UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

JULIANA DA SILVA

**Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos
Nelore com diferentes potenciais genéticos para crescimento pós-
desmama**

Pirassununga

2018

JULIANA DA SILVA

**Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos
Nelore com diferentes potenciais genéticos para crescimento pós-
desmama**

Versão corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia
e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo, como parte dos
requisitos para a obtenção do Título de
Doutor em Ciências.

Área de Concentração: Qualidade e
Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Saulo da Luz e Silva

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

da Silva, Juliana
dSilva Desempenho, características de carcaça e qualidade
, de carne de bovinos Nelore com diferentes
Julian potenciais genéticos para crescimento pós-desmama /
ad Juliana da Silva ; orientador Saulo da Luz e Silva.
-- Pirassununga, 2018.
63 f.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia
de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. seleção genética. 2. ganho de peso. 3.
rendimentos dos cortes cárneos. 4. maciez. 5. Bos
indicus. I. da Luz e Silva, Saulo, orient. II.
Título.

JULIANA DA SILVA

**Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de
bovinos Nelore com diferentes potenciais genéticos para crescimento
pós-desmama**

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos da Universidade de São
Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do
Título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade
Animal

Data de aprovação: 31 / 08 / 2018

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Saulo da Luz e Siva - Instituição: USP/Pirassununga

Presidente da Banca Examinadora

Prof.(a) Dr. Fernando Sebastián Baldi Rey - Instituição: UNESP/Jaboticabal

Prof.(a) Dr. Rodrigo Silva Gourlat – Instituição: USP/Pirassununga

Prof.(a) Dr.(a) Nara Regina Brandão Cônsolo – Instituição: USP/Pirassununga

Prof.(a) Dr. Jaime Urdapilleta Tarouco – Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.(a) Dr.(a) Patrícia Aparecida Cardoso da Silva – Instituição: UNESP/Dracena

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Juliana da Silva– nascida em 07 de outubro de 1986, na cidade de Jardinópolis/SP - Brasil, filha de Fátima Aparecida Cimento da Silva e Clemente Francisco da Silva. Em julho de 2012, concluiu a graduação em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Dracena, UNESP - Brasil. Durante a graduação realizou experimentos na área do “Núcleo de Ensino, Pesquisa e Produção de Ovinos da Região da Nova Alta Paulista”, como bolsista PROEX. Em março de 2012, iniciou o Projeto Capacitação Técnica Nível TIII – pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). Em agosto de 2012 iniciou no Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Animal, em nível de mestrado, área de concentração Nutrição animal na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Dracena, realizando estudos na área de “Produção e nutrição animal”, como bolsista da FAPESP, submetendo-se a banca em 28 de setembro de 2014. Em fevereiro de 2015, iniciou no Programa de pós-graduação em Zootecnia na Universidade de São Paulo – USP, Campus de Pirassununga, em nível de doutorado, área de concentração de Produtividade animal e qualidade de carne, como bolsista Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

DEDICO

Aos meus pais, CLEMENTE E FÁTIMA, pelo incentivo e apoio, nesta e todas as etapas já realizadas em minha vida. Aos meus irmãos TATIANE E MATHEUS, pelo exemplo de perseverança.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por estar sempre ao meu lado e permitir que eu sinta tua presença nos momentos da minha vida, Santa Rita de Cássia e Divino Pai Eterno por interceder em meu nome.

Aos meus pais Clemente e Fátima, pelo carinho, amor incondicional e confiança, pelo incentivo e força nos momentos mais difíceis e de satisfação, pela compreensão sem medida, fica explícito aqui, muito obrigada por tudo.

Aos meus irmãos Tatiane e Matheus, pelo apoio, incentivos durante toda a minha vida, compreensão e por demonstrarem um imenso amor por mim. Sempre serão exemplos de dedicação para mim.

Ao nenê Luís Eduardo, pela imensa alegria em minha vida. A madrinha sempre cuidará de você.

Ao meu Orientador Saulo da Luz e Silva, pelo incentivo, apoio, pelo exemplo de compreensão e principalmente por permitir que aconteça essa oportunidade em minha vida.

Aos Professores Paulo Leme e Arlindo Saran, pela disponibilidade e auxílio durante meu doutorado.

À companheira e amiga Nara Regina Cônsolo, pelas incansáveis correções e elaboração do artigo, pela paciência e atenção comigo. Obrigada Na!

Aos meus amigos Vicente Buarque, Taiane da Silva Martins, Annelise Lobo e Mariane Beline pelo companheirismo e pela força diária em nosso experimento.

À todos os estagiários que me auxiliaram durante os dois experimentos realizados, pela dedicação, amizade e companheirismo.

Aos funcionários do setor de bovinocultura de corte Ricardo e Dione, pela dedicação, amizade e atenção em todos os momentos durante o experimento.

À todos meus amigos do Laboratório de Avaliação Animal e Qualidade de Carne.

Ao funcionário da Pós-graduação Gilson, pela ajuda desde o momento em que realizei a inscrição do doutorado e durante toda a fase deste processo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

À Fundação Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo auxílio concedido (Processo: 2016/17433-5) e recursos oferecidos.

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos e a todos os funcionários que me deram apoio.

À todos que de alguma forma contribuíram e não foram citados aqui, fica explícito aqui meus agradecimentos.

MUITO OBRIGADA.

“Só é lutador quem sabe lutar consigo mesmo”

Carlos Drummond de Andrade

RESUMO

SILVA, J. **Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos Nelore com diferentes potenciais genéticos para crescimento pós-desmama**. 2018. 63f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi avaliar o desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos Nelore com diferentes potenciais genéticos para crescimento pós-desmama pela diferença esperada na progênie (DEP). Foram utilizados 147 machos não-castrados da raça Nelore, com peso corporal médio inicial de 412 ± 54 kg e média de idade de 19 meses, provenientes de recria em sistema de pastejo contínuo. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado e divididos dois tratamentos em função do potencial genético para crescimento: 1) alta taxa de crescimento (TC+) representada pela média de 11,50 kg e 2) baixa taxa de crescimento (TC-) representada pela média de -1,0 kg. Os animais foram confinados por um período de 100 dias, sendo os primeiros 21 dias de adaptação à dieta e as instalações. A dieta continha 73% de concentrado e 27% de volumoso (silagem de milho). No início do período experimental e a cada 28 dias todos os animais foram pesados e submetidos a avaliações de ultrassonografia. A ingestão de matéria seca foi avaliada diariamente, para ajuste da oferta e avaliação da eficiência alimentar. Ao fim do período de confinamento, todos animais foram abatidos, o peso de carcaça quente e a gordura pélvica, renal e inguinal foram pesados. Após 24 horas, foi avaliado o pH final e a meia carcaça esquerda foi seccionada entre a 12ª e 13ª costelas. As meias carcaças seguiram para desossa completa para análise de rendimentos dos cortes cárneos comerciais, em seguida amostras foram retiradas do contrafilé para posterior análise de cor, perdas de peso por cozimento, força de cisalhamento, comprimento de sarcômero e análise sensorial. Houve efeito da TC sobre o peso corporal final ($P = 0,04$), sendo que os animais de alta TC apresentaram maiores pesos. Não houve efeito da TC para AOL, EGS e espessura de gordura da picanha (*Biceps femoris*) avaliados pela ultrassonografia; no entanto, houve diferença significativa para o período de coleta das imagens ($P < 0,05$). Com relação ao rendimento dos cortes cárneos comerciais, animais de alta TC tiveram a ponta de peito ($P = 0,01$) e músculo traseiro ($P = 0,07$) mais pesados em relação aos animais de baixa TC. A DEP não influenciou a qualidade das características sensoriais da carne dos animais exceto para a cor, sendo que os valores de L^* ($P = 0,03$) foram maiores para animais de baixa TC, no entanto, os maiores valores de a^* ($P = 0,06$) foram expressados pelo grupo de alta TC. Além disso, para todas as variáveis de qualidade,

houve efeito do tempo de maturação ($P > 0,05$). Em conclusão, o potencial genético para o crescimento pós-desmama não afetou a maioria das características, incluindo desempenho, produção de carne e qualidade no final do período de terminação.

Palavras-chave: seleção genética, ganho de peso, rendimento dos cortes, maciez, *Bos indicus*.

ABSTRACT

SILVA, J. **Performance, carcass characteristics and meat quality of Nellore young bulls with different genetics potentials for post-weaning growth**. 2018. 63f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

The aim of this study was to evaluate the performance, carcass characteristics and meat quality of Nellore young bulls with different genetics potentials for post-weaning growth for expected progeny differences (EPD's). A total of 147 Nellore bulls with average initial body weight (412 ± 54 kg) and 19 months old, were distributed in a completely randomized design and divided into two groups according with growth rate: 1) high growth rate (GR+) represented by the mean of 11.50 kg and 2) low growth rate (GR-) represented by the average of -1.0 kg. The animals were in a feedlot system for a total 100 days, with the first 21 days of adaptation to the diet and facilities. The finishing diet was composed by 73 % concentrate and 27 % corn silage. At the beginning of the experimental period and every 28 days all animals were weighed and submitted to ultrasound evaluations. Dry matter intake was measured daily. At the end of the feedlot period, all animals were slaughtered and the hot carcass weight and internal fat were recorded. After 24 hours, the final pH was evaluated and the left half carcass was sectioned between the 12th and 13th ribs. The half carcass was completely deboning to analyze the wholesale cuts. In addition, longissimus was sampled to analyze color, cooking loss, tenderness, sarcomere length and sensory property. There was an effect of GR on the final body weight ($P = 0.04$), where the group of animals with high EPD presented higher weights. There was no effect of GR for *longissimus* muscle area (LMA), fat thickness (FAT) and rump fat (*Biceps femoris*) evaluated by ultrasonography; however, there was a significant difference for the collection period ($P > 0.05$). Regarding the wholesale cuts, animals of higher GR had the heavier ($P = 0.01$) and hind muscle ($P = 0.07$) weights than the animals of lower GR. The GR did not influence the quality sensory characteristics of the meat of the animals except for the color, and the values of L^* ($P = 0.03$) were higher for animals with low GR, however, the highest values of a^* ($P = 0.06$) were expressed by the high GR group. In addition, for all quality variables, there was an effect of maturation time ($P > 0.05$). In conclusion, the potential genetic for growth measured post-weaning did not affect most traits, including performance, meat production and quality at the end of finishing period.

Keywords: genetic selection, weight gain, wholesale cuts, tenderness, *Bos indicus*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Representação da distribuição da diferença esperada na progênie (DEP) para ganho da peso da desmama ao sobreano em função do ano experimental.....	28
Tabela 2. Ingredientes e composição química da dieta experimental de tourinhos Nelore selecionados pela diferença esperada na progênie para crescimento.....	30
Tabela 3. Médias ajustadas, erro padrão da média (EPM) e probabilidades das características de desempenho e características de carcaça, em função da taxa de crescimento pós-desmama.....	35
Tabela 4. Médias ajustadas, erro padrão da média (EPM) e probabilidades das características de carcaça, avaliadas por ultrassonografia, em função da taxa de crescimento pós-desmama e do tempo de confinamento.....	36
Tabela 5. Médias ajustadas, erro padrão da média (EPM) e probabilidades do peso dos cortes comerciais em função da taxa de crescimento pós-desmama.....	37
Tabela 6. Médias ajustadas, erro padrão da média (EPM) e probabilidades do rendimento dos cortes comerciais em função da taxa de crescimento pós-desmama.....	38
Tabela 7. Médias ajustadas, erro padrão da média (EPM) e probabilidades das variáveis qualitativas da carne em função da taxa de crescimento (TC) pós-desmama.....	39
Tabela 8. Médias ajustadas, erro padrão da média (EPM) e probabilidades das características sensoriais em função da taxa de crescimento (TC) pós-desmama.....	39

LISTA DE ABREVIACES E SIGLAS

DEP- Diferença esperada na progênie

(TC+) Alto potencial genético para crescimento

(TC-) Baixo potencial genético para crescimento

PVI- Peso vivo inicial

PVF- Peso vivo final

GPD- Ganho de peso diário

EA- Eficiência alimentar

IMS- Ingestão de matéria seca

AOL- rea de olho de lombo

EGS- Espessura de gordura subcutânea

EGP- Espessura de gordura da picanha

RCQ- Rendimento de carcaça quente

PCQ- Peso de carcaça quente

PCF- Peso de carcaça fria

GRPI- Gordura renal, pélvica, inguinal

L* Luminosidade

a* Intensidade de vermelho

b* Intensidade de amarelo

PPC- Perdas de peso por cocção

FC- Força de cisalhamento

WBSF- Warner-Bratzler

CAPN- calpaínas

CAST- calpastatinas

EPM- Erro padrão médio

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1. Importância da raça Nelore.....	18
2.2. Diferença esperada na progênie (DEP).....	20
2.3. Seleção genética para característica de crescimento.....	22
2.4. Fatores post-mortem que afetam a qualidade da carne bovina.....	25
3. OBJETIVO.....	27
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	28
4.1. Local e delineamento experimental.....	28
4.2. Manejo dos animais e arraçamento.....	29
4.3. Desempenho.....	31
4.4. Abate e coleta de amostras.....	31
4.5. Avaliação da cor.....	32
4.6. Perdas de peso por cocção e força de cisalhamento.....	32
4.7. Comprimento de sarcômero.....	33
4.8. Análise sensorial.....	33
5. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	34
6. RESULTADOS.....	35
6.1. Desempenho.....	35
6.2. Rendimento dos cortes cárneos comerciais.....	37
6.3. Qualidade de carne e análise sensorial.....	39
7. DISCUSSÃO.....	40
8. CONCLUSÃO.....	48

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
10. ANEXO.....	50
11. REFERÊNCIAS.....	51

1. INTRODUÇÃO

A revolução da indústria pecuária brasileira é impulsionada principalmente pelo aumento substancial do consumo de carne nas últimas décadas. Por esta razão, nos últimos anos, as características de interesse econômico na bovinocultura de corte vem sendo intensamente selecionada a fim de incrementar o ganho de peso corporal, o peso da carcaça e os rendimentos das carnes. Dentre as formas de identificação e seleção de animais com maior potencial genético para crescimento pela diferença esperada de progênie (DEP), vem sendo bastante utilizada nos rebanhos a fim de selecionar animais geneticamente superiores para ganho de peso, dentre outras características de interesse econômico.

O valor genético dos animais é estimado com base nas informações sobre o desempenho individual dos mesmos, ajustados para fatores ambientais. No sistema produtivo brasileiro, dentre as características mais utilizadas tradicionalmente em programas de seleção de reprodutores podemos citar: o crescimento (peso e ganho de peso), precocidade (idade ao primeiro parto, perímetro escrotal), além de avaliações fenotípicas dos animais (conformação, precocidade e musculabilidade) (LÔBO et al., 2000). A maioria dessas características são avaliadas ao desmame (ajustada para 210 dias) e ao sobreano (ajustada para 550 dias). Ceacero et al. (2016) reportam grande progresso genético para características de crescimento relatados pelos programas de seleção de Nelore no Brasil, sendo que o peso ao desmama varia de 0,15 a 0,61% por ano, o peso à desmama de 0,15 a 0,77% por ano, enquanto as maiores tendências genéticas são obtidas para o ganho de peso pós-desmame ganho 0,11 a 1,02% por ano.

Com intuito de obter animais mais produtivos, os pecuaristas optam por estratégias que sejam mais eficientes e rentáveis para a produção da carne e preconizam o abate de animais com maior peso e rendimento de carcaça. A seleção de reprodutores para maiores taxas de ganho, por exemplo, têm sido uma opção prática, pois são facilmente mensuradas e contribuem para um planejamento econômico na propriedade. Com isso, é possível acelerar o crescimento animal através da musculatura atingindo maiores pesos de carcaça e rendimento dos cortes cárneos comerciais, aumentando a rentabilidade da indústria frigorífica.

No entanto, a seleção de rebanhos com base em características de crescimento pode levar ao aumento no tamanho corporal e do peso à maturidade dos animais, alterando sua composição corporal. Esse fato pode exercer um impacto negativo na cadeia produtiva, pois animais de maior porte (tamanho corporal) possuem maiores exigências de manutenção e,

em sistemas de produção de animais à pasto, com períodos de deficiência de nutrientes, pode levar a problemas reprodutivos e de baixa qualidade do produto final (carne), devido, principalmente, a escassa espessura de gordura no momento do abate.

Mesmo com grande relevância para a cadeia produtiva da carne, informações sobre a relação entre o potencial de crescimento dos animais com características de desempenho e qualidade da carne, ainda são escassos. Adicionalmente, essas informações são essenciais para que indústria da carne possa direcionar esforços visando melhorar o desempenho animal, sem, contudo, afetar negativamente as características de carcaça e qualidade da carne.

Tendo em vista a crescente importância por estratégias que otimizam o sistema da carne no Brasil, a melhoria genética à partir de dados de crescimento aliado com o desempenho e qualidade de carne de bovinos de corte, podem contribuir com informações valiosas para as estratégias adotadas pelos programas de melhoramento genético.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância da raça Nelore

No Brasil, durante o período de colonização diversas espécies de bovinos foram introduzidas em várias regiões com distintas vegetações e climas. Essa mudança fez com que os animais se adaptassem ao meio ambiente em busca de sobrevivência e permanência da espécie através de seleção natural. Estes animais desenvolveram características adaptadas às condições brasileiras e foram conhecidas como tipo “criollo”, local ou naturalizados (EGITO, 2002 e MARIANTE, 2009). Contudo, Arendonk (2002) relatou que o perfil da seleção genética animal mudou significativamente em relação ao que se praticava a algumas décadas passadas, deixando de ser conduzida com base em questões subjetivas para ser conduzida em bases científicas e tecnológicas.

Com a necessidade de explorar a capacidade de produção do animal, houve uma tendência pelo direcionamento genético dos animais através de intervenção humana o que levou a uma maior atenção no mercado mundial da carne bovina. Vários estudos têm contribuído com o progresso genético em várias espécies do sistema produtivo. Pesquisa relatada por Bonin (2008), avaliando reprodutores da raça Nelore, constatou variabilidade nos padrões de carcaça e qualidade de carne entre reprodutores de diferentes linhagens, indicando que pode haver progresso genético nesta raça para tais características pela utilização de reprodutores geneticamente superiores. Restle et al. (2000), analisaram as características de carcaça e da carne de novilhos Hereford x Nelore de diferentes genótipos e chegaram à conclusão de que quanto maior grau de sangue Nelore, maior o rendimento de carcaça. Smith et al. (2007), avaliaram a variação genética das progênes de touros da raça Brahman na fase de crescimento e concluíram que, a seleção dentro dessa raça pode melhorar as características de carcaça e a qualidade de carne relacionadas ao consumidor.

Apesar do avanço de pesquisas científicas relacionadas ao progresso genético nas raças zebuínas no país, os índices zootécnicos ainda são baixos nas propriedades, devido à falta de informações genéticas dos animais nas propriedades. Porém, nas últimas décadas, para suprir as exigências impostas pelo mercado da carne durante o ano todo, a maioria dos produtores tendem a estar informado sobre técnicas pecuárias que colaboram com a eficiência nos rebanhos bovinos, a fim de produzir animais precoces que visam maior rotatividade nas propriedades.

A busca por animais pesados e com maior rendimento de carcaça é evidente no mercado da carne, pois essas características são de extrema importância e interesse para a indústria frigorífica. Toda essa produção no sistema da carne, faz com que os consumidores se deparem com uma gama de opções de produtos cárneos diferenciados, identificação de cortes, preparos, embalagens, identificação de origem e rotulagens de marcas ligadas aos sistemas de criação e às raças (CHAMPREDONDE et al., 2014). O grande desafio para a produção de carne é abater animais com maior rendimento de cortes comerciais, com cobertura de gordura adequada, no menor tempo possível e a baixo custo.

No entanto, a seleção de animais com maior potencial de crescimento pode acarretar, por resposta correlacionada, em maiores pesos ao nascer e adulto (BULLOCK et al., 1993), o que em alguns sistemas de produção pode ser indesejável. E além do mais, o aumento da exigência de manutenção e promoção de deposição de gordura mais tardia nas carcaças, afetaria dessa forma, a qualidade da carne (SHIOTSUKI et al., 2009; PEREIRA et al., 2010; YOKOO et al., 2010).

A cadeia produtiva da carne bovina no Brasil ainda é bastante heterogênea e com particularidades regionais acentuadas, principalmente nos sistemas de produção (FARIA et al., 2008), sendo o sistema extensivo o que ainda prevalece nas criações no país. Os animais criados à pasto possuem menor possibilidade de expressar seu máximo potencial genético para acúmulo de gordura subcutânea (EGS), devido à limitada condição nutricional das pastagens de clima tropical em função da sazonalidade de produção (ARAÚJO, 2003). Apesar do animal *Bos indicus* apresentar menor precocidade principalmente quando são criados em pastagem, eles produzem carnes mais magras e são mais resistentes à ectoparasitas, como o carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*, um dos principais parasitas que acometem os rebanhos nacionais (CORDOVÉS, 1997) podendo causar prejuízos no desempenho dos animais e consequentemente na qualidade da carne.

Por outro lado, o predomínio absoluto do zebu na composição dos rebanhos no Brasil contrasta com a necessidade de animais que respondem bem ao confinamento, com rápido crescimento e deposição de gordura (SILVEIRA, MARTINS e ARRIGONI, 2004). Estudos com a raça Nelore demonstraram diferentes situações de criação que possibilitaram alcançar produtos *in natura* com excelentes padrões de qualidade na composição da carcaça, fato afirmado por Ferreira et al. (2009), que a composição genética do rebanho influencia a qualidade final da carne dependendo das condições alimentares em que os animais forem criados. Lopes et al. (2012) avaliaram a qualidade da carne de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento e não observaram diferença na EGS entre as raças estudadas,

porém, observaram valores maiores do mínimo preconizado pelos frigoríficos para que não haja penalização das carcaças. Isto mostra, que a raça Nelore em condições de criação intensiva podem apresentar ganhos semelhantes de um animal da raça taurina.

Portanto, segundo a afirmação de Araújo (2003) os animais zebuínos nas últimas décadas, têm alcançado resultados satisfatórios para a indústria da carne por meio da seleção genética dos animais com características de interesse para o produtor, uma vez que, a avaliação genética de características associadas ao rendimento, qualidade da carcaça e a seleção, são importantes para melhorar a carcaça do zebu brasileiro.

2.2. Diferença esperada na progênie (DEP)

Considerando as correlações das características genéticas que se pretende avaliar e o segmento herdável de cada uma delas, permite-se agrupar animais geneticamente superiores e as informações podem ser aferidas pela utilização de valores das DEP's da seleção dos reprodutores e orientação dos acasalamentos.

A DEP representa a metade do valor genético obtido nas avaliações genéticas. É utilizada para comparar os méritos genéticos de animais em várias características e prever a habilidade de transmissão genética do animal avaliado como progenitor (LÔBO et al., 2003). As comparações dos animais são realizadas dentro do mesmo rebanho e raça, mas quando comparadas em diferentes raças (não é indicado nesta ferramenta de seleção) devem ser realizados ajustes nos modelos para explicar essa diferença, no entanto, diminui-se a acurácia do valor de DEP.

As DEP's são calculadas por modelos estatísticos de acordo com banco de dados fenotípicos dos animais e as informações são expressas em um valor numérico. Estas informações incluem dados de desempenho (registros de peso do próprio animal), informações de seus antepassados (avós paternos e maternos), parentes colaterais (irmãos e irmãs) e progênies, (GREINER, 2009). As avaliações com a disponibilidade da DEP têm sido uma ferramenta fundamental para a obtenção do progresso genético nos rebanhos de bovinos de corte (SILVA et al., 2003) e muitas pesquisas vêm mostrando diferenças fenotípicas entre animais com alta e baixa DEP para características de interesse econômico (FERNANDES et al., 2000; BOLIGON et al., 2006).

Para a criação de índices de seleção para um programa de melhoramento genético, neste caso, relacionado à produção de carcaça com qualidade, diversos aspectos devem ser observados como: composição óssea, gordura intramuscular, gordura subcutânea,

crescimento muscular e também suas correlações. Segundo Newmann et al. (1992) para a definição dos objetivos e índices de seleção em programas de melhoramento de gado de corte é fundamental conhecer as correlações entre características de crescimento, ingestão alimentar, reprodução e composição de carcaça e assim dimensionar o progresso genético do rebanho para as características de interesse.

O índice centraliza toda informação genética de um reprodutor de uma determinada raça em apenas um valor comparativo para cada animal. Dessa forma, é determinado um índice para cada animal, resultando em um valor numérico, que pode ser usado para classificar os melhores animais na população analisada, além de ser uma maneira mais rápida e eficiente de melhorar o valor genético agregado das características (BOURDON, 1997).

Neste contexto, a avaliação do índice de seleção pela DEP tem sido crucial para apurar os grupos de animais que expressam atributos de interesse econômico da propriedade, e possibilita destacar os melhores reprodutores da raça Nelore que produzem carcaças uniformes e de boa aparência geral do produto final. De acordo com Araújo (2003) as estimativas de parâmetros genéticos para essas características de animais da raça Nelore, indicam a possibilidade de resposta direta à seleção e têm propiciado a estimação de DEP's. Entretanto, são escassos os estudos científicos de características de crescimento muscular, carcaça e qualidade de carne da raça Nelore utilizando os valores de DEP's. A maioria dos estudos de parâmetros genéticos para características de carcaça têm sido de bovinos *Bos taurus* (MARSHALL, 1994; UTRERA e VAN VLECK, 2006).

Em pesquisa realizada por Smith et al. (2007), os quais avaliaram 467 animais da raça Brahman, obtiveram valor médio de DEP na ordem de +1,18kg para a variável de peso de carcaça quente (PCQ), +0,19cm² variando de -3,30 +6,87cm² para AOL próximo do valor de PCQ obtida por Bonin (2008) que estudando as diferenças entre genearcas da raça Nelore com maiores e menores valores de DEP para características de carcaça, obtiveram na ordem de 1,7 kg para PCQ, 1,46 cm² para AOL e 0,6 mm para EGS.

Além disso, também foram obtidos valores de DEP's para raças taurinas, Greiner (2009) relatou valores médios de DEP de touros para crescimento pelo ganho de peso com 1,4; 2,6k; 3,3 e 3,0kg das raças Limousin, Angus, Simental e Hereford respectivamente, e descreve que além de comparar diretamente os valores de DEP de touros, é importante compreender que a seleção de touros sejam da mesma raça e rebanho para melhor predição dos traços de interesse.

Para as variáveis de qualidade de carne como força de cisalhamento (FC) os valores de DEP foi relatado por ELZO et al. (1998), os quais compararam animais das raças Angus,

Brahman e Brangus e observaram valores médios de DEP de +1,02, +0,01 e -0,83kg, respectivamente aos 7 dias de maturação, dados também apresentados por Bonin et al. (2014) onde as variações ficaram entre -0,09 e 0,00kg para FC com 7 de maturação, entre -0,12 e +0,02kg para FC com 14 dias e entre -0,08 e -0,01kg para FC com 21 dias, evidenciando variabilidade entre linhagens da raça Nelore para maciez e possibilitando a seleção de animais geneticamente superiores para produção de progênes com carnes mais macias a partir de valores de força de cisalhamento. Para Smith et al. (2007) a variação de FC através da DEP com 7 dias de maturação foi de -0,01 a 0,45 kg e com 14 dias de -0,00 a 0,33 kg. Contudo, Dikeman et al. (2005) estudaram a DEP sobre FC de raças taurinas e avaliaram após um período de 14 dias de maturação de 103, 23 e 69 touros das raças Simmental, Shorthorn e Hereford respectivamente, com resultados semelhantes entre as raças e variavam de -0,48 para 0,36 kg.

Comparando o crescimento entre o peso pós-desmama e os cortes cárneos primários de animais Nelore, Caracu, Guzerá e Gir, Bonilha et al. (2012) demonstraram valores dos cortes traseiro 65,7; 63,4; 60,5; 56,2 kg e dianteiro de 41,3; 42,1; 41,6; 42,0 kg, respectivamente. Embora, são poucas as informações obtidas na literatura comparando a DEP com os rendimentos dos cárneos comerciais concordando com (ALLEONI et al., 1997; NARDON et al., 2001; RAZOOK et al., 2001; BONILHA et al., 2008) os quais citam que foram constatadas diferenças significativas na comparação entre as populações selecionadas e controle em algumas características de carcaça, mas praticamente não existem informações relacionadas às proporções e porções comestíveis da carcaça e de seus respectivos cortes cárneos primários.

2.3. Seleção genética para característica de crescimento

O crescimento do animal é um fenômeno biológico complexo, que envolve as interações entre fatores hormonais, nutricionais, genéticos e de metabolismo (BULTOT et al., 2002) e pode ser definido como o aumento do tamanho, decorrente de mudanças na capacidade funcional de vários órgãos e tecidos do animal, que ocorrem desde a concepção até a maturidade (SILLENCE, 2004). O tamanho a maturidade de modo geral é considerado como o ponto no qual a massa muscular atinge seu máximo crescimento, ou seja, a máxima hipertrofia das células do tecido muscular com consequente aumento do desenvolvimento do tecido adiposo (OWENS et al., 1993).

Existe uma variação na taxa de crescimento entre raças que dependem de fatores genéticos, ambientais e nutricionais que influenciam nas características de carcaça e na qualidade da carne. Assim, o conhecimento da curva de crescimento de bovinos de corte é de extrema importância, pois fornece informações relevantes para o estabelecimento de planejamentos estratégicos de manejo e de práticas de alimentação (BULLOCK et al., 1993; ARRIGONI et al., 1998; MAHER et al., 2004).

Outro fator que também altera a curva de crescimento é a condição sexual do animal. De acordo com Berg e Butterfield (1976) as novilhas atingem a maturidade precocemente em comparação aos machos, portanto, entram mais cedo na fase de deposição de gordura e apresentam menor peso de carcaça em comparação a novilhos.

Nos programas de melhoramento genético, as características ligadas ao crescimento são as primeiras a serem incluídas e recebem maior ênfase em índices de seleção aplicados em bovinos de corte (OLIVEIRA, 2003) pela facilidade de mensuração que pode ser realizada pelo próprio criador nas propriedades. Basicamente, as características consideradas nos atuais programas de melhoramento genético da raça Nelore são a eficiência reprodutiva, crescimento e características de carcaça (GOLDEN et al., 2000). Diversas pesquisas têm demonstrado resultados positivos na seleção de bovinos de corte com base em características relacionadas ao crescimento muscular dos animais (KEANE e DISKIN, 2007, CLARKE et al. 2009, GRIZARD et al. 1995).

Dentre as características de crescimento utilizadas na seleção, o ganho de peso é uma das mais importantes, pois as características de crescimento como os pesos ajustados para certas idades, são incluídas nos programas de melhoramento genético de bovinos de corte no Brasil, visando melhorar o desempenho produtivo dos rebanhos (FRIES et al., 1996). Segundo Koury Filho (2005) a seleção por pesos padronizados em diferentes idades é bem aceita pelos produtores, já que a remuneração por parte dos frigoríficos é na mesma unidade selecionada (quilogramas). Para Van Melis e Ribeiro (2006), a seleção para peso e ganho de peso tem sido praticada desde que os programas de melhoramento genético direcionaram sua atenção às características produtivas.

Por outro lado, a seleção de animais baseado apenas em características de crescimento, pode exercer um impacto negativo na cadeia produtiva em médio e longo prazo, pois animais de maior porte (tamanho corporal) possuem maiores exigências de manutenção e, em sistemas de produção de animais à pasto, com períodos de deficiência de nutrientes, pode levar a problemas reprodutivos e de baixa qualidade do produto final (carne), devido, principalmente, a escassa espessura de gordura no momento do abate. Adicionalmente,

existe uma correlação negativa entre peso adulto e taxa de maturação (TAYLOR E YOUNG, 1968; TAYLOR, 1989), indicando que animais de elevado peso adulto apresentam menores taxas de maturação (precocidade).

A correlação genética pode ser favorável ou desfavorável. Quando a associação entre duas características é favorável, tem-se um ganho indireto para ambas, porém quando a associação é desfavorável, a seleção para uma característica deverá piorar a outra. Bergen et al. (2006) observaram que pode haver uma boa resposta à seleção para a rendimento de carne magra da carcaça e ainda para outras características economicamente importantes, utilizando-se características indicativas como AOL, PCQ, EGS e marmoreio.

A seleção para peso pode estar relacionada com a AOL e tem influência positiva na porcentagem de produtos cárneos, os reprodutores selecionados através da DEP para as características de rendimento de cortes cárneos podem produzir progênie com grau de rendimento desejável (GREINER, 2009). O rendimento dos cortes desossados também constitui um importante componente no desenho de modelos de programas de melhoramento genético para mérito de carcaça de bovinos (MCKIERNAN et al., 2005).

Elzo et al. (1998), estudaram o efeito da genética sobre algumas características de qualidade de carne da raça Brahman e observaram correlação genética positiva do PCQ e AOL (indicativo de musculabilidade) e entre EGS, marmoreio e gordura renal, pélvica e inguinal, relacionadas a quantidades de gordura na carcaça. Porém, a correlação é negativa quando a AOL é comparada com a EGS. As correlações genéticas de baixa magnitude entre o peso corporal e a espessura da gordura (-0,01 a 0,20) e entre AOL e espessura de gordura (0,02 a 0,06) sido relatado para animais *Bos indicus*, sugerindo que a gordura de deposição não depende do crescimento muscular (YOKOO et al., 2008, 2010; LIMA NETO et al., 2009).

Algumas pesquisas têm avaliado as correlações genéticas com o período de vida do animal, como a pesquisa de Boligon et al. (2009), que estimaram a correlação genética entre peso à desmama, peso ao sobreano e peso aos 2 anos de idade e afirmaram que são altas e positivas, também indicam que os genes responsáveis por maiores pesos da desmama aos 2 anos de idade são, na maior parte, os mesmos (BOLIGON et al. 2009). Coutinho et al. (2015) relataram que a seleção para peso pós-desmame altera as curvas de crescimento para o peso corporal, medidas mensuradas por ultrassonografia e medidas corporais, resultando em animais com maior potencial de crescimento.

A relação entre fatores genéticos com características relacionadas a qualidade da carne, como, cor, perdas de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) ainda têm sido pouco estudadas, a despeito da sua importância para a cadeia produtiva.

2.4. Fatores post-mortem que afetam a qualidade da carne bovina

A calpastatinas (CAST) tem sido apontada como a principal responsável pela variação na proteólise muscular entre *Bos indicus* e *Bos taurus*, uma vez que animais *Bos indicus* têm apresentado uma maior atividade da CAST, 24 h *post-mortem*, reduzindo a velocidade do processo de maturação da carne logo após o abate (WHIPPLE et al., 1990). Resultados encontrados também por Felício (1997), com a atividade das enzimas proteolíticas em bovinos de diferentes raças, verificou-se que os animais *Bos taurus indicus* apresentam maior atividade das CAST quando comparados aos *Bos taurus taurus* e, em razão disso, os animais zebuínos apresentam menor maciez de carne que os taurinos.

Da mesma maneira, Rubensam et al. (1998) relataram que a atividade de CAST determinada 24 horas pós morte pode ser útil para a previsão da textura da carne e essa informação utilizada em programas de melhoramento genético para diminuir a inconsistência na maciez. Por outro lado, Riley et al. (2003a,b) relataram alta correlação negativa entre a atividade CAST e com os valores de suculência. E ainda, Whipple et al. (1990b) sugerem a CAST como um importante preditor da maciez do músculo *Longissimus*, quando se pretende comparar raças ou variações entre raças e gêneros. Sendo interessante para estudos que comparam diferentes raças.

Neste contexto, além do sexo, idade, condição sexual, condições de estresse prévias ao abate e respostas fisiológicas *post-mortem*, a maturação é considerada também um fator determinante para o processo de amaciamento. Os autores April et al. (2001) e Insausti et al. (1999) relataram a influência dos dias de maturação sobre a cor da carne nos valores de L* e a* e ainda sobre a detecção de variações de cor da carne em animais de uma mesma raça. Ademais, foram obtidas diferenças na maciez com maiores valores de DEP para diferentes tempos de maturação comparadas por genearcas da raça Nelore, com 7 dias de maturação o valor de 0,002 kg para os reprodutores Tajmahal e Checurupadhu e o menor valor foi obtido por Golias com -0,088 kg. Para o tempo de maturação de 14 dias os maiores e menores valores foram obtidos pelos Tajmahal (0,0185 kg) e Golias (-0,1231 kg) respectivamente (BONIN, 2008).

A avaliação com a raça Nelore também foi relatada por Dikeman et al. (2005), estimaram valores de DEP para 14 dias de maturação a partir de 103 touros da raça Simmental, 23 Shorthorn e 69 Hereford com valores de maciez que variaram de (– 0,41 a 0,26 kg; - 0,41 a 0,36 kg e – 0,48 a 0,22 kg) respectivamente.

Portanto, estudos que visam particularmente o impacto da seleção sobre características qualitativas da carne, são fundamentais para que a indústria brasileira consiga aumentar sua participação em mercados mais exigentes em relação à qualidade da carne.

3. OBJETIVO

Com base no exposto, o objetivo geral do presente estudo foi avaliar a relação entre o potencial de crescimento pós-desmama com o desempenho, característica de carcaça e qualidade de carne de tourinhos da raça Nelore terminados em confinamento.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos envolvendo os animais deste experimento estão de acordo com as normas de bem-estar animal e autorizado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, (número de protocolo CEUA: 8886050916/16).

4.1. Local e Delineamento experimental

O experimento foi conduzido em dois anos consecutivos (2016 e 2017) no Departamento de Zootecnia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), e as análises realizadas no Laboratório de Avaliação Animal e Qualidade de Carne (LAAQC), *campus* Pirassununga/SP.

Foram utilizados 147 machos não-castrados da raça Nelore, provenientes do rebanho experimental da Universidade de São Paulo. Informações de peso à desmama (180 a 240 dias) e ao sobreano (520 a 580 dias), juntamente com as informações de grupos de contemporâneos e *pedigree*, foram considerados para obtenção dos valores de diferença esperada na progênie (DEP). Com base nessas informações DEP para ganho de peso da desmama ao sobreano, foram selecionados, dentro de cada ano, os animais com alto e baixo potencial de crescimento. No ano de 2016 e 2017 foram selecionados 49 e 98 animais, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Representação da distribuição da diferença esperada na progênie (DEP) para ganho da peso da desmama ao sobreano em função do ano experimental.

Características	2016	2017
Número de animais avaliados	8.578	7.929
Número de animais selecionados	49	98
Variação na diferença esperada na progênie para o ganho de peso da desmama ao sobreano, kg	-1,0 a 9,0	2,46 a 14,0

Fonte: Sumário de Touros Nelore CFM, 2016 e 2017.

Após a seleção dos animais, os mesmos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado e divididos dois tratamentos em função do potencial genético para crescimento: 1) alta taxa de crescimento representada pela média de 11,50 kg e 2) baixa taxa

de crescimento representada pela média de $-1,0$ kg, em seguida foram alocados em instalações de confinamento para avaliação individual do desempenho.

4.2. Manejo dos animais e arração

No início do experimento todos os animais receberam aplicação de vermífugo, foram pesados e submetidos à mesma dieta e manejo. A duração do experimento foi de aproximadamente 100 dias, e o período de adaptação às instalações e a dieta foi de 21 dias. Os animais foram alojados em dois confinamentos, o primeiro composto por quatro piquetes, cujas baias eram equipadas com portões eletrônicos (American Calan Inc., Northwood, NH, USA), que permitiram o controle individual da alimentação, foram alojados 12 animais/piquete e o segundo por baias individuais ($7,4\text{m}^2$ por animal e $1,0$ m de cocho por animal). Ambas as instalações são constituídas com cocho coberto, piso de concreto e bebedouros automáticos.

A adaptação dos animais foi em escada (*step-up*) sendo que a dieta final continha 73% de concentrado, com silagem de milho utilizada como volumoso. A dieta foi estimada pelo programa ração de lucro máximo 3.2 (RLM) ESALQ – USP e composta com ingredientes demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2 – Ingredientes e composição química da dieta experimental de tourinhos Nelore selecionados pela diferença esperada na progênie para crescimento.

Ingredientes	% na MS da dieta
Silagem de milho	27,3
Milho seco moído	20,0
Sorgo moído	23,0
Farelo de soja 45%	8,0
Polpa cítrica moída	20,0
Ureia	0,9
Núcleo mineral ¹	0,6
Sal comum	0,2
Conteúdo Nutricional (%Matéria seca)	
Matéria seca	89,1
Nutrientes digestíveis totais	75,7
Proteína bruta	15,5
Extrato etéreo	3,27
Fibra em detergente neutro	25,3
Fibra em detergente ácido	17,3
Cálcio	0,63
Fósforo	0,40

Nota: Dieta estimada pelo programa ração de lucro máximo 3.2 (RLM) ESALQ – USP. ¹Núcleo Mineral Minerthal 160 MD. Cálcio 218 g, Cobalto 148 mg, Cobre 2.664 mg, Enxofre 64 g, Flúor 1.600 mg, Fósforo 160 g, Iodo 141 mg, Manganês 2.220 mg, Selênio 37 mg, Zinco 7.992 mg, Monensina Sódica 4.000 mg.

O fornecimento das dietas foi *ad libitum*, nos respectivos horários: (8:00h) e (13:00h). O consumo foi mensurado diariamente por meio da pesagem do alimento fornecido e das sobras do dia anterior. O ajuste da oferta de alimento foi realizado diariamente com base na avaliação das sobras do dia anterior, com uma oferta de matéria seca 5% superior ao consumo observado para assegurar que não houvesse falta ou excesso de alimento no cocho.

4.3. Desempenho

No início e final do período experimental e a cada 28 dias todos os animais foram pesados com jejum de sólidos de aproximadamente 14 horas, para avaliação do ganho de peso diário (GPD). Além disso, foi calculada a eficiência alimentar (EA), obtida pela divisão da ingestão da matéria seca (IMS) total pelo ganho de peso vivo total durante o experimento.

Durante as avaliações de pesagem, foram realizadas mensurações de ultrassonografia, utilizando um equipamento da marca Aloka modelo 500 SSD (Aloka, Co. Ltda), com transdutor linear de 17 cm. Foram avaliados a AOL e EGS ambos sobre o músculo *Longissimus* na região entre a 12^a e a 13^a e a espessura de gordura da picanha (EGP) sobre o músculo *Biceps femoris* (picanha).

4.4. Abate e coleta de amostras

Ao fim do experimento, todos os animais foram pesados em jejum e embarcados para abatedouro da Prefeitura do Campus USP Fernando Costa em Pirassununga, distante 200m das instalações de confinamento. Os animais foram abatidos por meio de insensibilização por pistola pneumática e posterior sangria, conforme exigido pela legislação brasileira e de acordo com as práticas comuns do abatedouro.

Durante o abate as carcaças foram identificadas e pesadas individualmente para determinação do PCQ e rendimento de carcaça quente (RCQ), ($RCQ = PCQ/Peso \text{ ao abate} \times 100$), logo foram colhidas e pesadas as gorduras renal, pélvica e inguinal (GRPI). Após as carcaças serem resfriadas por 24h em temperatura de 2°C para a instalação e resolução do *rigor mortis*, foram pesadas novamente para determinação do peso de carcaça fria (PCF) e realizada a mensuração do pH 24 horas, na região entre a 12^a e 13^a costelas no músculo *Longissimus*, utilizando um potenciômetro digital com sonda de penetração (Hanna Instruments, Model HI99163).

Em adição, as meias-carcaças foram seccionadas na região entre a 12^a e a 13^a costelas no sítio “C” (45 milímetro da borda medial), onde a meia-carcaça direita de todos os animais foram divididas em dianteiro, ponta de agulha e traseiro, em seguida foram desossadas para avaliar o peso dos cortes individuais e rendimento da desossa.

Posteriormente, foram retiradas quatro amostras do músculo *Longissimus*, de 2,5 cm, identificadas, embaladas individualmente a vácuo maturadas por 0, 7 e 14 dias, que

corresponderam a 2, 9 e 16 dias após o abate para análises de cor, PPC, FC e análise sensorial.

4.5. Avaliação da cor

Após os períodos de maturação, as amostras foram retiradas das embalagens e deixadas em exposição ao oxigênio por 30 minutos. A leitura da cor foi realizada na superfície dos bifes, utilizando um espectrofotômetro portátil, modelo CM2500d (Konica Minolta Sensing Inc., São Paulo, Brasil), com fonte de luz D65, ângulo de observação de 10° e abertura da célula de medida de 30 mm. Foi considerado o sistema CIELAB, por meio de leituras de refletância da luz em três dimensões em que: L^* é o índice associado à luminosidade ($L^* = 0$ preto, 100 branco); a^* é o índice que varia do verde (-) ao vermelho (+); e b^* do azul (-) ao amarelo (+), segundo método descrito por Honikel (1998).

4.6. Perdas de peso por cocção e força de cisalhamento

A análise de PPC foi realizada segundo método aplicado por Honikel (1998), pela diferença entre o peso inicial e final da amostra (antes e depois da cocção) e foi expressa em percentagem. As amostras foram assadas em forno elétrico (Modelo F130/L – Fornos Elétricos Flecha de Ouro Ind. E Com. Ltda, São Paulo, Brasil) a 170°C, até atingirem a temperatura interna no bife de 71°C. As temperaturas internas dos bifes foram avaliadas, por meio de termômetros individuais (Modelo RisePRO-Wireless Remote Digital Meat) com um sensor metálico tipo agulha que foram inseridos nos bifes até sua parte central. Logo em seguida, os bifes foram embalados individualmente e resfriados por 24 horas em refrigerador doméstico. Em seguida, foram retirados seis cilindros de 12 mm de diâmetro de cada bife com um vazador elétrico (WHEELER et al., 2001). A análise de maciez foi realizada com o texturômetro TMS-PRO (Food Technology Corporation, Sterling, Virginia, USA) equipado com lâmina tipo Warner-Bratzler (WBSF). Para determinação da força de cisalhamento, considerando para cada bife o valor médio obtido de seis cilindros, seguindo método de Shackelford, Wheeler e Koohmaraie (2004).

4.7. Comprimento de sarcômero

O comprimento de sarcômero das amostras do *Longissimus* foi avaliado a 4°C, 24 horas após o descongelamento, foram utilizados seis cilindros e adicionados em uma lâmina, em seguida foram selecionadas duas fibras por cilindros através de um Helium Neon Laser -Melles Griot - Model 05-LHR-021 (com um comprimento de onda de 632,8nmhélio-neon, com comprimento de onda de 632,8 nm, de acordo com o método proposto por Cross et al., 1980).

4.8. Avaliação sensorial

Os procedimentos foram realizados de acordo com as normas do Ministério da Saúde e somente após a autorização do Comitê de ética da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo.

As amostras do músculo *Longissimus* foram descongeladas em geladeira a 4°C durante 24 horas, em seguida foram cozidas em forno elétrico, utilizando os mesmos procedimentos descritos para a determinação da FC. Após o cozimento, as amostras foram cortadas em cubos 1,5 x 1,5 cm em cortes paralelos às fibras musculares, e então armazenadas em estufa a 60 °C até o momento da realização da análise, não ultrapassando o tempo máximo de 30 minutos após o preparo.

Foram utilizados 100 provadores não-treinados, de acordo com o interesse na participação do teste. Os provadores receberam duas amostras, referentes aos dois tratamentos (alta e baixa taxa de crescimento), em cabines individuais sob condições de temperatura e iluminação controladas e avaliaram as amostras de carne por meio de uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (9 = adorei, 1 = detestei) para as características de aroma, sabor, textura, suculência e aceitação global (AMSA, 2015).

5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados como delineamento inteiramente casualizado usando o procedimento Mixed do *software* SAS (SAS Institute Inc., Cary, NV, EUA). O modelo incluiu o efeito fixo da taxa de crescimento dentro de ano e o efeito aleatório do pai. As médias de tratamento foram comparadas com o teste T de Estudantes.

As características de carcaça foram mensuradas por ultrassonografia e analisadas como medidas repetidas ao longo do tempo usando o procedimento Mixed de SAS. Os dados sensoriais foram considerados não paramétricos e foram realizados pelo teste de Kruskal-Wallis usando o PROC NPAR1WAY. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas quando $P \leq 0,05$.

6. RESULTADOS

6.1. Desempenho

Conforme esperado, o valor médio da DEP's foi maior no grupo taxa de crescimento alta (TC+) em relação a taxa de crescimento baixa (TC-) ($P < 0,0001$; Tabela 3). Houve uma tendência ($P = 0,08$) de maior peso vivo inicial (PVI) para os animais do tratamento TC+, em comparação ao TC-. Apesar de não haver diferença significativa no ganho médio diário durante o período de confinamento, o peso final foi maior no grupo TC+. Não houve diferença na ingestão de alimento, expressa em kg ou em porcentagem do peso vivo, bem como na eficiência alimentar entre os grupos (TC+ e TC-).

Também não foi observada diferença entre os grupos para peso de carcaça quente e fria, rendimento de carcaça, gordura renal pélvica e cardíaca (em kg ou em % do peso de carcaça), assim como para a AOL e EGS avaliadas ao abate (Tabela 3).

Tabela 3. Médias ajustadas, erro padrão da média (EPM) e probabilidades das características de desempenho e características de carcaça, em função da taxa de crescimento pós-desmama.

Item	Taxa de crescimento		EPM	Valor de P
	Alta	Baixa		
Diferença Esperada na Progenie, kg	8,61	2,01	0,47	<0,0001
Desempenho produtivo				
Peso corporal inicial, kg	427,3	412,0	25,57	0,08
Peso corporal final, kg	587,5	569,2	7,78	0,05
Ganho de peso diário, kg	1,73	1,65	0,17	0,20
Ingestão de matéria seca, kg/dia	10,9	10,6	0,44	0,34
Ingestão de matéria seca, % peso corporal	1,85	1,86	0,07	0,86
Eficiência alimentar, kg alimento/kg ganho de peso	0,15	0,16	0,02	0,47
Características de carcaça				
Peso de carcaça quente, kg	345,8	339,8	4,58	0,28
Peso de carcaça fria, kg	342,0	331,2	4,10	0,06
Rendimento de carcaça, %	59,4	59,7	0,24	0,31
Gordura renal, pélvica e inguinal, kg	14,1	13,5	0,45	0,30
Gordura renal, pélvica e inguinal, %	4,1	4,0	0,10	0,69

Nota: ¹Ingestão de Matéria Seca. Fonte: Dados da pesquisa da autora

Não foi observada diferença entre os grupos para as características de carcaça avaliadas por ultrassonografia (Tabela 4). Porém, todas as características aumentaram linearmente ($P < 0,0001$), em função do tempo de confinamento.

Tabela 4. Médias ajustadas, erro padrão da média (EPM) e probabilidades das características de carcaça, avaliadas por ultrassonografia, em função da taxa de crescimento pós-desmama e do tempo de confinamento.

<i>Item</i>	Taxa de crescimento (TC)		Tempo de confinamento (DC)				EPM	Valor de P		
	Alta	Baixa	0	28	56	90		TC	Tempo	TC*DC
AOL, cm ²	66,7	67,1	58,2	64,5	69,7	75,3	1,22	0,57	<.0001	0,99
EGS, mm	2,4	2,4	0,2	1,8	3,1	4,4	0,21	0,82	<.0001	0,26
EGP,mm	5,4	5,2	2,6	4,7	6,2	7,6	0,28	0,30	<.0001	0,59

Nota: ¹Área de olho de lombo, ²Espessura de gordura subcutânea, ³Espessura de gordura da picanha, ⁴Erro padrão médio.

Fonte: Dados da pesquisa da autora

6.2. Rendimento dos cortes cárneos comerciais

Não houve efeito da taxa de crescimento sobre o peso dos cortes comerciais (Tabela 5) e sobre a maioria desses cortes, exceto para a ponta de peito que foi maior no grupo TC+ (Tabela 6). Em adição, houve uma tendência ($P = 0,09$) de maior peso dos retalhos e músculo traseiro ($P = 0,07$) desse mesmo grupo.

Tabela 5. Médias ajustadas, erro padrão da média (EPM) e probabilidades do peso dos cortes comerciais em função da taxa de crescimento pós-desmama.

Item, kg	Taxa de crescimento		EPM	Valor de P
	Alta	Baixa		
Dianteiro	131,4	128,4	2,00	0,20
Traseiro	151,6	149,6	2,07	0,41
Ponta de agulha	48,7	49,0	0,82	0,82
Cortes				
Dianteiro	80,6	78,1	2,08	0,13
Traseiro	105,1	103,9	1,53	0,46
Total	185,3	181,8	2,49	0,26
Retalhos				
Dianteiro	4,6	4,8	0,76	0,55
Traseiro	7,7	7,3	0,41	0,09
Total	12,2	12,1	1,12	0,75
Ossos				
Dianteiro	23,7	23,4	0,43	0,39
Traseiro	27,5	27,1	0,46	0,43
Total	51,2	50,4	0,77	0,38
Aparas				
Dianteiro	14,9	14,5	0,43	0,50
Traseiro	12,4	12,4	0,47	0,97
Total	27,3	27,0	0,73	0,68

Nota: *Valores expressos com base no peso da carcaça inteira.

Fonte: Dados da pesquisa da autora

Tabela 6. Médias ajustadas, erro padrão da média (EPM) e probabilidades do rendimento dos cortes comerciais em função da taxa de crescimento pós-desmama.

desmanha.

Item, kg	Taxa de crescimento		EPM	Valor de P
	Alta	Baixa		
<i>Cortes do dianteiro</i>				
Acém	19,2	18,7	0,47	0,35
Cupim	7,0	7,0	0,19	0,91
Músculo	3,7	3,7	0,07	0,91
Paleta	15,6	15,1	0,61	0,15
Ponta de peito	5,6	5,2	0,11	0,01
<i>Cortes do traseiro</i>				
Capa contra filé	1,6	1,6	0,10	0,92
Contra filé	9,2	9,1	0,16	0,86
Coxão duro	6,9	6,8	0,37	0,50
Coxão mole	11,0	10,8	0,16	0,17
Alcatra	6,7	6,6	0,61	0,45
Filé	1,9	1,9	0,04	0,57
Lagarto	2,9	3,0	0,06	0,23
Músculo	4,7	4,5	0,08	0,07
Patinho	6,0	6,0	0,09	0,61
Picanha	1,6	1,5	0,24	0,12

Nota: *Valores expressos com base no peso de meia carcaça.

Fonte: Dados da pesquisa da autora

6.3. Qualidade de carne e análise sensorial

Com relação a cor da carne, foi observado menor valor de L* ($P = 0,03$), além de uma tendência de maior valor de a* ($P = 0,06$) nos animais do grupo TC+ em comparação ao TC- (Tabela 7). Não houve efeito da taxa de crescimento sobre o pH das carcaças, comprimento de sarcômero, FC e PPC (Tabela 7), assim como para as características sensoriais da carne (Tabela 8).

Tabela 7. Médias ajustadas, erro padrão da média (EPM) e probabilidades das variáveis qualitativas da carne em função da taxa de crescimento (TC) pós-desmama.

Item	Taxa de crescimento		Maturação (dias)			EPM	Valor de P	
	Alta	Baixa	0	7	14		TC	Tempo
Cor								
L*	33,6	34,3	31,5	34,8	35,6	0,51	0,03	<0,0001
a*	15,8	15,3	15,2	16,3	15,2	0,33	0,06	<0,0001
b*	16,5	15,7	14,1	17,8	16,5	1,20	0,32	0,0003
pH final	5,5	5,5	-	-	-	0,06	0,65	-
Sarcomêro, (µm)	1,8	1,8	-	-	-	0,08	0,48	-
FC ¹ , (N)	53,6	53,2	68,9	49,7	41,6	7,10	0,73	<0,0001
PPC ² (%)	25,8	25,3	24,9	26,0	25,7	2,43	0,33	0,08

Nota: L* = luminosidade; a* = intensidade de vermelho; b* = intensidade de amarelo, ¹força de cisalhamento, ²perdas de peso por cocção. Fonte: Dados da pesquisa da autora

Tabela 8. Médias ajustadas, erro padrão da média (EPM) e probabilidades das características sensoriais em função da taxa de crescimento (TC) pós-desmama.

Item	Taxa de crescimento		EPM	Valor de P
	Alta	Baixa		
Sabor	6,6	6,5	0,12	0,55
Intensidade do sabor	3,0	3,0	0,10	1,00
Maciez	6,3	6,4	0,14	0,65
Intensidade da maciez	3,5	3,6	0,07	0,50
Suculência	6,3	6,3	0,12	0,89
Intensidade da suculência	3,5	3,4	0,06	0,44
Aceitação geral	6,6	6,5	0,12	0,58

Fonte: Dados da pesquisa da autora

7. DISCUSSÃO

Desempenho

O conhecimento do mérito genético dos animais para desempenho é importante para os produtores e indústria da carne bovina, pois animais com mérito superior podem exigir diferenças nas práticas de alimentação e manejo em diferentes fases de produção para garantir sua exploração total (CAMPION et al., 2009a). Diversos estudos têm demonstrado o avanço genético devido a seleção para crescimento e outras características nos sistemas de produção (CAMPION et al., 2009a; CLARKE et al., 2009b; OKUT et al., 2013).

De acordo com os dados deste estudo, os animais de alto potencial genético para crescimento (TC+) foram 15,3 kg mais pesados em relação ao grupo de baixo potencial (TC-) no início do período de terminação. Apesar de não ter ocorrido diferença significativa entre os grupos para o GMD, os animais do grupo TC+ apresentaram um ganho médio de 8 g/dia maior que os do grupo TC-, que ao final do período de confinamento resultou em maior peso final para esses animais, aumentando a diferença no peso final entre os grupos para 18,3 kg.

Conforme mencionado anteriormente, o GMD de ambos os grupos foi semelhante durante o período de terminação, o que de certa forma foi inesperado, uma vez que esperava-se que as diferenças nas taxas de ganhos de peso observadas no período entre a desmama ao sobreano, fossem mantidas na fase de terminação.

Segundo Lopes et al. (2016), cada medida da DEP representa um resultado no momento da avaliação e isso pode não ser mantido em demais períodos da vida do animal. Clarke et al. (2009a) trabalhando com DEP para algumas características econômicas em bovinos de corte, relataram que a DEP para peso à desmama e DEP para desempenho pós-desmame podem não representar diferenças no peso de carcaça e dos cortes comerciais. Grizard et al. (1995) estudando o crescimento animal, também relatam que as diferenças entre as características de seleção ocorrem no período em que são avaliadas e podem não ser mantidas após o período de seleção. Para Razook et al (1988 a,b,) as características de peso inicial e final, além de indicarem melhor desempenho em ganho diário durante a fase de terminação são decorrentes do processo de melhoramento genético aplicado na população selecionada para peso pós-desmama.

Como a indústria frigorífica preconiza carcaças pesadas, manter o peso adulto das raças para produzir carcaças mais pesadas ou modificar essa característica de acordo com o

sistema de criação é uma ferramenta interessante para o melhoramento genético. Porém, a seleção para peso em idades jovens leva, inevitavelmente, a maiores pesos adultos (BULLOCK et al. 1993; PEREIRA et al. 2005). Apesar do peso adulto apresentar herdabilidade média (SILVA et al. 2000; ROSA et al., 2001), é utilizado para monitorar o tamanho adulto dos animais, de modo a evitar animais excessivamente grandes e, conseqüentemente, aumento das exigências nutricionais e custos de manutenção do rebanho (ALENCAR, 2002).

Com isso, o ganho de peso dos animais neste estudo levou a um maior PVF dos animais TC+, em consequência refletiram no PCQ (345,8 vs 339,8 kg) e PCF (342,0 vs 331,2 kg) em relação ao grupo TC-, respectivamente. Sasaki (1992) e Crews (2002) relataram aumento de 1,05 kg e 1,16 kg no peso da carcaça, respectivamente, de reprodutores selecionados através da DEP para peso de carcaça. Parnell et al. (1994) estudou a taxa de crescimento e características reprodutivas e de carcaças de bovinos e relatou que animais selecionados para alta taxa de crescimento tiveram carcaças mais pesadas, mas não houve diferença na composição da carcaça. Castro Bulle et al. (2007) estudaram o crescimento, qualidade da carcaça, metabolismo proteico e energético em bovinos Angus vs Hereford com diferentes potenciais de crescimento e relataram maior peso de carcaça para bovinos da raça Angus selecionados para alta taxa de crescimento.

Keane e Diskin (2007) compararam as características de crescimento e carcaça de progênie de touros Limousin com alto e baixo mérito genético para crescimento e observaram que devido a uma combinação de maior peso vivo e melhor rendimento pós abate, o peso de carcaça da progênie de touros com alto mérito genético foi maior (296 vs 277 kg) em relação à progênie de touros com baixo mérito genético. Evidenciando que, apesar da IMS não apresentar diferença estatística para os grupos genéticos, os animais de alto mérito genético se destacaram no ganho de peso, resultado semelhante ao observado neste estudo, em que os animais de TC+ apresentaram valor semelhante de IMS com relação os de TC- (10,9 vs 10,5 kg/dia, respectivamente), expressaram maior PVF.

Além do mais, é importante considerar que a seleção dos animais no período pós-desmama contribuiu para maior pesos das carcaças na fase subsequente, concordando com os achados de Bonilha (2008) que avaliando machos inteiros nascidos na 19ª progênie de seleção do rebanho do Instituto de Zootecnia de Sertãozinho, oriundos do rebanho de bovinos Nelore selecionados aos 378 dias de idade e Nelore não selecionado, relatou que a seleção para peso pós-desmame aumenta o tamanho corporal, peso da carcaça e rendimento dos cortes, porém sem alteração no rendimento de carcaça e o conteúdo de gordura corporal.

Portanto, pode-se presumir que os tourinhos Nelore selecionados com alto potencial genético para crescimento no período pós-desmama foram mais pesados e tiveram maior PCF comparados com os animais com baixo potencial genético, porém não apresentaram diferenças na taxa de crescimento e ingestão de alimento ao longo do período de confinamento.

Características de carcaça avaliadas por ultrassonografia

Ao analisar a representação do comportamento da taxa de crescimento para as medidas mensuradas no músculo *Longissimus* e *Biceps femoris* (picanha) (Tabela 4), foi possível detectar que ambos grupos de animais aumentaram progressivamente a AOL, EGS e EGP, ao longo do período experimental, porém sem diferença entre os grupos. O crescimento da massa muscular e da gordura em função do tempo, era esperado, pois os animais estavam em fase de crescimento durante o período de confinamento.

Esse resultado concorda com os dados de Castro Bulle et al. (2007), que pesquisaram o crescimento, qualidade de carne e energia metabolizável de bovinos de corte com alto crescimento e potencial de baixo crescimento e também não constatarem diferença significativa na AOL entre os grupos (80,3 e 82,3 cm², respectivamente).

Alguns autores relataram esse aumento na AOL pela da seleção de animais, como os resultados de Bonin et al. (2012) e Smith et al. (2007) compararam os valores médios de DEP para AOL e concluíram que as raças Brahman e Nelore aumentaram em média + 0,10cm² na área de olho de lombo em seus descendentes. Champion et al. (2009) selecionaram progênies através da DEP com alto e baixo mérito genético para o peso da carcaça e encontraram maiores valores de AOL e carcaças mais pesadas para as progênies com alto mérito genético. Altarriba et al. (2005) estudaram o efeito da seleção para peso aos 210 dias de idade sobre as características da carcaça em progênies taurinas da raça Pirenaica, que resultou em uma maior AOL. Pinheiro et al. (2012) estudaram correlações genéticas nas características de carcaça, realizadas pelas medidas de ultrassonografia de bovinos com alto potencial de crescimento e relataram um aumento no mérito genético de animais Nelore, com ganho genético anual de 0,14 e 0,12 cm² na AOL aos 12 e 18 meses de idade, respectivamente.

Ainda, em contraste com os resultados deste trabalho, Coutinho (2015) comparou curvas de crescimento de características de carcaça obtidas por ultrassonografia em bovinos Nelore selecionados para peso pós-desmame e obteve diferença significativa para AOL entre

os grupos dos animais selecionados e controle, mostrando que os animais selecionados para maiores pesos corporais levam a um maior aumento da AOL.

Além do ganho em carne (massa muscular), a gordura subcutânea é um atributo relevante para as indústrias frigoríficas, que preconizam animais pesados com boa aparência na conformação de carcaça. Entretanto, deve-se considerar que fatores *ante* e *post-mortem* também podem colaborar para a qualidade da carne. Segundo Berg et al. (1976); Shorthose et al. (1991) e Gwartney et al. (1996) é importante destacar que além da influência genética, outros fatores como a nutrição e a taxa de deposição de gordura na carcaça devem ser considerados ao avaliar esta característica.

Neste estudo, animais com diferentes potenciais de crescimento pós-desmama não diferiram na EGS e EGP ($P \geq 0,05$), porém aumentaram linearmente com o tempo de confinamento. De acordo com Fiems et al (2000), a deposição de gordura mostra pouca mudança até que o animal em fase de crescimento atinja metade de sua maturidade fisiológica, que então depende da idade de abate. Em pesquisa semelhante com os resultados deste estudo, Smith et al. (2007) avaliaram a progênie de touros da raça Brahman selecionados pela DEP no período pós-desmama e constataram que o peso de abate e carcaça foram maior e espessura de gordura foi menor. Isto demonstra que, conforme ocorre o crescimento da massa muscular, a gordura subcutânea diminui.

Considerando que o tecido muscular na carcaça de bovinos ocupa 49 a 68% do seu peso total, sendo inversamente proporcional a quantidade de tecido adiposo (LAWRI, 2005). McGee et al. (2005) compararam a taxa de crescimento e características de carcaça dos tourinhos de raças taurinas em diferentes sistemas de criação na fase de recria e engorda e observaram que a medida que aumenta o potencial de crescimento, a proporção de carne na carcaça aumenta e a proporção de gordura diminui. Isso significa, que apesar do crescimento dos tecidos serem inversamente proporcionais, os animais de ambos grupos de TC obtiveram resultados lineares semelhantes tanto no ganho de massa muscular quanto na proporção das gordura (Tabela 3), que contribuiriam, para que as carcaças não sofressem encurtamento das fibras musculares resultantes do processo de resfriamento, o que pode ser evidenciado pela ausência de diferença do comprimento do sarcômero de ambos grupos (Tabela 7). Carcaças com adequada cobertura de gordura reduzem os efeitos de desidratação e encurtamento das fibras musculares (*cold shortening*) resultantes do resfriamento, que podem causar o endurecimento da carne (FELÍCIO, 1998).

Rendimento dos cortes cárneos comerciais

Devido à similaridade no desempenho dos animais de alta e baixa TC, não houve efeito da seleção pós-desmama para maioria dos cortes cárneos das carcaças. A ausência de efeito significativo na maioria dos pesos dos cortes comerciais observados neste estudo, estão de acordo com os resultados obtidos por Campion et al. (2009), ao comparar mérito genético para peso de carcaça de bovinos também não obtiveram diferença significativa nos cortes comerciais entre os grupos. Keane e Diskin (2007) compararam características de crescimento e carcaça de progênes de touros Limousin de baixo e alto índice genético para crescimento e não encontraram diferença entre os grupos em relação à composição da carcaça entre os grupos, que apresentaram menor proporção óssea e gordura da carcaça e maiores proporções musculares.

Por outro lado, vários estudos relataram que os animais selecionados para peso pós-desmama apresentam maior peso vivo, maior peso de carcaça final, e proporcionam também maior peso de cortes nobres (ALTARRIBA et al. 2005; KOTCH et al. 2004; BONILHA et al. 2008; SOBRINHO et al. 2013). Nesta pesquisa, a seleção pós-desmama influenciou o PVF, PCF, porém, o rendimento dos cortes cárneos não diferiu entre os grupos TC+ e TC-. No entanto, Bonilha et al. (2007) avaliaram as proporções dos quartos da carcaça de bovinos selecionados para peso pós-desmama e encontraram diferença significativa nos pesos de abate e carcaça, traseiro, dianteiro e ponta de agulha e observaram que, de maneira geral, animais Zebu apresentaram maior proporção de traseiro.

Economicamente, seria desejável maior rendimento do traseiro, uma vez que nele contém as partes de cortes cárneos magros de alto valor (KEANE e ALLEN, 1998), apesar dos cortes do dianteiro da carcaça também serem importantes no comércio, uma vez que, muitos consumidores buscam cortes cárneos de menor valor econômico.

Para o frigorífico interessa, entre outros fatores, carcaças mais pesadas, com maior rendimento de traseiro e de seus cortes básicos aparados, embora esse interesse não signifique vantagens econômicas adicionais ao produtor, que recebe basicamente pelo peso da carcaça (BONILHA, 2007).

Como os cortes básicos das carcaças brasileiras são o dianteiro com cinco costelas, a ponta de agulha e o traseiro, constituído dos cortes cárneos mais valorizados, deve-se buscar maior rendimento de traseiro (SUGISAWA et al., 2006). De acordo com os dados deste estudo, as taxas de crescimento apresentadas pelos grupos genéticos no período de terminação, bem como os PVF e maior PCF, podem ter refletido no ganho de peso dos cortes

cárneos na porção dianteira e traseira das carcaças (Tabela 6), mas não o suficiente para diferir os pesos entre os grupos de TC.

Características qualitativas da carne

O resultado de desempenho (tabela 3) de ambos grupos de TC pode ter influenciado a ausência de efeito para a maioria das características qualitativas da carne, exceto o valor de L* (luminosidade) e a* (intensidade do vermelho) ($P \leq 0,005$). Animais selecionados para maior crescimento, têm a maturidade tardia, o que diminui a capacidade oxidativa muscular pelo aumento da proporção das fibras tipo IIx (metabolismo glicolítico). As proporções e deslocamento do tipo de fibra muscular variam consideravelmente durante o crescimento do animal e entre animais magros e musculosos (OKSBJERG e THERKILDSSEN, 2017; PURSLOW, 2017). Estas dissimilaridades podem, portanto, estar diretamente associadas a variações de cor devido a diferenças na concentração da quantidade de pigmentos heme, especialmente a mioglobina (ASTRUC e VENIEN, 2017). Em pesquisa avaliada por Greenwood et al. (2009), analisaram o crescimento muscular do *Longissimus* de bovinos durante o desmame e pós-desmame e constataram um aumento na proporção de miofibras tipo I (oxidativa lenta) de animais crescidos lentamente ou rapidamente durante o pós-desmame.

Com isso, o maior PVF supõe que os animais de alto e baixo TC para crescimento selecionados pós-desmame eram precoces, e possivelmente, tiveram menor proporção de fibras tipo IIx, de acordo com o efeito significativo na cor dos cromas L* e a*. Esse resultado concorda com a afirmação de Gerrard e Grant (2006) quanto maior a proporção de fibras do tipo I, mais avermelhada será a característica da carne devido a quantidade de mioglobina.

Como a cor da carne é influenciada pela concentração e estado físico-químico da mioglobina, uma proteína heme sarcoplasmática (MANCINI, 2009; MANCINI e HUNT, 2005; NEETHLING et al., 2017), o valor de a* pode ser considerado mais importante que b* devido a sua estabilidade da cor da carne, pois seu valor varia de vermelho a verde, e está relacionado com a mudança de cor causada pela formação de metamioglobina durante o processo de envelhecimento da carne (PAGE et al., 2001), fator de extrema importância para o processo de maturação.

Isso indica, que de acordo com os dados dos cromas L* e a* (Tabela 7), ambos grupos de TC apresentaram a carne com coloração avermelhada, e possivelmente, pouco ou nenhum teor de gordura intramuscular, uma vez que, o teor de gordura na carcaça é um dos

fatores intrínsecos que influenciam também na cor da carne, concordando com a afirmação de Dunne et al. (2004), quanto maior a gordura intramuscular, maior será o valor do croma L^* . Estes mesmos autores compararam a cor do músculo *Longissimus* e tecido adiposo de progênies da raça Belgian Blue vs Holstein-Friesian de alto potencial para produção de leite e carne com diferentes pesos para abate, observou que, os touros Belgian tinham maior valor do croma L^* no *Longissimus* que as progênies de Holstein-Friesians e não encontraram diferença significativa para o croma L^* entre as progênies com pesos menores.

Por outro lado houve efeito significativo no tempo de maturação das carnes para os cromas L^* , a^* e b^* ($P \leq 0,05$). As alterações observadas nas coordenadas de cor durante a maturação são esperadas, pois ocorrem o processo de proteólise de estruturas celulares, com consequente redução da capacidade de retenção de água (HUFF-LONERGAN; LONERGAN, 2005). Como no presente trabalho, os grupos genéticos selecionados eram da mesma raça e com crescimento semelhantes, a capacidade de retenção de líquidos pelos músculos *Longissimus* avaliados e a deposição de gordura na carcaça dos animais não foram suficientes para modificar os valores de PPC, pois quanto menor o grau de gordura na carcaça, menor será a perda de água. Segundo Nardon et al (2001), uma das razões das diferenças entre raças, para essa característica, deve-se as diferentes capacidades de retenção de líquidos pela musculatura.

Razook et al. (2001) estudaram os efeitos entre grupos genéticos de diferentes raças bovinas e da seleção para peso pós-desmama com animais selecionados da 15ª geração do Instituto de Zootecnia de Sertãozinho e não encontraram diferenças na PPC entre os grupos de animais. Nardon et al. (2001) pesquisaram as mesmas características pós-desmama, mas com outra geração de progênies, e também não encontraram diferença significativa entre as raças com relação a PPC em amostras do músculo *Longissimus*.

A força de cisalhamento também não foi influenciada pelas diferenças na taxa de crescimento pós-desmama. Renand et al. (2001) observaram que animais com maior taxa de crescimento apresentaram uma tendência em produzir carne mais macia sem alterar o sabor e a suculência das mesmas. Therkildsen et al. (2002) relataram a possibilidade da maciez da carne ser afetada pela taxa de crescimento, sendo essa relação estabelecida pelo aumento da fragmentação miofibrilar no *post-mortem*, apresentada por animais com maior taxa de crescimento. Apesar dos animais de alto potencial genético para crescimento expressarem melhor PVF no período final de confinamento, esse resultado não foi suficiente para alterar a maciez da carne entre os grupos de TC, apenas o tempo de maturação reduziu linearmente a FC ($P \leq 0,005$), como esperado.

Para Stolowski et al. (2006) na carne de animais com grande porcentagem de genes zebuínos, a maturação por 14 dias não seria eficiente para tornar a carne mais macia, o que contrasta com os resultados obtidos neste estudo, pois os resultados observados após 14 dias de maturação apresentaram valores considerados macios (Tabela 7). Sabe-se que, geralmente a FC da carne aumenta conforme a porcentagem de *Bos indicus* (O'CONNER et al., 1997) e que a raça Nelore apresenta menor quantidade de gordura na carcaça que influencia na FC. De acordo com Koohmaraie et al. (1996) e King et al. (2003) a FC é maior em carcaças com menor espessura de gordura devido ao encurtamento das fibras musculares pelo frio, fato que não foi observado neste estudo, pois a gordura subcutânea na carcaça de ambos grupos de TC foi suficiente para evitar o encurtamento do sarcômero (Tabela 7).

Outro fator que pode colaborar com os resultados de FC são as atividades das enzimas CAPN e CAST durante o processo de *post-mortem*. De acordo com os autores Boehm et al. (1998) e Koohmaraie e Geesink (2006) há vários fatores que influenciam a maciez da carne, mas o sistema CAPN é considerado primário e determinante. A atividade da CAPN é semelhante em todos os tipos de raça na primeira hora no *post-mortem*, sendo primeiramente regulada por condições celulares (como pH) e CAST (WRIGHT et al., 2018).

Diante dessas informações, supõe-se que os animais de ambos grupos de TC poderiam apresentar menor atividade da CAST devido a seleção genética, e consequentemente, evitar que a CAPN seja inibida, prolongando assim sua atividade durante a maturação, no entanto, provavelmente a seleção dos animais não influenciou a atividade dessas enzimas, não alterando, portanto a maciez da carne entre os grupos de TC selecionados pós-desmama. Embora Wulf et al. (1996) tenha encontrado diferenças nos valores de FC encontradas comparando as progênies da raça Charolês e Limousin que persistiram após longos períodos de maturação. Estes mesmos autores afirmaram que, a melhoria genética na maciez da carne pode ser alcançada por seleção dentro da raça, através de testes de progênie, com base na CAST e/ou na FC.

Finalmente, conclui-se que é importante considerar a existência de efeitos não genéticos durante todo o ciclo produtivo, na fase de crescimento do animal, e também, nos fatores do *post-mortem*, possibilitando assim, empregar rápidas taxas de crescimento e melhorias na qualidade da carne de bovinos confinados.

8. CONCLUSÃO

Com base nos resultados deste estudo, pode-se concluir que diferenças no potencial de crescimento pós-desmama não alteram a maioria das características de desempenho, carcaça e qualidade de carne, avaliadas no período de terminação.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No mercado moderno da carne, os pecuaristas são pressionados pelas exigências dos consumidores e focam em aumentar a produtividade para suprir a demanda, modificando geneticamente uma população pela da seleção de bovinos com características desejáveis para o sistema produtivo. Para alcançar um produto final (carne) com alto padrão de qualidade, requer conhecimento de todo o ciclo de produção, o enfoque para esse progresso é a redução à idade ao abate com animais pesados e carcaças com acabamento de gordura.

Para isso, o melhoramento genético tende a ser incluído cada vez mais nos rebanhos bovinos, a fim de, selecionar animais com potencial genético para crescimento através dos dados das progênies em determinada fase de crescimento.

As informações deste trabalho indicam que a seleção dos animais com alto e baixo potencial de crescimento no período de pós-desmame não modificam as características de desempenho e qualidade de carne de bovinos Nelore confinados, possivelmente, na fase subsequente (terminação) os animais estavam em outro estágio fisiológico de crescimento e alimentação em relação ao período em que foram selecionados. Assim, há necessidades de estudos para analisar a seleção de animais com esse potencial em outras fases de crescimento do animal.

Neste contexto, o presente trabalho torna disponível à comunidade acadêmica e científica informações importantes para as pesquisas nas áreas de características de carcaça e qualidade da carne, promovendo divulgação dos resultados e incentivando os pecuaristas a modernizar o sistema produtivo na obtenção de um produto final mais adequado para o mercado da carne.

10. ANEXO

Ficha para análise sensorial contendo a escala hedônica estrutura de 9 pontos (9 = adorei, 1 = detestei).

Nome: _____			Amostra: _____			Provador: _____		
Antes de provar a amostra, por favor coma um pedaço da bolacha e tome um gole de água.								
PROVE A AMOSTRA – Obs: marque as respostas com um X dentro do balão referente à sua opinião.								
1. De um modo GERAL de satisfação, o quanto você gostou ou desgostou da amostra?								
Detestei	Desgostei muito	Desgostei moderado	Desgostei ligeiramente	Nem gostei Nem desgostei	Gostei ligeiramente	Gostei moderado	Gostei muito	Adorei
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2. O quanto você gostou ou desgostou do SABOR da amostra?								
Detestei	Desgostei muito	Desgostei moderado	Desgostei ligeiramente	Nem gostei Nem desgostei	Gostei ligeiramente	Gostei moderado	Gostei muito	Adorei
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3. Você diria que o SABOR da amostra é:								
Muito fraco	Fraco	Nem fraco Nem forte	Forte	Muito forte				
☐	☐	☐	☐	☐				
4. O quanto você gostou ou desgostou da MACIEZ da amostra?								
Detestei	Desgostei muito	Desgostei moderado	Desgostei ligeiramente	Nem gostei Nem desgostei	Gostei ligeiramente	Gostei moderado	Gostei muito	Adorei
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5. Você diria que, com relação à MACIEZ , a amostra é:								
Muito dura	Dura	Nem macia Nem dura	Macia	Muito macia				
☐	☐	☐	☐	☐				
6. O quanto você gostou ou desgostou da SUCULÊNCIA da amostra?								
Detestei	Desgostei muito	Desgostei moderado	Desgostei ligeiramente	Nem gostei Nem desgostei	Gostei ligeiramente	Gostei moderado	Gostei muito	Adorei
☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
7. Você diria que a SUCULÊNCIA da amostra é:								
Muito seca	Seca	Nem seca Nem úmida	Úmida	Muito úmida				
☐	☐	☐	☐	☐				

Fonte: AMSA, 2015.

11. REFERÊNCIAS

- ABRIL, M.; CAMPO, M.M.; ÖNENÇ, A.; SAÑUDO, C. et al. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. **Meat Science**, Amsterdam, v.58, p.69-78, 2001.
- ALBUQUERQUE, L. G.; MEYER, K. Estimates of direct and maternal genetic effects for weights from birth to 600 days of age in Nelore cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.118, p.83-92, 2001.
- ALENCAR, M. M. Critérios de seleção em bovinos de corte no Brasil. In: Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, 4, 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBMA. Disponível em: <http://www.sbmaonline.org.br/anais/iv/palestras/ivp07.pdf>. 2002.
- ALLEONI, G.F.; LUCHIARI FILHO, A.; BOIN, C. et al. Características de carcaça e desempenho em confinamento de novilhos Caracu comparados com novilhos Nelore. **ARS Veterinária**, v.13, n.2, p.141-149, 1997.
- ALTARRIBA, J.; VARONA, L.; MORENO, C. et al. Consequences of selection for growth on carcass and meat quality in Pirenaica cattle. **Livestock Production Science**, v.95, p.103-114, 2005.
- AMSA. Meat color measurement guidelines. **Meat Science**, Amsterdam, IL. p.36, 2015.
- ARAÚJO, F.R.C. The use of real-time ultrasound to estimate variance components for growth and carcass traits in Nelore cattle. **Dissertação - Mestrado** – Department of Animal Science, University of California, Davis, 56f, 2003.
- ARAÚJO, C. V.; LÔBO, R. B.; FIGUEIREDO, L. G. G. et al. Estimates of genetic parameters of growth traits of Nelore cattle in the Midwest region of Brazil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador, v.15, n. 4, p.846-853, 2014.
- ARENDONK, VAN J. et al. Animal breeding and genetics. **Lecture Notes ABG** – 20304, Wageningen, 2002.
- ARRIGONI, M. B.; ALVES JUNIOR, A.; AMORIM DIAS. et al. Estudo dos efeitos da restrição alimentar nas características das fibras musculares de bovinos jovens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, p. 87, 1998.
- ARRIGONI, M. D.B. **Eficiência produtiva de bovinos de corte: modelo biológico superprecoce**. Botucatu: FMVZ/UNESP, p.428, 2003.
- ARRIGONI, M. B. et al. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.39, n.10, p.1033-1039, 2004.
- ASTRUC, T.; VENIEN, A. Muscle fibre type and beef quality. **In: Ensuring safety and quality in the production of beef**. Michael E. Dikeman, p. 1-23, 2017.

BANKS, R. G.; ROSS, I. S. Information flow in lamb supply chains - Implications for terminal sire breeding. **Proceedings of the 15th conference of the Association for the Advancement of Animal Breeding and genetics**, p.334–337, 2003.

BEEF POINT. **Seleção de bovinos Nelore para ganho de peso: Desempenho de confinamento e características de carcaça**. 2013. Disponível em: <http://www.beefpoint.com.br/selecao-de-bovinos-nelore-para-ganho-de-peso-desempenho-de-confinamento-e-caracteristicas-de-carcaca-7214/> Acesso em: 05 mai. 2018.

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

BERGEN, R. et al. Genetic correlations between live yearling bull and steer carcass traits adjusted to different slaughter end points. Carcass lean percentage. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.84, p.546–557, 2006.

BERTRAND, J. K. Using actual and ultrasound carcass information in beef genetic evaluation programs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.58–63, 2009.

BERTRAND, J.K.; GREEN, R.D.; HERRING, W.O. et al. Genetic evaluation for beef carcass traits. **Journal of Animal Science**, v.79, p.190-200, 2001.

BOEHM, M. L.; KENDALL, T. L.; THOMPSON, V. F. et al. Changes in the calpains and calpastatin during postmortem storage of bovine muscle. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2415–2434, 1998.

BOLIGON, A. A.; RORATO, P. R. N.; WEBER, T. et al. Herdabilidades para ganho de peso da desmama ao sobreano e perímetro escrotal ao sobreano e tendência genética e fenotípica para ganho de peso da desmama ao sobreano em bovinos Nelore-Angus. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1323-1328, 2006.

BOLIGON, A. A. et al. Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2320-2326, 2009.

BONILHA, S. F. M. et al. Evaluation of carcass characteristics of Bos indicus and tropically adapted Bos taurus breeds selected for postweaning weight. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.86, p.1770-1780, 2008.

BONILHA, S. F. M. et al. Características de carcaça de bovinos Nelore, Caracu, Guzerá e Gir selecionados para peso pós-desmame. **Boletim de Indústria animal**, Nova Odessa, v.69, n.1, p.63-69, 2012.

BONIN, M. N. et al. Estudo da influência de touro e de genearca da raça Nelore nos aspectos quantitativos e qualitativos de carcaça e da carne. **Dissertação de Mestrado** – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, p.179, 2008.

BONIN, M. N. et al. Características de carcaça e qualidade de carne em linhagens da raça Nelore. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.10, p.1860-1866, 2014.

- BOURDON, R. M. **Understanding animal breeding**. 2ª Edição. New Jersey: Prentice Hall, 1997.
- BRITO, F. V et al. **Interação genótipo-ambiente em bovinos de corte**: aspectos técnicos e aplicabilidade. Porto Alegre: Gensys, 2007.
- BRITO, F. L. et al. Variação espacial de fatores biofísicos e socioeconômicos que afetam a produção de caprinos no Brasil. In: Congresso de pesquisa, ensino e extensão, 8. Reunião anual da sociedade brasileira para o progresso da ciência, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBPC, 2011.
- BULLOCK, K. D.; BERTRAND, J. K.; BENYSHERK, L. L. Genetic and environmental parameters for mature weight and other growth measures in Polled Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, n.7, p.1737-1741, 1993.
- BULTOT, D. et al. Performances and meat quality of Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus bulls fattened with two types of diet. In: Rencontre Des Recherches Sur Ruminants, Paris. **Proceedings...** Paris, p. 271, 2002.
- BURROW, H. M. et al. Quantitative and molecular genetic influences on properties of beef: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.41, p.893-919, 2001.
- CAMPION, B.; KEANE, M. G.; KENNY, D. A. et al. Evaluation of estimated genetic merit for carcass weight in beef cattle: Live weights, feed intake, body measurements, skeletal and muscular scores, and carcass characteristics. **Livestock Science**, v.126, p.87–99, 2009.
- CAMPION, B.; KEANE, M. G.; KENNY, D. A. et al. Evaluation of estimated genetic merit for carcass weight in beef cattle: Blood metabolites, carcass measurements, carcass composition and selected non-carcass components. **Livestock Science**, v.126, p.100–111, 2009.
- CANHOS, A. L.; DIAS, E. L. **Tecnologia de carne bovina e produtos derivados**. Campinas: ITAL, p.440, 1985.
- CASTRO BULLE, F.C.P.; PAULINO, P.V.; SANCHES, A.C.; SAINZ, R.D. Growth, carcass quality, and protein and energy metabolism in beef cattle with different growth potentials and residual feed intakes. **Journal of Animal Science**, v.85, p.928–936, 2007.
- CEACERO, M. T. et al. Phenotypic and Genetic Correlations of Feed Efficiency Traits with Growth and Carcass Traits in Nellore Cattle Selected for Postweaning Weight. **Plos One**, v.11, p1-11, 2016.
- CHAMPREDONDE, M.; VITROLLES, D.; CASABIANCA, F. Y.; CERDAN, C. La Pampa como indicación geográfica para diferenciar carnes vacunas en Argentina y en Brasil: motivaciones y limitantes. **Agroalimentaria**, v.20, p.35-52, 2014.
- CHEN, J.; WANG, Y.; ZHANG, D. et al. Estimation of economic values for production and functional traits in Chinese Holstein. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.8, p. 2125–2132, 2009.

CLARKE, M.; DRENNAN, M. J.; MCGEE, M. et al. Live animal measurements, carcass composition and plasma hormone and metabolite concentrations in male progeny of sires differing in genetic merit for beef production. **Animal**, v.3(7), p.933-945, 2009.

CLARKE, M.; DRENNAN, M. J.; MCGEE, M. et al. Intake, growth and carcass traits in male progeny of sires differing in genetic merit for beef production. **Animal**, v.3(6), p.791-801, 2009.

CORDOVÉS, C. O. **Carrapato: controle ou erradicação**. Guaíba: Agropecuária, 1997.

COUTINHO, C. C.; MERCADANTE, M. E. Z.; JORGE, A. M. et al. Growth curves of carcass traits obtained by ultrasonography in three lines of Nellore cattle selected for body weight. **Genetics and Molecular Research**, v.14 (4), p.14076-14087, 2015.

CREWS, D. H. JR. The relationship between beef sire carcass EPD and progeny phenotype. **Journal of Animal Science**, v.82, p.503–506, 2002.

CROSS, H. R. et al. Comparisons of methods for measuring sarcomere length in beef semitendinosus muscle. **Meat Science**, Amsterdam, v.5, p.261-266, 1980.

DAL-FARRA, R. A.; ROSO, V. M.; SCHENKEL, F. S. Efeitos de ambiente e heterose sobre o ganho de peso do nascimento ao desmame e sobre os escores visuais ao desmame de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.3, p. 1350-1361, 2002.

DAYEY, C. L.; GILBERT, K. V. **Journal of Food Science**, Hoboken, v.34, p.69-74, 1969.

DIAS, L. T.; ALBUQUERQUE, L. G.; TONHATI, H. et al. Estimação de parâmetros genéticos para peso em diferentes idades para animais da raça Tabapuã. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1914-1919, 2005.

DIKEMAN, M. E.; POLLAK, E. J.; ZHANG, Z et al. Phenotypic ranges and relationships among carcass and meat palatability traits for fourteen cattle breeds, and heritabilities and expected progeny differences for Warner-Bratzler shear force in three beef cattle breeds. **Journal Animal Science**. v.83, p.2461–2467, 2005.

DUNNE, P. G.; KEANE, M. G.; O MARA, F. P. et al. Colour of subcutaneous adipose tissue and M. *longissimus dorsi* of high index dairy and beef×dairy cattle slaughtered at two liveweights as bulls and steers. **Meat Science**, Amsterdam, v.68, p.97-106, 2004.

EGITO, A. A. et al. Programa brasileiro de conservação de recursos genéticos animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.51, p.39-52, 2002.

ELZO, M. A. et al. Genetic variation and prediction of additive and nonadditive genetic effects for six carcass traits in an Angus-Brahman multibreed herd. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.76, p.1810–1823, 1998.

FERRAZ, J. B. S.; P. E. FELÍCIO. Production systems– An example from Brazil. **Meat Science**, Amsterdam, v.84, p.238–243, 2010.

FARIA, C. U. et al. Impactos dos Acasalamentos Genéticos Otimizados na Produtividade dos Rebanhos Bovinos de Corte. In: **Princípios e resultados de pesquisas científicas do Programa Nelore Brasil**. Ribeirão Preto: ANCP, p.15-26, 2008.

FELÍCIO, P.E. Carne de touro jovem. **Revista Nacional da Carne**, n.243, p.91-92, 1997.

FELÍCIO, P. E. Desdobramento da Função Qualidade da Carne Bovina. **Higiene Alimentar**, v.12, p.16-22, 1998.

FERNANDES, H. D.; FERREIRA, G. B. Estudo Comparativo de Sete Diferentes Modelos Estatísticos para a Característica Ganho de Peso em Bovinos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1340-1348, 2000.

FERREIRA, J. J.; MENEZES, L. F. G.; RESTLE, J. et al. Características de carcaça de vacas de descarte e novilhos mestiços Charolês × Nelore em confinamento sob diferentes frequências de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1974-1982, 2009.

FIEMS, L. O., CAMPENEERE, S. D., DE SMET, S. et al. Relationship between fat depots in carcasses of beef bulls and effect on meat colour and tenderness. **Meat Science**, Amsterdam, v.56(1), p.41-47, 2000.

FRIES, L. A. Uso de escores visuais em programas de seleção para produtividade em gado de corte. In: ABCZ (eds), Seminário Nacional – Revisão de Critérios de Julgamento e Seleção em Gado de Corte, Uberaba, p.15-21, 1996.

GERRARD, D. E.; GRANT, A. L. **Principles of animal growth and development**. Kendall/Hunt Publishing Company, p.264, 2006.

GOLDEN, B. L.; GARRICK, D. J.; NEWMAN, S. et al. Economically relevant traits: A framework for the next generation of EPDs. In: **Annual Research Symposium and Annual Meeting**, Wichita, Kansas, p.2-13, 2000.

GREEN, R. D.; FIELD, T. G.; HAMMETT, N. S. Can cow adaptability and carcass acceptability both be achieved? **Journal of Animal Science**, v.77, p1-20, 2000.

GREENWOOD, P. L.; TOMKINS, N. W.; HUNTER, R. A. et al. Bovine myofiber characteristics are influenced by postweaning nutrition. **Journal of Animal Science**, v.87, p.3114–3123, 2009.

GREINER, S. P. Understanding Expected Progeny Differences (EPDs). Communications and Marketing, **College of Agriculture and Life Sciences**, Virginia Polytechnic Institute and State University, 2009. Disponível em: https://pubs.ext.vt.edu/400/400-804/400-804_pdf.pdf. Acesso em: 17 dez. 2017.

GRIZARD, J.; DARDEVET, D.; PAPET, I. et al. Nutrient regulation of skeletal muscle protein metabolism in animals. The involvement of hormones and substrates. **Nutrition Research Reviews**, v.8, p.67-91, 1995.

GUARAGNA, G. P.; CARVALHO, J. B. P.; GAMBINI, L. B. et al. Resistência comparativa de tourinhos das raças Holandesa e Mantiqueira à infestação artificial de

carrapato (*Boophilus microplus*, Canestrini). **Boletim de Indústria Animal**, v.49, n.2, p.73-82, 1992.

GWARTNEY, B. L. et al. Use of expected progeny differences for marbling in beef: II. Carcass and palatability traits. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.74, p.1014-1022, 1996.

INSAUSTI, K.; BERIAIN, L. M.; PURROY, A. Colour Stability of beef from diferente Spanish native cattle breeds stored under vacuum and modified atmosphere. **Meat Science**, Amsterdam, v.53, p.241-249, 1999.

HARPER, G. S.; PETHICK, D. W. Fatness in production animals: Using genetic and environmental levers to meet consumer demand. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, v.13, p.37, 2004.

HOCQUETTE, J. F. et al. Recent advances in cattle functional genomics and their application to beef quality. **Journal Animal Science**. Savoy, v.1, p.159–173, 2007.

HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, Amsterdam, v.49 (4), p.447–457, 1998.

HOPKINS, D. L.; FOGARTY, N. M.; MORTIMER, S. I. Genetic related effects on sheep meat quality. **Small Ruminant Research**, v.101, p.160–172, 2011.

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

KEANE, M. G.; DISKIN, M. G. Performance and carcass traits of progeny of Limousin sires differing in genetic merit. **Journal of Agricultural and Food Research**, v.46, p.63-76, 2007.

KING, D. A.; DIKEMAN, M. E.; WHEELER, T. L. et al. Chilling and cooking rate effects on some myofibrillar determinants of tenderness of beef. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1473–1481, 2003.

KLONT, R. E.; BROCKS, L.; EIKELENBOOM, G. Muscle fibre type and meat quality. **Meat Science**, Barking, v.49, Suppl. 1, p.S219-S229, 1998.

KOCH, R.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E. Heritabilities and genetic, environmental and phenotypic correlations of carcass traits in a population of diverse biological types and their implications selection programs. **Journal of Animal Science**, v.55, n.6, p.1319-1329, 1982.

KOCH, R. M., CUNDIFF, L. V., GREGORY, K. E. et al. Genetic response to selection for weaning weight or yearling weight or yearling weight and muscle score in Hereford cattle: Efficiency of gain, growth, and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, v.82, p.668-682, 2004.

KOOHMARAIE, M. et al. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? **Meat Science**, Barking, v.62, p.345, 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.34-43, 2006.

KOURY FILHO, W. Escores visuais e suas relações com características de crescimento em bovinos de corte. **Tese (Doutorado em Zootecnia)** – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 117f, 2005.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G; FORNI, S. et al. Estimativas de parâmetros genéticos para os 11 escores visuais e suas associações com peso corporal em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1015-1022, 2010.

LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, p.384, 2005.

LIMA NETO, H.R.; BERGMAN, J.A.G.; GONÇALVES, T.M. et al. Parâmetros genéticos para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia em bovinos da raça Guzerá. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.251-258, 2009.

LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; OLIVEIRA, H. N. et al. Avaliação genética de animais jovens, touros e matrizes. Ribeirão Preto: **Gemac** – Departamento de Genética – FMRP – USP, p.90, 2000.

LÔBO, R. B. et al. Perfil genético dos principais touros fundadores da raça Nelore na base de dados do PMGRN-USP. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, p.40, 2003.

LOPES, F.B. et al. Ajustes de curvas de crescimento em bovinos nelore da região norte do Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.3, p.607-617, 2011.

LOPES, L.S.; LADEIRA, M.M.; GONCALVES, T.M. et al. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p.970-977, 2012.

LOPES, F. B. et al. Selection Indices and Multivariate Analysis Show Similar Results in the Evaluation of Growth and Carcass Traits in Beef Cattle. **Plos One**, v.11, p.1–21, 2016.
MAHER, S. C. et al. Variation in the eating quality of *M. Longissimus dorsi* from Holstein-Friesian bulls and steers of New Zealand and European/American descent, and Belgian Blue x Holstein-Friesians, slaughtered at two weights. **Livestock Production Science**, v.90, p.271-277, 2004.

MALTIN, C. A. et al. Factors influencing beef eating quality 2. Effects of nutritional regimen and genotype on muscle fibre characteristics. **Animal Science**, v.72, n.2, p.279-287, 2001.

MANCINI, R. A. Meat color. **Improving the Sensory and Nutritional Quality of Fresh Meat**. p. 89-110, 2009.

MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, v.71(1), p.100-121, 2005.

- MARIANTE, A. S. et al. Present status of the conservation of livestock genetic resources in Brazil. **Livestock Production Science**, v.120, p.204–212, 2009.
- MARSHALL, D. M. Breed differences and genetic parameters for body composition traits in beef cattle. **Journal Animal Science**, v.72, p.2745– 2755, 1994.
- MCGEE, M.; KEANE, M.G.; NEILAN, R. et al. Production and carcass traits of high dairy genetic merit Holstein, standard dairy genetic merit Friesian and Charolais×Holstein–Friesian male cattle. **Irish Journal of Agricultural and Food Research**, v.44, p.215–231, 2005.
- MCKIERNAN, W. A.; WILKINS, J. F.; BARWICK, S. A. et al. CRC regional combinations Project – Effects of genetics and growth paths on beef production and meat quality: experimental design, methods and measurements. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.45, n.7, p.959-969, 2005.
- MCMANUS, C.; COBUCCI, J.; BRACCINI NETO, J.; PAIVA, S. Decision making in animal breeding programs and their consequences for animal production. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.35, n.2, p.69-76, 2011.
- MERCADANTE, M.E.Z.; RAZOOK, A.G.; TROVO, J.B.F. et al. Parâmetros genéticos do peso no início da estação de monta, considerando indicativo do peso adulto de matrizes Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1135-1144, 2004.
- MEYER, K.; JOHNSTON, D.; GRASER, H. Estimates of the complete genetic covariance matrix for traits in multi-trait genetic evaluation of Australian Hereford cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.55, p.195-210, 2004
- MORTIMER, S. I. et al. Genetic parameters for meat quality traits of Australian lamb meat. **Journal of Animal Science**, v.96, p.1016-1024, 2014.
- MUCARI, T. B.; OLIVEIRA, J. A. Análise genético-quantitativa de pesos aos 8, 12, 18 e 24 meses de idade em um rebanho da raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1604-1613, 2003.
- NARDON, R. F. et al. Efeitos da raça do bovino e seleção para peso pós-desmama na quantidade da porção comestível da carcaça e na qualidade da carne. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.58, p.21-34, 2001.
- NARDON, R. F.; RAZOOK, A. G.; SAMPAIO, A. A. M. et al. Efeitos da raça do bovino e da seleção para peso pós-desmama na quantidade da porção comestível da carcaça e na qualidade da carne. **Boletim de Indústria Animal**, v.58, n.1, p.21-34, 2001b.
- NAUSS, K. M.; DAVIES, R. E. Changes in Phosphate Compounds during the Development and Maintenance of Rigor Mortis. **The Journal of Biological Chemistry**, v.241, p.2918-2922, 1966.
- NEETHLING, N. E.; SUMAN, S. P.; SIGGE, G. O. et al. Exogenous and Endogenous Factors Influencing Color of Fresh Meat from Ungulates. **Meat and Muscle Biology**, v.1(1), p.253-275, 2017.

- NEWMAN, S. et al. Genetic improvement of beef cattle in New Zealand: breeding objectives. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.32, p.111-130, 1992.
- NOBRE, P. R. C. et al. Curvas de crescimento de gado nelore ajustadas para diferentes frequências de pesagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, p.1027-1037, 1987.
- NOBRE, P. R. C.; MISZTAL, I.; TSURUTA, S. et al. Analyses of growth curves of Nellore cattle by multiple-trait and random regression models. **Journal of Animal Science**, v.81, p.918-926, 2003.
- O'CONNER, S. F.; TATUM, J. D.; WULF, D.M. et al. Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1822-1830, 1997.
- OKSBJERG, N.; THERKILDSEN, M. Myogenesis and Muscle Growth and Meat Quality, Purslow. **New Aspects of Meat Quality**, v.3, p.33-62, 2017.
- OKUT, H.; WU1, X.; ROSA, G. J. M. et al. Predicting expected progeny difference for marbling score in Angus cattle using artificial neural networks and Bayesian regression models. **Genetics Selection Evolution**, p.45:34, 2013.
- OLIVEIRA, H. N. Comparação de critérios de seleção em gado de corte. **Tese de Livre Docência**. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia de Botucatu/Universidade Estadual Paulista, p.133, 2003.
- OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, n.11, p.3138-3150, 1993.
- PAGE, J. K.; WULF, D. M.; SCHWOTZER, T. R. A survey of beef muscle color and pH. **Journal of Animal Science**, v.79(3), p.678-687, 2001.
- PARNELL, P. F.; HERD, R. M.; PERRY, D. et al. The Trangie Experiment – responses in growth rate, size, maternal ability, reproductive performance, carcass composition, feed requirements and herd profitability. **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**, v.20, p.17-20, 1994.
- PEREIRA, J.C.C.; RIBEIRO, S.H.A.; SILVA, M.A. et al. Análises genéticas de características ponderais e reprodutivas de fêmeas bovinas Tabapuã. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 57, n.2, p. 231-236, 2005.
- PEREIRA, M. C.; YOKOO, M. J.; BIGNARDI, A. B. et al. Altura da garupa e sua associação com características reprodutivas e de crescimento na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.613-620, 2010.
- PINHEIRO, T. R.; MERCADANTE, M. E. Z.; ALBUQUERQUE, L. G. et al. Selection for higher body weight in Nelore cattle is effective in achieving an increase of longissimus muscle area without reducing subcutaneous fat thickness. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1426-1432, 2012.

PORTO, R. G. et al. Perfil e hábitos do consumidor final de carnes em Pelotas-RS. **Revista Eletrônica de Administração**. Edição 54, v.12, n.6, 2006.

PURSLOW, P. P. The Structure and Growth of Muscle. **Meat Science**, v.3, p.49-97, 2017.

QUALI, A. Proteolytic and physicochemical mechanisms involved in meat texture development. **Biochimie**, v.74, p.251- 265, 1992.

RAZOOK. A. G.; BONILHA NETO, L. M.; FIGUEIREDO, L. A. et al. Seleção para peso pós-desmame em bovinos Nelore e Guzerá. I. Diferenciais e intensidade de seleção. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.45, n.1, p.241-271, 1988a.

RAZOOK. A. G.; BONILHA NETO, L. M.; FIGUEIREDO, L. A. et al. Seleção para peso pós-desmame em Nelore e Guzerá. II. Respostas direta e correlacionadas. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.45, n.2, p.273-315, 1988b.

RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; BONILHA NETO, L. M. et al. Selection for yearling weight in Nelore and Guzerá zebu breeds: selection applied and response in 15 years of progeny. In: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 6, Armidale. **Proceedings....** Armidale: NSW, p.133-136, 1998.

RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; NARDON, R. F. et al. Efeitos de raça e da seleção para peso pós-desmame sobre características de confinamento e de carcaça da 15a progênie dos rebanhos Zebu e Caracu de Sertãozinho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.115-124, 2001.

RENAND, G. et al. Relationship between muscle characteristics and meat quality traits of young Charolais bulls. **Meat Science**, v.59, n.1, p.49-60, 2001.

RESTLE, J., VAZ, F. N., FEIJÓ, G. L. D. Características de carcaça de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes composições raciais Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1371- 1379, 2000.

RIBEIRO, M. N.; PIMENTA FILHO, E. C.; MARTINS, G. A. et al. Herdabilidade para efeitos direto e materno de características de crescimento de bovinos Nelore no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1224-1227, 2001.

RIBEIRO, E. L. et al. Growth and carcass characteristics of pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact *Bos indicus* bulls. **Meat Science**, Amsterdam, v.68, p.285-290, 2004.

RILEY, D. G.; CHASE, C. C.; HAMMOND, A. C. et al. Estimated genetic parameters for palatability traits of Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v.81, p.54-60, 2003.

ROSA, A. N.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, H. N. et al. Peso adulto de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1027-1036, 2001.

RUBENSAM, J. M. et al. 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**, Campinas, v.18, n.4, p.405-409, 1998.

SAS. **Statistical Analyses System Institute** "SAS User's Guide: Statistic". SAS Institute INC., Cary, Carolina do Norte, 2009.

SASAKI, Y. The effectiveness of the best linear unbiased prediction of beef sires using field data collected from small farms. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3317–3321, 1992.

SHACKELFORD, S. D. et al. Development of optimal protocol for visible and near-infrared reflectance spectroscopic evaluation of meat quality. **Meat Science**, Amsterdam, v.68, n.3, p.371-81, 2004.

SILLENCE, M. N. Technologies for the control of fat and lean deposition in livestock. **The Veterinary Journal**, v.167, p.242-257, 2004.

SILVA, A. M.; ALENCAR, M. M.; FREITAS, A. R. et al. Herdabilidades e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2223-2230, 2000.

SILVA, S. L. et al. Correlações entre características de carcaça avaliadas por ultrassom e pós-abate em novilhos Nelore, alimentados com altas proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1236-1242, 2003.

SHIOTSUKI, L. et al. Genetic associations of sexual precocity with growth traits and visual scores of conformation, finishing, and muscling in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**. v.87, p.1591–1597, 2009.

SHORTHOSE, W.R. et al. Effects of growth and composition on meat quality. In: Growth regulation in farm animal. London: **Elsevier Applied Science**, p.515-555, 1991.

SMITH, G. C. Factors affecting the palatability of beef. In: Future beef operations seminar, 2001. **Proceedings...**Disponível em: <http://ansci.colostate.edu/ran/beef/index.html>. Acesso em: 8 jul. 2018.

SMITH, T. P. L. et al. Theory and application of genome-based approaches to improve the quality and value of beef. **Outlook on agriculture**, v.32, p.245-265, 2003.

SMITH, T. et al. Genetic parameters for growth and carcass traits of Brahman steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.85, p.1377-1384, 2007.

SOBRINHO, T. L. et al. Feedlot performance, feed efficiency and carcass traits in Nelore cattle selected for postweaning weight. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, p.125-129, 2013.

SORIA, L. A.; CORVA, P. M. Factores genéticos y ambientales que determinan la terneza de la carne bovina. **Archivos Latinoamericanos Produccion Animal**, v.12, n.2, p.73-88, 2004.

STOLOWSKI, G. D. et al. Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three Angus and Brahman breed crosses. **Meat Science**, Barking, v. 73, p. 475-483, 2006.

SUGUISAWA, L.; MATTOS, W. R. S., OLIVEIRA, H. N. et al. Correlações simples entre as medidas de ultrassom e a composição da carcaça de bovinos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.169-176, 2006.

SUMÁRIO DE TOUROS NELORE CFM. **Agro-Pecuária CFM** – São José do Rio Preto, p.46, 2017.

TALHARI, F. M.; ALENCAR, M. M.; MASCIOLI, A. S. et al. Correlações genéticas entre características produtivas de fêmeas em um rebanho da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.880-886, 2003.

THERKILDSEN, M. et al. Effect of growth rate on tenderness development and final tenderness of meat from Friesian calves. **Animal Science**, v. 74, n. 2, p. 253-264, 2002.

TOZER, P. R.; STOKEST, J. R.; Producer breeding objectives and optimal sire selection. **Journal Dairy Science**, v.85, p.3518–3525, 2002.

YOKOO, M. J., ALBUQUERQUE, L. G., LOBO, R. B. et al. Genetic and environmental factors affecting ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle. **Livestock Production Science**, v.117, p.147-154, 2008.

YOKOO, M. J.; LOBO, R. B.; ARAUJO F. R. C. et al. Genetic associations between carcass traits measured by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.88, p.52-58, 2010.

USDA/ARS. US Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Nutrient Data Laboratory. **Search The USDA National Nutrient Database for standard national nutrient database for Standard Reference**, Release 18. Disponível em <<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>>Acesso em 11 nov. 2017.

UTRERA, A. R.; VAN VLECK, L. D. Heritability estimates for carcass traits of cattle: A review. **Genetics and Molecular Research**, v.3, p.380–394, 2006.

VAN MELIS, M. H.; RIBEIRO, S. Selecionando para desempenho: peso e ganho de peso. In: TURCO, Cristiane de Paula (Org.) **Melhoramento genético ao alcance do produtor**. Bebedouro:Editora Scot Consultoria, p.27-48, 2006.

VAN VLECK, L. D. et al. Across-breed adjustment factors for expected progeny differences for carcass traits. **Journal of Animal Science**, v.85, p.1369-1376, 2007.

VISENTAINER, J. V. Aspectos analíticos da resposta do detector de ionização em chama para ésteres de ácidos graxos em biodiesel e alimentos. **Química Nova**, v.35, p.274-279, 2012.

WAMBURA, P. N.; GWAKISA, P. S.; SILAYO, R. S. et al. Breed-associated resistance to tick infestation in *Bos indicus* and their crosses with *Bos taurus*. **Veterinary Parasitology**, v.77, p.63-70, 1998.

WHEELER, T. L.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): carcass traits and longissimus palatability. **Journal of Animal Science**, v.74, n.5, p.1023-1035, 1996.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M. E. et al. Evaluation of attributies that affect longuisimus muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal Animal Science**, v.68, p.2716-2728, 1990.

WHIPPLE, G.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M. E. et al. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2716-2728, 1990b.

WULF, D. M.; TATUM, J. D.; GREEN, R. D. et al. Genetic influences on beef longissimus palatability in Charolais- and Limousin-sired steers and heifers. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2394-2405, 1996.

WRIGHT, A. S. et al. Brahman genetics influence muscle fiber properties, protein degradation, and tenderness in an Angus-Brahman multibreed herd. **Meat Science**, Amsterdam, v.135, p.84-93, 2018.

ZAMORA, F.; CHAIB, F.; DRANSFIELD, E. Calpains and calpastatin from cold shortened bovine *M. longissimus lumborum*. **Meat Science**, Barking, v.49, p.127–133, 1998.