heinemann et al (2003) com animais N e cruzados L x N e Stolowski et al. (2006) com Angus e Brahman.

**Tabela 7.** Médias ajustadas de comprimento de sarcômero (CS)\* e força de cisalhamento (FC)\*\* dos três grupos genéticos analisados.

Grupo Genético	CS			FC		
	Med	Vmin	Vmax	Med	Vmin	Vmax
Nelore	2,14 (±0,16)	1,98	2,41	10,02 (±0,75) <sup>b</sup>	7,90	12,36
½Angus½Nelore	2,04 (±0,16)	1,76	2,29	8,82 (±0,44) <sup>a</sup>	5,49	11,10
½Lim¼Angus½Nel	2,10 (±0,18)	1,88	2,51	7,63 (±0,48) <sup>a</sup>	2,83	11,13

\* Não houve diferença significativa entre as raças.

\*\*Em cada coluna, médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t de Student ( $p < 0,05$ ).

Houve diferença significativa entre os grupos genéticos para força de cisalhamento raças analisadas (Tabela 7). O grupo LAN apresentou os menores valores, diferindo significativamente do grupo AN e N, os quais não diferiram entre si.

É importante observar que a lâmina da célula de Warner-Bratzler padrão SMS utilizada neste trabalho, possui espessura de 3 mm, ao passo que a espessura da lâmina padrão Warner-Bratzler (WB) é de 0,04 polegada, que equivale a aproximadamente 1,02 mm. A espessura maior da lâmina certamente eleva o valor da força máxima de cisalhamento, conforme trabalho realizado por Silva et al. (1999) onde verificaram a influência da espessura das lâminas citadas acima, onde a lâmina padrão WB apresentou maior sensibilidade para detectar as diferenças na textura da carne, encontrando valores significativamente menores com a utilização da lâmina padrão WB em amostras submetidas ao resfriamento lento. Embora os trabalhos científicos raramente especifiquem o padrão da célula de WB utilizada, os resultados podem ser comparados somente quando o padrão de célula for o mesmo.

No presente trabalho o valor da FC para o grupo LAN foi de 7,63 kgf para carne fresca, apresentando 278,73 kg de PCQ, 80,29 cm<sup>2</sup> de AOL e 2,10 µm comprimento de sarcômero. No trabalho de Heinemann et al. (2003) em que foi utilizado o mesmo tipo de lâmina e método para determinação de FC, animais L x N, confinados, estando entre 25 e 31 meses ao abate, apresentaram em média 226,41 kg de PCQ, 83,15 cm<sup>2</sup> de AOL e 1,92

µm de CS e FC 10,50 kgf (carne fresca) e 7,45 kgf (carne maturada por 14 dias), apresentando um decréscimo de aproximadamente 30% no valor da FC após a carne ser maturada.

O maior valor encontrado foi para o grupo dos animais N, concordando com Riley et al. (1986) que encontraram maior FC para animais Brahman. Os animais AN ficaram com valores intermediários e os LAN apresentaram os menores valores portanto, esses apresentam carne mais macia. Stolowski et al (2006) encontraram maior FC no músculo *Longissimus dorsi* nos animais 1/2 A x 1/2N dois dias *post mortem*, que também conclui o tipo racial estar associado com a maciez inerente a diferença muscular, estando em parte também limitado a taxa de maturação e atividade de calpastatina.

Wheeler et al (2005) encontram à idade e à peso constante, menores valores de FC para animais da raça Angus quando comparados aos Limousin, entretanto não havia a participação de *Bos indicus* nos cruzamentos analisados. Wheeler et al (1996), encontram maiores valores de força de cisalhamento para o Nelore nos diferentes pontos de acabamento estudos: idade ajustada, peso final de carcaça (324 kg), espessura de gordura (1,2 cm), marmoreio “pouco”, gordura de retalho 23%.

Menezes et al. (2005) comparando animais Charolês, Nelore e seus cruzamentos, abatidos com idade de 23 meses, concluíram que os animais mestiços resultam em menores valores para FC em relação ao Nelore.

Pesquisa realizada por Rubensam et al. (1998), concluíram que a redução da maciez é um problema com bovinos que possuem 50% ou mais de composição *Bos taurus indicus*, por isso bovinos não deveriam exceder mais que 25% de *Bos taurus indicus* na composição racial, entretanto neste trabalho podemos observar que animais com 50% *Bos taurus*

*indicus* apresentam maciez semelhante aos animais com 25% deste genótipo, apesar de apresentarem médias superiores a eles.

Restle & Vaz (2006) comentam que as características que medem a maciez da carne possuem menor variação entre genótipos quando o abate dos novilhos ocorre com um ano de idade.

Lawrie (2005) relata que a capacidade de retenção de água da carne aumenta em pelo menos, a cada duas unidades do ponto isoelétrico das proteínas musculares (pH 5,5), estando associado com o aumento da maciez, o que pudemos confirmar com os resultados da determinação da força de cisalhamento em dois animais do grupo LAN que obtiveram valores de 4,57 kg e 2,83 kg para os respectivos pHs de 6,14 e 6,5. Estes valores são baixos considerando um limite máximo de 5kg de força de Warner Bratzler para que a carne seja considerada macia (Johnson, 1988). O pH elevado da carne resulta em maior maciez dos músculos, entretanto, estes cortes apresentam coloração escura, são secos e têm alta carga microbiana (Beltrán et al., 1997). devido ao favorecimento da atividade das proteases neutras (calpaínas) (Delgado,2001), fato não observado nas amostras no momento da realização das análises.

Vaz & Restle (2000) trabalhando com animais Hereford machos inteiros e castrados abatidos aos 14 meses atribuem a maior maciez encontrada no grupo de animais inteiros ao estado DFD, devido a correlação negativa encontrada entre a cor e a maciez, fato não encontrado neste trabalho.

## **Conclusões**

Os três grupos genéticos apresentaram carcaças satisfatórias para serem abatidos aos 15 meses de idade.

Os animais meio sangue demonstraram melhor eficiência produtiva, confirmando a precocidade da raça Angus para o ganho de peso médio diário, peso final de carcaça, rendimento de carcaça, atingindo resultados muito semelhantes aos animais LAN, principalmente quanto a maciez.

Os animais LAN confirmam a superioridade do cruzamento terminal. As características de carcaça como peso de carcaça quente e o melhor rendimento de carcaça já justificam economicamente a utilização do cruzamento. Fatores como melhor conformação e maior área de olho de lombo e cobertura de gordura adequada propiciam uma carcaça de boa aparência e maior produção de carne/carcaça, e ainda contribuem para melhor proteólise pós- morte e melhor maciez.

Os animais Nelore apresentaram bom desempenho para peso final de carcaça, rendimento de carcaça, espessura de gordura, demonstrando um potencial genético favorável para produção de animais precoces, podendo atingir melhores padrões de maciez com a utilização de métodos tecnológicos como a maturação.

Os animais cruzados, seja o meio sangue ou o cruzamento terminal utilizando três raças, apresentaram superioridade na maioria dos parâmetros avaliados em relação ao Nelore, demonstrando ser a melhor opção para produção de animais superprecoces.

## Agradecimentos

Ao frigorífico Friboi, Campo Grande, pela disponibilização das instalações e recursos humanos, à CAPES, pelo recurso financeiro, ao Dr. Sérgio Raposo e equipe pela cooperação na avaliação de carcaças.

## Referências

- ABULARACH, M.L.S.; ROCHA, C.E.; FELICIO, P.E. Características de qualidade do contrafilé (m. L. dorsi) de touros jovens da rala Nelore. **Ciência e tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p.205-210, 1998.
- AALTHUS, J.L.; JONES, S.D.M.; TONG, A K.W.; JEREMIAH, L.E.; ROBERSTON, W.M.; GIBSON, L.L. The combined effects of time on feed, electrical stimulation and aging on beef quality. **Canadian Journal Animal Science**, v.72, p.525-535, 1992.
- BELTRÁN, J.A. et al. Effect of stress-induced high postmortem pH on protease activity and tenderness of beef. **Meat Science**, v.45, p.201-207, 1997.
- BRASIL. Decreto lei nº **2244**, de 5 de Junho de 1997. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Ministério da Agricultura, Brasília, 1997.
- BOGGS, D.L.; MERKEL, R.A. **Live animal evaluation and selection manual**. Dubuque. 2 ed. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company, 1984. 215p.
- BURROW, H.M.; MOORE, S.S.; JOHNSTON, W.; BARENDSE, W.; BINDON, B.M. Quantitative and molecular genetic influences on properties of beef: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.41, p.893-919, 2001.
- CAMPION, D.R.; CROUSE, J.D.; DIKEMAN, M.E. Predictive value of USDA beef quality grade factors for cooked meat palatability. *Journal of Food Science*, v.40, p. 1225-1228, 1975.
- CONNIFF, P. (Ed.) **Official methods of analysis of AOAC International**, 16 ed. Gaithersburg: AOAC INTERNATIONAL, v. 1, 1997.

CRUZ, G.M.; TULLIO, R.R.; ESTEVES, S.N.; ALENCAR, M.M.; CORDEIRO, C.A. Peso de abate de machos não-castrados para produção do bovino jovem. 2. Peso, idade e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.646-657, 2004.

DELGADO, E.F. Fatores bioquímicos que afetam a maciez da carne. . In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, 1., 2001. **Anais...** Campinas: CTC: ITAL, 2001, p.143-159.

EUCLIDES FILHO, K.; EUCLIDES, V.P.B.; FIGUEIREDO, G.R.; CARVALHO, J. Avaliação de animais Nelore e seus mestiços com Charolês, Fleckvieh e Chianina, em três dietas. 1. Ganho de peso e conversão alimentar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.1, p.66-72, 1997.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G.H.S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, n.1, p. 497-509, 1957.

HEINEMANN, R.J.B.; PINTO, M.F.; PONSANO, E.H.G.; PERRI, S.H.V. Método simples para estimar encurtamento pelo frio em carne bovina. **Ciência Rural**, v.32, n.2, p.335-339, 2002.

HEINEMANN, R.J.B.; PINTO, M.F.; ROMANELLI, P.F. Fatores que influenciam a textura da carne de novilhos Nelore e cruzados Limousin-Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.8, p.963-971, 2003.

HUFF, E.J. & PARRISH, F.C.J. Bovine *longissimus* muscle tenderness as affected by postmortem ageing time, animal age and sex. **Journal of Food Science**, v.58, n.4, p.713-716, 1993.

JOHNSON, D.D.; LUNT, D.K.; SAVELL, J.W.; SMITH, G.C. Factors affecting carcass characteristics and palatability of young bulls. **Journal of Animal Science**, v.66, p.2568-2577, 1988.

LAWRIE, R.A. **Ciência da Carne**. Tradução de Jane Maria Rubensam. 6ª ed..Porto Alegre: Artmed Editora, 2005. 383p.

LEFAUCHEUR, L. Myofibre typing and its relationship to growth performance and meat quality. **Archiv fur Tierzucht**, v.49, special issue, p. 04-07, 2006.

LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W. et al. **SAS® System for mixed models**. SAS Inst Inc., Cary, N.C., 1996.

LITTELL, R.C.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B. Statistical analysis of repeated measures data using SAS procedures. **Journal of Animal Science**, v.76, n.4, p.1216-1231, 1998.

MARSHALL, D.M.. Breed Differences and genetic parameters for body composition traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2745-2755, 1994.

MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; VAZ, F.N.; BRONDANI, I.L.; ALVES, D.C.F.; FREITAS, A.K.; METZ, P.A.M. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilho de gerações avançadas do cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.946-956, 2005.

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

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

PACHECO, P.S.; SILVA, J.H.S.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M.Z.; BRONDANI, I.L.; ALVES, D.C.; FREITAS, A.K. Características quantitativas da carcaça de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n.5, p. 1666-1677, 2005.

PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S.. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. 2ª ed. Goiânia: UFG, 2001. 623p.

PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J.J.S.; MOLETTA, J.L. Características quantitativas de carcaça de bovinos Zebu e de cruzamentos *Bos taurus* x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, s.1, p.2019-2029, 2000.

PERRY, D.; THOMPSON, J.M. The effect of growth rate during backgrounding and finishing on meat quality traits in beef cattle. **Meat Science**, v.69, n.4, p.691-702, 2005.

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

POSTE, L.M.; MACKIE, D.; AGAR, V.E.; THOMPSON, B.K. Correlations of sensory and instrumental meat tenderness value as affected by sampling techniques. **Food Quality and Preference**, v.4, p.207-214, 1993.

PRICE, J.F.; BERNARD, S.S. **Ciencia de la carne y de los productos carnicos**. 2.ed.. Zaragoza, Espana:Ed. Acribia, 1994. 580p.

RESTLE, J.; GRAS C.; FEIJÓ, G.L.D. Características de carcaça de bovinos de corte inteiros ou castrados em diferentes idades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29; n. 10; p. 1603-1607, 1994.

RESTLE, J. & VAZ, F.N. Aspectos quantitativos da carcaça de machos Hereford inteiros e castrados, abatidos aos quatorze meses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.10, p.1091-1095, 1997.

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

RESTLE, J.; FATURI, C.; BERNARDES, A.C.; ALVES FILHO, D.C.; MENEZES, F.G.; SOUZA, A.N.M.; CARRILHO, C.O. Efeito do grupo genético e da heterose na composição física e nas características qualitativas da carcaça e da carne de vacas de descarte terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1378-1387, 2002.

RESTLE, J. & VAZ, F.N. Eficiência e qualidade na produção de carne bovina. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43., 2006. João Pessoa. **Suplemento especial da Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, 2006. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006, CD-ROOM.

RILEY, R.R.; SMITH, G.C.; CROSS, H.R.; SAVELL, J.W.; LONG, C.R. & CARTWRIGHT, T.C.. Chronological age and breed type effects on carcass characteristics and palatability of bulls beef. **Meat Science**, v.17, p.187-198, 1986.

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

SAINZ, R.D.; ARAUJO, F.R. Tipificação de carcaças de bovinos e suínos. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes, 1., 2001. **Anais...** Campinas: CTC: ITAL, 2001, p.26-55.

SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; LANA, R.P.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, D.S. Influência da suplementação com concentrado 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.

SILVA, J. A.; PATARATA, L.; MARTINS, C. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. **Meat Science**, v.52, p.453-459, 1999.

SILVEIRA, A.C. Produção do novilho superprecoce. In: **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. 927p.

STOLOWSKI, G.D.; BAIRD, B.E.; MILLER, R.K.; SAVELL, J.W.; SAMS, A.R.; TAYLOR, J.F.; SANDERS, J.O.; SMITH, B. Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses. **Meat science**, v.73, p.475-483, 2006.

SUGUISAWA, L; MATTOS, W.R.S.; OLIVEIRA, H.N.; SILVEIRA, A.C.; ARRIGONI, M.B.; SOUZA, A.A. Correlação simples entre as medidas de ultra-som e a composição da carcaça de bovinos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.169-176, 2006.

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

THOMPSON, J.M.; PERRY, D.; DALY, B.; GARDNER, G.E.; JOHNSTON, D.J.; PETHICK, D.W. Genetic and environmental effects on the muscles structure response *post-mortem*. **Meat science**, v.74, p.59-65, 2006.

TULLIO, R.R.; OBA, A.; LEONEL, F.R.; CRUZ, G.M.; SAMPAIO, A.A.M.; SOUZA, P.A.; ALENCAR, M.M. Qualidade da carne de bovinos castrados e não castrados de diferentes grupos genéticos terminados à pasto ou em confinamento. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41.,2004, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande, 2004.

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.; FEIJÓ, G.L.D. Qualidade e composição química da carne de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos Charolês X Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p. 518-525, 2001.

VAZ, F.N. & RESTLE, J. Aspectos qualitativos da carcaça e da carne de machos Braford superprecoce, desmamados aos 72 ou 210 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2078-2087, 2002.

WHEELER, T.L.; CUNDIFF, R.; KOCH, R.M.; CROUSE, J.D. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): carcass traits and *Longissimus* palatability. **Journal Animal Science**, v.74, p.1023-1035, 1996.

WHEELER, T.L.; CUNDIFF, L.V.; HACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. Characterization of biological types of cattle (Cycle VII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. **Journal of Animal Science**, v. 83, p.196-207, 2005.

WHITE, A.; O'SULLIVAN; TROY, D.J.; O'NEILL, E.E. Manipulation of the pre-rigor glycolitic behaviour of bovine *M. Longissimus dorsi* in order to identify causes of inconsistencies in tenderness. **Meat Science**, v.73, n.1, p.151-156, 2006.

ZAMORA, F.; DEBITON, E.; LEPETIT, A.; DRANSFIELD, E.; OUALI, A. Predicting variability of ageing and toughness in beef *m. longissimus lumborum et thoracis*. **Meat Science**, v.43, n.3-4, p.321-333, 1996.

---

\* De acordo com as normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira.



