

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP**

**CAMPUS DE JABOTICABAL**

**ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE CARACTERÍSTICAS DA  
CARÇA E CARNE COM CARACTERÍSTICAS DE  
CRESCIMENTO EM BOVINOS NELORE**

**Rafael Lara Tonussi**

**Zootecnista**

**2013**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP**

**CAMPUS DE JABOTICABAL**

**ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE CARACTERÍSTICAS DA  
CARÇA E CARNE COM CARACTERÍSTICAS DE  
CRESCIMENTO EM BOVINOS NELORE**

**Rafael Lara Tonussi**

**Orientadora: Profa. Dra. Lucia Galvão de Albuquerque**

**Coorientador: Dr. Fernando Sebastián Baldi Rey**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento Animal

**2013**

Tonussi, Rafael Lara  
T667e Associação genética entre características da carcaça e carne com  
características de crescimento em bovinos Nelore / Rafael Lara  
Tonussi. -- Jaboticabal, 2013  
xvi, 33 f.: il.; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013  
Orientadora: Lucia Galvão de Albuquerque  
Banca examinadora: Danisio Prado Munari, Maria Eugênia Zerlotti  
Mercadante  
Bibliografia

1. Área de olho de lombo. 2. Maciez. 3. Correlação genética. 4.  
Bovinos de corte I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências  
Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:363.082

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



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

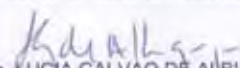
**TÍTULO:** ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E CARNE COM CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO EM BOVINOS NELORE

**AUTOR:** RAFAEL LARA TONUSSI

**ORIENTADORA:** Profa. Dra. LUCIA GALVAO DE ALBUQUERQUE

**CO-ORIENTADOR:** Prof. Dr. FERNANDO SEBASTIÁN BALDI REY

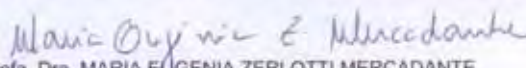
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM GENÉTICA E MELHORAMENTO ANIMAL, pela Comissão Examinadora:

  
Profa. Dra. LUCIA GALVAO DE ALBUQUERQUE

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

  
Prof. Dr. DANISIO PRADO MUNARI

Departamento de Ciências Exatas / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

  
Profa. Dra. MARIA EUGENIA ZERLOTTI MERCADANTE

Instituto de Zootecnia / Sertãozinho/SP

Data da realização: 26 de fevereiro de 2013.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

Rafael Lara Tonussi, nascido em Laranjal Paulista – São Paulo, no dia 05 de Outubro de 1.985, filho de João Batista Tonussi e Rosa Maria de Arruda Lara Tonussi. Iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Estadual de Maringá, PR. Em dezembro de 2009 concluiu a graduação, obtendo-se o título de Zootecnista. Em 2011 ingressou no curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento Animal, na faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) – Câmpus Jaboticabal, como bolsista, inicialmente CNPq e posteriormente da Fundação de Amparo à Pesquisa, FAPESP, sob orientação da professora Dra. Lucia Galvão de Albuquerque.

“Os nossos sonhos renascem, pois é preciso a gente lutar  
Mil coisas pra pensar, mil coisas pra gente fazer  
De repente o medo, o medo de vencer, esqueço que o mais importante da vida é  
viver  
É preciso ter fé, é preciso ter força é preciso a gente lutar  
Mas se um dia eu errar, não posso me sentir tão derrotado  
Sei que o importante é tentar, não posso ter pressa tenho que ser calmo  
A vida é uma estrada que temos que caminhar, posso até ser fraco, mas tenho  
uma força dentro de mim  
Está no que eu faço, está em minha vida, enfim é preciso lutar  
É preciso lutar, os sonhos renascem a cada instante, vale a pena olhar o  
horizonte e lá estão os nossos sonhos, as nossas lutas, a nossa força e a nossa  
fé  
É preciso ter fé, é preciso ter força, é preciso a gente poder lutar”  
(movimento MINI e T.L.C.)

Aos meus pais pelas oportunidades, dedicação, carinho  
e amor

Aos meus irmãos pelo apoio e companhia

Aos meus avós Joaquim (*in memorian*), Deolinda (*in  
memorian*), Baptistino (*in memorian*) e Thereza pelos valiosos  
ensinamentos

À Lilian (*in memorian*) pela dedicação aos estudos

DEDICO

Ao amor da minha vida, Ana Fabrícia, pelos inesquecíveis  
momentos, convivência e amor

OFEREÇO



## **AGRADECIMENTOS**

À Deus, pelo dom da vida e pelo infinito amor.

À minha orientadora Lucia pela oportunidade que me concedeu, pelos ensinamentos, colaboração e sugestões sem os quais não seria possível a realização dessa dissertação.

Ao meu co-orientador Fernando que sempre esteve presente e disposto a ajudar em todas as etapas desse trabalho, pelas sugestões, paciência e ensinamentos.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Danísio e Profa. Dra. Maria Eugênia, pelas valiosas sugestões.

Aos docentes do programa em Genética e Melhoramento Animal pelos ensinamentos.

Ao CNPq e a Fapesp pelo apoio financeiro, sem o qual, não seria possível a dedicação exclusiva às atividades da pós graduação.

Às fazendas pertencentes aos programas de melhoramento que disponibilizaram os dados.

Aos meus pais, João e Rosa, por todo amor, dedicação, apoio e educação. Exemplos de vida, perseverança, garra e caridade. Os melhores pais.

Aos meus irmãos Renato e Rosana pelo amor e apoio. Por todas as mensagens e e-mails trocados.

Às minhas tias Alice, Ana, Iracema, Maria e Regina por serem um exemplo de humildade e de ajuda ao próximo desde minhas primeiras lembranças até os dias de hoje.

Á minha querida “vó Tite” pelos ensinamentos e exemplo de vida. A qual amo infinitamente.

Ao amor da minha vida, Ana Fabrícia, por todo apoio, dedicação e ajuda. Pelo amor e paciência comigo.

Aos meus grandes amigos Tiago, Guilherme, Israel, Bruno, Paola, Pamela, Fabiana, Kattu II, Mara, Ligia, Carina, Renan e Carlos Eduardo pela agradável companhia e infinitas conversas.

À Larissa Gabriela por tornar as idas em Laranjal tão divertidas.

Aos meus amigos, Daniel e Espigolan, pela enorme força e ajuda na parte “prática” desse trabalho, pelas conversas, risadas e filosofia de vida.

Aos colegas e amigos da salinha Fabricia, Daniel, Espigolan, Inae, Luciana, Medeiros, Denise, Rodrigo, Arione, Fábio, Larissa, Dani, Willian, Marcos, Fabiele, Diogo, Luiz, Gerardo, Ana Paula, Natalia e Raphael por tornar o ambiente de trabalho e as pausas para o café mais agradáveis.

Aos meus amigos de república Max, Carlos, Thiago e Danilo e, agregadas Marina, Lola e Dani pelas conversas, “xurras”, risadas enfim pelo bom convívio.

À minha grande família Gislene, Adelino, Eduardo, Vanda, Camila, Vinícius, Luís Carlos, Simone, Maria Luzia, Pedro, Maria, Donizete, Lucas, André, Neusa, Daniel, Djalma, Etiane, Ivana, Carlos, Ana, Tiago, Débora, Edilaine, Filipe, Bruno, Salomé, Carlinhos, Juliana, Naomi, Naun, Irineu (*in memorian*) Maria, Luciana, Pedro, Gustavo (*in memorian*), Gabriel, Paulo, Karol, Matheus, Joaquim, Alexandre, Larissa, Célia, Ricardo, Patrícia, Amanda, Débora, Tiago, Clara, Beatriz, Larissa, e demais pela grande torcida e apoio.

Aos meus afilhados Felipe e Ethan pela grande alegria de poder fazer parte das suas vidas.

Aos amigos Mayra, Fabi, Janaina, Sheila, Juliana, Chico, Rubem, Célia, Pessin, Thais, Nicolas, Felipe Fernando, Lucas, Luiz Cláudio, Tiago, Vanessa, Rodrigo, Jovane, Juliane, Grazielle, Karina, Thaís, Tharsila, Camila, Fernanda Balarini, Fernanda Capucho, Lucilene, Mariane pela amizade e companheirismo.

À família da Fabrícia (Patrícia, Karla, Tiago, Rafael, Maria Luzia, Francisco, Lucilene, Gorette, Zé, demais tias, tios, primas, primos e avó) pela acolhida nas festas de fim de ano, por me receber tão bem e me fazer sentir em casa.

À Adelina, Israel, Andrea, Beth, Sérgio e Família Longo por sempre me receber com tanta alegria e “comilanças”.

À Suria e Catita, que são mais que apenas duas cachorras. São exemplos de amor incondicional. A alegria de nos receber todos os dias quando chegamos em casa, é mais que gratificante.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>II</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iv</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>Estimativas de herdabilidades para as características de crescimento, carcaça e carne .....</b>	<b>3</b>
<b>Estimativas de correlação genética entre características de crescimento, carcaça e carne .....</b>	<b>6</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>8</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>14</b>
<b>ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE CARACTERÍSTICAS DA CARCAÇA E CARNE COM CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO EM BOVINOS NELORE .....</b>	<b>14</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>Estimativas de herdabilidade.....</b>	<b>23</b>
<b>Estimativas de correlações genéticas.....</b>	<b>25</b>
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>30</b>

## ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E CARNE COM CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO EM BOVINOS NELORE

**RESUMO** - Objetivou-se com este trabalho estimar as associações genéticas e fenotípicas entre as características de crescimento e as características da carcaça e carne em animais da raça Nelore. Foram utilizados registros de 241.416, 126.596, 78.687 e 90.720 animais machos e fêmeas, respectivamente para peso à desmama (PD), peso ao sobreano (PS), ganho em peso da desmama ao sobreano (GS), altura da garupa ao sobreano (ALTS) e para as características de carcaça e carne foram utilizados 877 animais machos para peso da carcaça quente e 884 para área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea, índice de marmorização e maciez. Os componentes de (co)variância foram estimados pelo método de máxima verossimilhança restrita. Para a estimação dos componentes de (co)variância foram utilizados modelos animal tricaracterísticas, sempre incluindo o PD. Para PD foram incluídos no modelo os efeitos aleatórios genéticos aditivos, direto e materno, ambiente permanente materno e residual, e os efeitos fixos de grupo de contemporâneos (GC) e idades da vaca ao parto (IVP) e do animal (efeito linear e quadrático), como covariáveis. Para as demais características foram excluídos os efeitos maternos (genéticos e de ambiente permanente) e o efeito idade da vaca ao parto. Os GC para PD foram formados por fazenda, ano de nascimento, grupo de manejo à desmama e sexo. Para PS, GS e ATLS foi acrescentado ao GC o grupo de manejo ao sobreano. Para as características de carcaça e carne os GC foram definidos da mesma forma que para as outras características medidas ao sobreano, excluindo o sexo do animal. Para todas as características foram excluídas observações com medidas de três desvios-padrão acima ou abaixo da média do seu GC. Para as características de crescimento o GC com menos de 10 animais foram excluídos. Para as características de carcaça e carne foram mantidos GC com mais de 3 animais. As estimativas de herdabilidades para as características de crescimento variaram de  $0,12 \pm 0,009$  a  $0,44 \pm 0,007$ . Para as de carcaça e carne foram de  $0,10 \pm 0,12$  a  $0,39 \pm 0,15$ . As correlações genéticas entre PCQ e as características de crescimento (PD, PS e ALTS) foram moderadas e positivas indicando que parte dos mesmos genes afetam tais características, exceto entre PCQ e GS que foi praticamente nula ( $-0,07 \pm 0,49$ ). No entanto, as correlações genéticas entre as demais características de carcaça (AOL e EGS) e as de crescimento (PD, PS e ALTS) foram negativas, variando de  $-0,40 \pm 0,38$  a  $-0,15 \pm 0,30$  indicando que a seleção para aumento das características de peso nestas idades, ou altura ao sobreano, levará a uma diminuição das características de carcaça. A estimativa de correlação genética entre AOL e GS foi praticamente zero ( $-0,06 \pm 0,37$ ) e entre EGS e GS foi de  $0,40 \pm 0,40$ . Assim, seleção para ganho ao sobreano não deverá afetar a AOL e levar mudanças no mesmo sentido em EGS. As correlações genéticas entre MARM e os pesos foram praticamente nulas ( $-0,01 \pm 0,20$  e  $0,03 \pm 0,20$ ), no entanto entre MARM e GS; e, MARM e SF foram de  $0,24 \pm 0,26$  e  $0,23 \pm 0,20$ , respectivamente. As estimativas de correlações genéticas entre SF e as

características de carcaça variaram de  $0,14 \pm 0,23$  a  $0,25 \pm 0,21$ , indicando haver relação genética entre estas características. De uma forma geral, os erros-padrão das estimativas de correlação foram altos, provavelmente, devido ao pequeno número de animais estudados. As características de crescimento, carcaça e carne possuem variabilidade genética suficiente para responder à seleção, entretanto para as características da carne o progresso genético será mais lento quando comparada a estas características.

**Palavras-chaves:** área de olho de lombo, correlação genética, herdabilidade, maciez, zebuínos

## STUDY OF GENETIC ASSOCIATION BETWEEN CARCASS AND MEAT TRAITS WITH GROWTH TRAITS IN CATTLE NELORE

**ABSTRACT** - The objective of this study was estimate genetic parameters for growth traits and carcass and meat traits in Nelore. Data from 241,416, 126,596, 78,687, 90,720 males and females, respectively, respectively, for weaning weight (WW), yearling weight (YW), gain from weaning to yearling (GWY), yearling hip height (YHH) and, for carcass and meat traits, only males animals, 877 for hot carcass weight (HCW), and 884 for *longissimus* muscle area (LMA), backfat thickness (BF), marbling (MAR) and shear force (SF) were used. The (co)variance components were estimated by restricted maximum likelihood. For estimation of (co)variance, three-trait animal models were applied, always including WW in the analyses. For WW, it included in model the random direct and maternal additive genetic effects, maternal permanent environmental and residual effects, fixed effects of contemporary group and age of animal and age of dam at calving (linear and quadratic effect) as covariates. For the others traits, maternal effects (genetic and permanent environmental) and the effect of age of dam at calving were excluded. The contemporary group for WW were formed by farm, year of birth, weaning management group and sex. For YW, GWY, YHH it was added the management group at yearling. For carcass and meat traits the contemporary groups were defined similarly for the traits measured yearling, excluding the sex of the animal. For all traits observations with measurements of three standard deviations above or below the average of the contemporary groups were excluded. For the growth traits, contemporary groups with less than 10 animals were excluded. For carcass traits and meat CG with more than 3 animals were kept. The heritability estimates for growth traits ranged from  $0.12 \pm 0.009$  to  $0.44 \pm 0.007$ . For carcass and meat traits, the heritability estimates were  $0.10 \pm 0.12$  to  $0.39 \pm 0.15$ . Genetic correlations between HCW and growth traits (WW, YW and YHH) were moderate and positive, indicating that those traits are affected by the same groups of genes, except between HCW and GWY, in which the genetic correlation was almost null ( $-0.07 \pm 0.49$ ). However, genetic correlations between the other carcass traits (LMA and BF) and growth (WW, YW and YHH) were negative, ranging from  $-0.40 \pm 0.38$  to  $-0.15 \pm 0.30$  indicating that selection for increasing weight at this age, or height yearling, will lead to a decrease in carcass traits. The genetic correlation between LMA and GWY was practically zero ( $-0.06 \pm 0.37$ ) and between BF and GWY was  $0.40 \pm 0.40$ . Thus, selection for yearling gain will not affect LMA and lead to changes in the same direction in BF. Genetic correlations between MAR and the weights were practically zero ( $-0.01 \pm 0.20$  and  $0.03 \pm 0.20$ ), however between MAR and GWY, and MAR and SF were  $0.24 \pm 0.26$  and  $0.23 \pm 0.20$ , respectively. Estimates of genetic correlations between SF and carcass traits ranged from  $0.14 \pm 0.23$  to  $0.25 \pm 0.21$ , indicating a genetic relationship between these traits. In general, standard errors of estimates of correlation were high, probably due to the small number of animals studied. The growth traits, carcass and meat have enough genetic variability to respond to selection, however for meat characteristics genetic progress will be slower when compared to these characteristics.

**Keywords** - genetic correlation, heritability, *longissimus* muscle area, shear force, zebu



## CAPÍTULO 1

### CONSIDERAÇÕES GERAIS

O agronegócio no Brasil ocupa importante espaço na produção mundial de alimentos, especialmente no que se refere à produção de carne bovina. As características associadas à qualidade do produto, como as da carcaça e da carne vêm ganhando importância na determinação do preço da carne e o acesso a novos mercados. Segundo Buainain & Batalha (2007), além do aumento da produção de carne, há necessidade de se melhorar a qualidade dos produtos cárneos de forma a atender diferentes mercados com preços diferenciados.

Dentre alguns problemas relacionados com a indústria da carne, destaca-se a falta de um sistema de classificação e tipificação de carcaça. Além disto, falta uniformidade quanto à idade ao abate dos animais, gordura de cobertura, marmorização da carne e padronização de cortes, fatores que podem influenciar as características organolépticas do produto final (BRAGATTO, 2008).

O peso da carcaça quente é determinado após o abate, sangria, retirada das vísceras, cabeça, mocotós, cauda e couro, sendo a forma de comercialização mais utilizada nos frigoríficos devido à facilidade para sua obtenção, além de estar diretamente relacionada ao valor comercial do animal (COSTA et al., 2002). No entanto, não deve ser o único indicador da composição da carcaça, uma vez que há outros fatores envolvidos (LUCHIARI FILHO, 2000).

A área de olho de lombo é uma medida realizada sobre o músculo *Longissimus dorsi* entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela, podendo ser usada para prever a quantidade total de carne comercializável na carcaça e também como indicadora de rendimentos dos cortes de altos valores comerciais, apresentando correlação positiva com a porção comestível da carcaça (REILING et al., 1992; KAUFFMAN & BREIDENSTEIN, 1994).

A espessura de gordura subcutânea é indicadora da qualidade da carcaça, sendo fundamental no processo de resfriamento desta, funcionando como isolamento térmico (MAHGOUB et al., 2002). A espessura de gordura reduzida ou insuficiente ocasiona problemas no manuseio da carcaça com encurtamento celular durante estocagem, devido ao frio, e em relação ao paladar da carne, por outro lado, o excesso diminui o rendimento da porção comestível. Assim, a adequada deposição de gordura subcutânea evita endurecimento dos músculos, conseqüentemente, o endurecimento da carne (PARDI et al., 2001).

As características, como a maciez e o índice de marmorização, são atributos importantes em determinar a textura da carne. O índice de marmorização, que é a gordura entremeada às fibras musculares, favorece a mastigação e o sabor, além de ser indicador da gordura intramuscular (THOMPSON, 2004). A maciez assume posição de destaque dentre as características indicadoras de qualidade da carne bovina, sendo considerada como a característica organoléptica de maior influência na aceitação da carne por parte dos consumidores (ALVES et al., 2005). Outras características, como cor, textura e suculência só aparecem como critérios de avaliação quando o quesito maciez foi atingido (LUCHIARI FILHO, 2000). Além do mais, dentre os fatores que afetam a maciez, Cundiff (2004) destacou que animais *Bos indicus* produzem carcaças com menor proporção de gordura, menor maciez e menor percentagem de gordura intramuscular em relação a animais *Bos taurus*.

No Brasil, as características de crescimento vêm sendo utilizadas de forma prioritária como critério de seleção nos programas de melhoramento em gado de corte. A seleção para características da carcaça e da carne ainda é limitada, entretanto medidas indicadoras da qualidade da carcaça, como área de olho de lombo e espessura de gordura obtidas por ultrassonografia e avaliações visuais vêm sendo utilizadas na busca de melhorar tais características (YOKOO et al., 2009; GORDO, 2010). Ainda são poucos os estudos visando à estimação de parâmetros genéticos para estas características medidas no *post mortem*, provavelmente, devido à dificuldade e custo de mensurá-las.

Embora haja alguns estudos de associação entre as características de crescimento e as de carcaça, medidas com ultrassom, (YOKOO et al., 2010; Zuin et al., 2012), ainda existe pouca informação em relação ao impacto da aplicação destes critérios sobre as características da carcaça e da carne avaliadas no período *post mortem*.

De acordo com Burrow et al. (2001), na maioria dos trabalhos as estimativas de correlações genéticas e fenotípicas entre características da carcaça e carne com características de crescimento são pouco confiáveis em função dos altos erros-padrão das mesmas. A publicação de várias estimativas para estes parâmetros, obtidas em diversos conjuntos de dados, permitirá que se tenha melhor conhecimento da herança dessas características e suas associações com as características de crescimento.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### **Estimativas de herdabilidades para as características de crescimento, carcaça e carne**

Nos programas de melhoramento genético para as raças bovinas de corte têm-se priorizado a seleção para características de crescimento, como o peso e ganho em peso em diferentes períodos da idade do animal, tais como nascimento, desmama, ao ano e ao sobreano. Essas características são de fácil mensuração e apresentam herdabilidades de média a alta magnitude, respondendo à seleção.

No Brasil, estimativas de herdabilidades, na raça Nelore variam de 0,19 a 0,33 para peso à desmama e de 0,24 a 0,47 para peso ao sobreano (GARNERO et al., 2001; SIQUEIRA et al., 2003; BOLIGON et al., 2008; BOLIGON et al., 2009; KOURY FILHO et al., 2010 e LAUREANO et al., 2011). Para os ganhos em peso, estas estimativas variam de 0,21 a 0,32 para o período do nascimento à desmama e de 0,20 a 0,23 da desmama ao sobreano (PANETO et al., 2002; BOLIGON et al., 2010 e LAUREANO et al., 2011).

A altura da garupa pode ser utilizada no monitoramento do tamanho dos animais, sendo complementar às características de desenvolvimento ponderal.

Segundo Baker et al. (1988), a altura da garupa é de fácil mensuração e menos susceptível às variações de meio ambiente, refletindo melhor o tamanho corporal quando comparada à medida de peso vivo do animal.

Em estudos sobre altura da garupa verificou-se variabilidade genética considerável para esta característica em animais zebuínos, com herdabilidade variando de 0,27 a 0,58 (FERRAZ & ELER, 2000; CYRILLO et al., 2001; SILVA et al., 2003). Recentemente, em análises uni-característica com animais Nelore, Pereira et al. (2010) estimaram herdabilidades para altura da garupa à desmama e ao sobreano de 0,63 e 0,62, respectivamente.

Há vários estudos sobre estimativas de parâmetros genéticos para as características de carcaça e carne em bovinos *Bos taurus*. Sendo assim, Wilson et al. (1993), trabalhando com animais da raça Angus no, *post mortem*, encontraram herdabilidades para as características de carcaça de 0,31; 0,32 e 0,26 para peso da carcaça quente, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea, respectivamente. Também utilizando dados obtidos após o abate, na raça Hereford, Veseth et al. (1993) reportaram estimativas de herdabilidades para peso da carcaça quente e área de olho de lombo de 0,38 e 0,51, respectivamente.

Gregory et al. (1995), trabalhando com vários grupos de raças taurinas, avaliados no *post mortem*, estimaram herdabilidades para peso da carcaça quente, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea de 0,23; 0,22 e 0,25, respectivamente. Para as mesmas características da carcaça, também obtidas no *post mortem*, porém com a utilização de diferentes cruzamentos de *Bos taurus* e *Bos indicus*, Crews & Franke (1998) encontraram herdabilidades variando de 0,09 a 0,73. Para animais da raça Simental, Crews et al. (2003) reportaram herdabilidades de 0,48; 0,35 e 0,46, respectivamente, para estas características.

Para animais *Bos indicus* existem poucos estudos sobre estimativas de parâmetros genéticos para as características de carcaça e carne. Nesse sentido, Smith et al. (2007), trabalhando com animais Brahman, estimaram herdabilidade para peso de carcaça quente, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea no *post mortem*, de 0,57; 0,50 e 0,36, respectivamente. Também no período *post mortem* e com animais da raça

Brahman, Riley et al. (2002) estimaram herdabilidades de 0,55; 0,44 e 0,63, respectivamente para as mesmas características.

No Brasil, Rezende et al. (2009), trabalhando com 656 animais da raça Nelore com idades de 21 a 29 meses terminados em confinamento, estimaram herdabilidades de 0,38; 0,35 e 0,52, respectivamente para peso da carcaça quente, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea, obtidas após o abate dos animais.

De modo geral, as estimativas de herdabilidade para características de carcaça têm magnitudes moderadas a altas, indicando que devem responder rapidamente à seleção. Estimativas de herdabilidades para as características de qualidade da carne também são mais frequentes para animais *Bos taurus* em países de clima temperado. Em um trabalho de revisão com 13 estimativas de herdabilidade para marmoreio, em animais *Bos taurus*, Marshall et al. (1994) relataram média de 0,35, com estimativas variando de 0,23 a 0,47. De modo semelhante, Burrow et al. (2001), também em uma revisão, encontraram valor médio de 0,47 para a mesma característica.

Crews & Kemp (2001), trabalhando com bovinos *Bos taurus* de diferentes composições genéticas, estimaram herdabilidade de 0,55 para marmoreio. Estimativas semelhantes foram descritas por Crews et al. (2003) para esta mesma característica em novilhos e novilhas da raça Simental de 0,47 e 0,54, respectivamente.

Estimativas de herdabilidade para marmoreio em animais de raças britânicas variando de 0,26 a 0,35 foram estimadas por Arnold et al. (1991), Veseth et al. (1993) e Wilson et al. (1993). Em animais zebuínos, especificamente, na raça Brahman, Riley et al. (2002) e Smith et al. (2007) descreveram estimativas de herdabilidade para a mesma característica de 0,37 e 0,44, respectivamente.

Em relação à maciez, muito se tem discutido sobre a seleção para essa característica em animais *Bos indicus* uma vez que a mesma decresce à medida que aumenta a percentagem de genes de animais zebuínos no cruzamento (RESTLE et al., 1999). Tal fato pode estar ligado à quantidade de calpaína e calpastatina, que são enzimas responsáveis pela maciez e endurecimento da carne, respectivamente (RUBENSAM et al., 1998). Esses

últimos autores concluíram que a participação crescente de genótipo *Bos indicus*, leva a um aumento da enzima calpastatina e, em consequência, a uma carne mais dura.

Em uma revisão, Burrow et al. (2001) reportaram herdabilidade média de 0,21 e 0,26 para *Bos taurus* e para cruzamentos de *Bos taurus* com *Bos indicus*, respectivamente. Segundo esses mesmos autores, embora citando resultados de um pequeno número de trabalhos, a seleção para maior maciez em bovinos do grupo *Bos indicus* seria mais efetiva em comparação com o grupo *Bos taurus*, dadas as estimativas de herdabilidade superiores obtidas para o primeiro grupo de bovinos. Estudando esta mesma característica, Koots et al. (1994) e Marshall (1994) concluíram que a maciez da carne, baseada em medida objetiva, apresenta herdabilidade variando de 0,29 a 0,37.

Para animais zebuínos, especificamente na raça Brahman, Riley et al. (2003) encontraram estimativas de herdabilidade de 0,14, 0,14 e 0,06 após 7, 14 e 21 dias de maturação, respectivamente. Trabalhando com animais da mesma raça, Smith et al. (2007) reportaram herdabilidade de 0,29 e 0,20 após 7 e 14 dias de maturação, respectivamente, para maciez da carne.

### **Estimativas de correlação genética entre características de crescimento, carcaça e carne**

Para que as características de carcaça e carne possam ser utilizadas como critério de seleção é importante ter estimativas acuradas das correlações genéticas destas características com as características de crescimento normalmente utilizadas nos programas de melhoramento de gado de corte. A correlação genética explica a relação entre duas características, mostra o quanto estas são afetadas pelos mesmos genes, podendo ser no mesmo sentido (correlação positiva) ou no sentido contrário (correlação negativa).

Arnold et al. (1991), trabalhando com animais da raça Hereford encontraram estimativas de correlação genética do ganho médio diário da desmama ao abate com a área de olho de lombo de -0,13, com espessura de gordura subcutânea de 0,19 e, com marmoreio de 0,62. Esses mesmos autores

também relataram correlações genéticas do peso à desmama e do peso ao sobreano com área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e marmoreio de 0,33 e -0,06; -0,28 e -0,13; e, -0,01 e 0,20, respectivamente.

Em revisão de trabalhos, Marshall (1994), relatou correlações genéticas variando de -0,02 a 0,71 do ganho de peso até a desmama com marmoreio e de -0,12 a 0,02 com maciez. As estimativas de correlações genéticas destas mesmas características com o ganho pós desmama variaram de -0,62 a 0,48 e de -0,44 a 0,06, respectivamente.

Para a raça Brahman, Riley et al. (2002) reportaram correlações genéticas entre ganho médio diário de 0,84, 0,49, 0,58 e 0,28, respectivamente, com peso da carcaça quente, espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo e marmoreio.

Wheeler et al. (2010), trabalhando com várias raças taurinas, após o abate, encontraram estimativa de correlação genética negativa entre peso ao abate e marmoreio (-0,32), porém, estimativa positiva foi encontrada entre peso ao abate e maciez (0,42), indicando que a seleção para maior peso final não deverá comprometer a maciez da carne. Considerando essas mesmas características da carcaça e da carne e diferentes composições genéticas de grupos de raças taurinas, Gregory et al. (1995), relataram correlações genéticas próximas de zero com peso a desmama de 0,01 e -0,06, respectivamente.

Em estudo com animais zebuínos, especificamente na raça Brahman, Riley et al. (2002) reportaram correlações genéticas entre altura de garupa e peso da carcaça quente, espessura de gordura subcutânea, área de olho de lombo e marmoreio, com estimativas de 0,10, -0,32, -0,12 e -0,27, respectivamente. Porém, trabalhando com pequeno número de animais da raça Nelore, Ferriani (2006), encontrou correlação genética alta e positiva (0,68) entre o peso ao sobreano e peso da carcaça, e correlação genética negativa entre altura de garupa e peso da carcaça (-0,21).

## **OBJETIVOS**

Objetivou-se com este trabalho estimar as associações genéticas e fenotípicas entre as características de crescimento, normalmente utilizadas como critério de seleção nos programas de melhoramento, e as características da carcaça e carne, como peso da carcaça quente, área de olho de lombo, espessura de gordura, maciez e índice de marmorização em animais da raça Nelore, visando fornecer informações para o melhoramento genético destas características por meio da seleção.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B. M.; Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, p. 135-149, 2005.

ARNOLD, J. W.; BERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L. L.; LUDWIG, C. Estiamates of genetic parameters for live animal ultrasound, actual carcass data, and growth traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 985-992, 1991.

BAKER, J. F.; STEWART, T. S.; LONG, C. R.; CARTWRIGHT, T. C. Multiple regression and principal components analysis of puberty and growth in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 66, p. 2147-2158, 1988.

BRAGATTO, S. A. B. Um estudo sobre a padronização na cadeia de carne bovina de corte brasileira. **Revista Produção Online**. Disponível em: <http://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/147>. Acesso em: 19 de Fevereiro de 2013.

BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; RORATO, P. R. N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 596-601, 2008.

BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; MERCADANTE, M. E. Z.; LÔBO, R. B. Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 2320-2326, 2009.

BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; MERCADANTE, M. E. Z.; LÔBO, R. B. Associação genética entre a idade ao primeiro parto, ganhos em peso e peso adulto em animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.746-751, 2010.

BUAINAIN, A. M.; BATALHA, M. O. **Cadeia Produtiva da Carne Bovina**. Série de Agronegocios. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Janeiro v. 8, 86p., 2007.

BURROW, H. M.; MOORE, S. S.; JOHNSTON, D. J.; BARENDSE, W.; BINDON, B. M. Quantitative and molecular genetic influences on properties of beef: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 41, p. 893-919, 2001.

COSTA, E. C.; RESTLE, J., VAZ, F. N., ALVEZ FILHO, D. C., BERNARDES, R. A. L. C., KUSS, F. Características de novilhos red angus superprecoces abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 119-128, 2002.

CYRILLO, J. N. S. G.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; BONILHA NETO, L. M.; MERCADANTE, M. E. Z., TONHATI, H. Estimativas de tendências e parâmetros genéticos de peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas

corporais e perímetro escrotal de machos Nelore em sertãozinho, SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 56-65, 2001.

CREWS, D. H. JR.; POLLAK, E. J.; WEABER, R. L.; QUASS, R. L.; LIPSEY, R.J. Genetic parameters for carcass traits and their live animal indicators in Simmental cattle. **Journal of Animal Science**, v. 81, p.1427-1433, 2003.

CREWS, D. H. JR.; FRANKE, D. E. Heterogeneity of variances for carcass traits by percentage Brahman inheritance. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 1803–1809, 1998.

CREWS, D. H. JR.; KEMP, R. A. Genetic parameters for ultrasound and carcass measures of yield and quality among replacement and laughter beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 3008-3020, 2001.

CUNDIFF, L. V. Breeds and Genetics. In: POND, W. G.; BELL, A. W. (Ed.) **Encyclopedia of Animal Science**, Ithaca: Cornell. 2004, 800p.

FERRAZ, J. B. S.; ELER, J.P. **Sumário de touros Nelore**, 2000. Pirassununga: FZEA/GMA, 2000. 60p.

FERRIANI, L. **Estimativas de herdabilidade das características de carcaça e crescimento e de suas correlações genéticas em animais da raça Nelore**. 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

GARNERO, A.D.V.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F.; OLIVEIRA, H.N.. Comparação entre alguns critérios de seleção para crescimento na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 714-718, 2001.

GORDO, D. G. M. **Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaça, medidas por ultrassonografia, e suas relações com escores visuais na raça Nelore**. 2010. 54p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

GREGORY, K. E.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M. Genetic and phenotypic (co)variances for growth and carcass traits of purebred and composite populations of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 1920–1926, 1995.

KAUFFMAN, R. G.; BREIDENSTEIN, B. C. Meat animal composition and its measurements p. 224-247. **Muscle Foods**, 1994.

KOOTS, K. R.; GIBSON, J. P.; SMITH, C.; WILTON, J. W. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. **Animal Breeding Abstracts**, v. 62, p. 309–338, 1994.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G; FORNI, S. SILVA, J. A. V.; YOKOO, M. J.; ALENCAR, M. M. Estimativas de parâmetros genéticos para os

escores visuais e suas associações com peso corporal em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1015-1022, 2010.

LAUREANO, M. M. M.; BOLIGON, A. A.; COSTA, R. B.; FORNI, S.; SEVERO, J. L. P.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 143-152, 2011.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**, São Paulo. 2000. P. 134.

MAHGOUB, O., KHAN, A. J., AL-MAQBALY, R. S., AL-SABAHI, J. N., ANNAMALAI, K., AL-SAKRY, N. M. Fatty acid composition of muscle and fat tissues of Omani Jebel Akhdar goats of different sexes and weights. **Meat Science**, n. 61, p. 381-387, 2002.

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

PANETO, J. C. C.; LEMOS, D. C.; BEZERRA, L. A. F.; MARTINS FILHO, R.; LOBO, R. B. Estudo de características quantitativas de crescimento dos 120 aos 550 dias de idade em gado Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 668-674, 2002.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. 2.ed. Goiânia: Centro Editorial e Gráfico Universidade de Goiás, 623p., 2001.

PEREIRA, M. C.; YOKOO, M. J.; BIGNARDI, A. B.; SEZANA, J. C.; ALBUQUERQUE, L. G. Altura da garupa e sua associação com características reprodutivas e de crescimento na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 613-620, 2010.

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

REILING, B. A.; ROUSE, G. H.; DUELLO, D. A. Predicting percentage of retail yield from carcass measurements, the yield grading equation, and closely trimmed, boxed beef weights. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 2151–2158, 1992.

REZENDE, F. M.; FERRAZ, J. B. S.; GROENEVELD, E.; MOURÃO, G. B.; BONIN, M. N.; OLIVEIRA, P. S.; ELER, J. P. Estimation of genetic and phenotypic parameters for meat and carcass trait in Nellore bulls In: 60th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, 2009, Barcelona. **60th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science. Wageningen Academic Publishers Abstract and Congress Management Application**, 2009.

RILEY, D. G.; CHASE JR, C. C.; HAMMOND, A. C.; WEST, R. L.; JOHNSON, D. D.; OLSON, T. A.; COLEMAN, S. W. Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 955-962, 2002.

RILEY, D. G.; CHASE JR, C. C.; HAMMOND, A. C.; WEST, R. L.; JOHNSON, D. D.; OLSON, T. A.; COLEMAN, S. W. Estimated genetic parameters for palatability traits of steaks from Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 54-60, 2003.

RUBENSAM, J. M.; FELÍCIO, P. E.; TERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no Sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, p. 405-409, 1998.

SILVA, J. A. V.; VAN MELIS, M. H.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Estimação de parâmetros genéticos para probabilidade de prenhez aos 14 meses e altura na garupa em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 1141-1146, 2003.

SIQUEIRA, R. L. P. G.; OLIVEIRA, J. A.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; TONHATI, H. Análise da Variabilidade Genética Aditiva de Características de Crescimento na Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 99-105, 2003.

SMITH, T.; DOMINGUE, J. D.; PASCHAL, J. C.; FRANKE, D. E.; BIDNER, T. D.; WHIPPLE, G. Genetic parameters for growth and carcass traits of Brahman steers. **Journal of Animal Science**, v. 85, p.1377-1384, 2007.

THOMPSON, J. M. The effects of marbling on flavor and juiciness scores of cooked beef, after adjusting to a Constant tenderness. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 44, p. 645-652, 2004.

VESETH, D. A.; REYNOLDS, W. L.; URICK, J. J.; NELSON, T. C.; SHORT, R. E.; KRESS, D. D. Paternal half-sib heritabilities and genetic, environmental, and phenotypic correlation estimates from randomly selected Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 1730-1736, 1993.

WHEELER, T. L.; CUNDIFF, L. V.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. Characterization of biological types of cattle (cycle VIII): carcass, yield, and longissimus palatability traits. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 3070-3083, 2010.

WILSON, D. E.; WILLHAM R. L.; NORTHCUTT S. L.; ROUSE, G. H. Genetic parameters for carcass traits estimated from Angus field records. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 2365-2369, 1993.

YOKOO, M. J. I.; WERNECK, J. N.; PEREIRA, M. C.; ALBUQUERQUE, L. G.; KOURY FILHO, W.; SAINZ, R. D.; LOBO, R. B.; ARAUJO, F. R. C. Correlações genéticas entre escores visuais e características de carcaça medidas por

ultrassom em bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 197-202, 2009.

YOKOO, M. J.; LOBO, R. B.; ARAUJO, F. R. C.; BEZERRA, L. A. F. SAINZ, R. D.; ALBUQUERQUE, L. G. Genetic associations between carcass traits measure by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 52-58, 2010.

ZUIN, R. G.; BUZANSKAS, M. E.; CAETANO, S.L.; VENTURINI, G. C.; GUIDOLIN, D. G. F.; GROSSI, D. A.; CHUD, T. C. S.; PAZ, C. C. P.; LOBO, R. B.; MUNARI, D. P. Genetic analysis on growth and carcass traits in Nelore cattle. **Meat Science**, v. 91, p.352-357, 2012.

## CAPÍTULO 2

### ASSOCIAÇÃO GENÉTICA ENTRE CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E CARNE COM CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO EM BOVINOS NELORE

#### INTRODUÇÃO

O Brasil possui um rebanho com mais de 212 milhões de cabeças (IBGE, 2011), sendo que 80% desse rebanho é composto por animais zebuínos. Dentre estes, destaca-se o Nelore que compreende 90% desse montante (ABIEC, 2011). Em relação ao abate desses animais, o país produziu 9,18 milhões de toneladas de carcaça em 2011 e é o segundo maior produtor mundial de carne bovina (ABIEC, 2011).

De acordo com Luchiar Filho (2000) as características de carcaça, como peso, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea são importantes na comercialização dos produtos cárneos, uma vez que são indicadores da composição quantitativa da mesma. Segundo este autor, a área de olho de lombo é relacionada à musculosidade e ao rendimento da porção comestível, enquanto a espessura de gordura subcutânea utilizada como um indicador do grau de acabamento da carcaça.

O índice de marmorização da carne favorece a mastigação e o sabor da mesma, além de ser indicador da gordura intramuscular (THOMPSON, 2004), porém a maciez é a característica organoléptica de maior influência na aceitação da carne por parte dos consumidores (ALVES et al., 2005; PARMIGIANI & TORRES, 2009).

Na maioria dos programas de melhoramento utilizam-se as características de crescimento como pesos e/ou ganhos em peso em diferentes idades para a seleção de animais da raça Nelore. Entretanto, a seleção para as características de carcaça e carne ainda é limitada, provavelmente, devido às dificuldades e custos para obtê-las, uma vez que são medidas no *post mortem*. Portanto, o conhecimento das associações genéticas entre as características de crescimento e de carcaça e carne indicará não só o efeito da seleção para

crescimento sobre as características de carcaça e carne bem como permitirá identificar possíveis indicadores para seleção destas últimas.

Dessa maneira, objetivou-se com este trabalho estimar as associações genéticas e fenotípicas entre as características de crescimento, normalmente utilizadas como critério de seleção nos programas de melhoramento, e as características da carcaça e carne, como peso da carcaça quente, área de olho de lombo, espessura de gordura, maciez e índice de marmorização em animais da raça Nelore, visando fornecer informações para o melhoramento genético destas características por meio da seleção.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram provenientes de animais de oito fazendas que integram diferentes programas de melhoramento genético (Conexão Delta G, Paint – CRV Lagoa e Nelore Qualitas). Os animais eram da raça Nelore e foram criados em sistema de pastejo, sendo confinados apenas na fase de terminação por um período de cerca de noventa dias. A idade desses animais ao abate foi de  $704 \pm 52$  dias.

As características estudadas foram:

a) crescimento: peso à desmama (PD), peso ao sobreano (PS) e ganho em peso da desmama ao sobreano (GS) e altura ao sobreano (ALTS);

b) carcaça: peso da carcaça quente (PCQ), área de olho de lombo (AOL) e espessura da gordura subcutânea (EGS);

c) carne: índice de marmorização (MARM) e maciez (SF)

Inicialmente, estavam disponíveis dados de 313.153 animais para as características de crescimento e 1.187 animais para as características de carcaça e carne. Os registros de desempenho para as características de crescimento, assim como, as informações zootécnicas e de genealogia, foram obtidos dos grupos responsáveis pela avaliação genética destes animais. Para as características de crescimento foram utilizados animais nascidos no ano de 2.000 a 2.011 e para as da carcaça e carne no ano de 2.008 a 2.010. Desses animais a porcentagem de pais desconhecido é 63%.

Para obtenção das medidas de carcaça e carne, foram acompanhados os abates que ocorreram em plantas frigoríficas comerciais, em diferentes regiões do país. Logo após o abate, as carcaças foram divididas ao meio (lado direito e lado esquerdo) e foram identificadas apenas as meias carcaças esquerdas. Padronizou-se a utilização da meia carcaça esquerda de cada animal para as análises da carcaça e carne. A seguir, essas carcaças foram resfriadas em câmaras frias nos próprios frigoríficos onde foram mantidas por pelo menos 48 horas *post mortem*. Não houve maturação, apenas o resfriamento das mesmas. Após esses dois dias, foi feita a desossa dessas meias carcaças em que foram retiradas as amostras do músculo *Longissimus dorsi* (Figura 1). Em seguida, essas amostras foram congeladas e depois



transportadas até o local onde foram realizadas as análises das mesmas. As análises foram realizadas no Laboratório de Certificação da Qualidade da Carne, localizado em Pardinho – SP, em parceria com o Departamento de Química e Bioquímica - IB - UNESP, Botucatu – SP.



Figura 1: Amostra do músculo *Longissimus dorsi* da meia carcaça esquerda de bovinos Nelore

Para a mensuração das características de carcaça e carne, as amostras foram cortadas em tamanhos de uma polegada (2,54 cm) entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela do *Longissimus Dorsi* (Figura 2). A área de olho de lombo foi medida pelo método do quadrante de pontos (em que cada quadrado corresponde a um cm<sup>2</sup>), o qual foi colocado sobre a amostra, e a soma de todos os quadrados corresponde à área de olho de lombo do animal. Para determinar a espessura de gordura subcutânea foi utilizado um paquímetro. Foi medida a camada de gordura subcutânea localizada a um ângulo de 45 graus a partir do centro geométrico da amostra. Os valores de espessura de gordura subcutânea foram dados em milímetros. Para a determinação do marmoreio, foi utilizada a escala de graduação visual (*USDA - Quality and Yield Grade, 1997*) adaptada no Laboratório de Qualidade e Certificação da Carne – LQCC aos padrões de marmorização comumente encontrados no rebanho nacional. Esta é uma escala contínua que varia de 0 a 6 (indicando o índice de marmorização em cada amostra). Todas as mensurações foram feitas de acordo com a

metodologia descrita pelo United States Standards for Grades of Carcass Beef (USDA *Quality Grade*, 1997).



Figura 2: Amostra em tamanho de uma polegada (2,54 cm) entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela de bovinos Nelore

Para a análise da maciez ou força de cisalhamento, foi utilizado o procedimento padronizado e proposto por Wheeler *et al.* (1995). As amostras foram descongeladas até atingirem temperatura de 2°C a 5°C, depois foram colocadas em grelhas identificadas, foram pesadas e assadas até atingirem temperatura interna de 71°C. Para controle dessa temperatura interna foram introduzidos nessas amostras um termopar ligado a um termômetro. Em seguida, as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente, pesadas novamente e colocadas em geladeira por 12 a 24 horas. Logo após esse período, foram extraídos dessas amostras 6 a 8 cilindros de carne, de ½ polegada da região central da amostra em sentido longitudinal às fibras musculares, utilizando um dispositivo dielétrico manual. Para a determinação da maciez foi utilizado o equipamento Salter Warner-Bratzler Shear Force mecânico com capacidade de 25 kg e velocidade de seccionamento de 20

cm/minuto (Figura 3). O valor de cada amostra foi dado pela média aritmética desses cilindros, expressos em quilogramas força (kgf).



Figura 3: Warner-Bratzler e amostra com cilindros para realização da maciez

Os grupos de contemporâneos (GC) foram definidos de acordo com cada característica. Para o peso à desmama, o GC foi composto por fazenda e ano de nascimento, grupo de manejo à desmama e sexo. Para peso ao

sobreano, ganho de peso da desmama ao sobreano e altura ao sobreano foi acrescentado ao GC o grupo de manejo ao sobreano. Para as características de carcaça e carne os GC foram definidos da mesma forma que para as outras características medidas ao sobreano, excluindo o sexo do animal. Para as características de carcaça e carne outras definições de GC foram testadas, e a apresentada acima foi a que se mostrou mais adequada.

Para todas as características foram excluídas observações com medidas de três desvios-padrão acima ou abaixo da média do seu grupo de contemporâneos. Para as características de crescimento o grupo de contemporâneos com menos de 10 animais foram excluídos. Para as características de carcaça e carne foram mantidos GC com mais de 3 animais. Na Tabela 1 está a descrição do arquivo de dados para cada característica, após consistência.

Foram utilizados modelos animal tricaracterísticas, sempre incluindo o PD. Para PD foram incluídos no modelo os efeitos aleatórios genéticos aditivos direto e materno, ambiente permanente materno e residual, e os efeitos fixos de GC e idades da vaca ao parto (IVP) e do animal (efeito linear e quadrático), como covariáveis. Para as demais características foram excluídos os efeitos maternos (genéticos e de ambiente permanente) e o efeito da idade da vaca ao parto.

Tabela 1: Número de animais com medidas (N), médias e os respectivos desvios-padrão (DP), número de vacas (N<sup>o</sup> de vacas), número de touros (N<sup>o</sup> de touros) e grupo de contemporâneos (GC)

Características	N	Média	DP	N <sup>o</sup> de vacas	N <sup>o</sup> de touros	GC
PD (kg)	241.416	170,50	28,26	83.967	1.168	3.940
PS (kg)	126.596	267,37	47,03	54.981	1.030	3.797
GS (kg)	78.687	0,28	0,06	51.733	1.017	2.626
ALTS (cm)	90.720	132,03	6,08	44.770	917	2.442
PCQ (kg)	877	270,08	20,27	523	244	141
AOL (cm <sup>2</sup> )	884	65,39	8,06	527	244	141
EGS (mm)	884	6,28	3,09	527	244	141
MARM	884	3,05	0,43	527	244	141
SF (kg/cm <sup>2</sup> )	884	4,90	1,26	527	244	141

PD= peso à desmama; PS= peso ao sobreano; GS= ganho de peso ao sobreano; ALTS= altura ao sobreano; PCQ= peso da carcaça quente; AOL=área de olho de lombo; EGS=espessura de gordura subcutânea; MARM=índice de marmorização; SF=maciez

O modelo pode ser representado em notação matricial, como:

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xb} + \mathbf{Z}_1\mathbf{a} + \mathbf{Z}_2\mathbf{m} + \mathbf{Z}_3\mathbf{c} + \mathbf{e}$$

em que  $\mathbf{y}$  = matriz das características observadas;  $\mathbf{b}$  = matriz de efeitos fixos;  $\mathbf{a}$  = matriz de efeitos genéticos aditivos diretos;  $\mathbf{m}$  = matriz de efeitos genéticos aditivos maternos;  $\mathbf{c}$  = vetor de efeitos de ambiente permanente materno;  $\mathbf{e}$  = vetor de efeitos residuais, e  $\mathbf{X}$ ,  $\mathbf{Z}_1$ ,  $\mathbf{Z}_2$  e  $\mathbf{Z}_3$  são matrizes de incidência relacionando  $\mathbf{b}$ ,  $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{m}$  e  $\mathbf{c}$  a  $\mathbf{y}$ . Neste estudo, foi assumido que  $E[\mathbf{y}] = \mathbf{Xb}$ ;  $\text{Var}(\mathbf{a}) = \mathbf{A} \otimes \mathbf{S}_a$ ;  $\text{Var}(\mathbf{m}) = \mathbf{A} \otimes \mathbf{S}_m$ ;  $\text{Var}(\mathbf{c}) = \mathbf{I} \otimes \mathbf{S}_c$  e  $\text{Var}(\mathbf{e}) = \mathbf{I} \otimes \mathbf{S}_e$ , em que  $\mathbf{S}_a$  é a matriz de covariâncias genéticas aditivas;  $\mathbf{S}_m$ , é a matriz de variância genética materna;  $\mathbf{S}_c$ , é a matriz de variância de ambiente permanente materno;  $\mathbf{S}_e$ , a matriz de covariância residual;  $\mathbf{A}$ , a matriz do numerador de relações genético-aditivas;  $\mathbf{I}$ , a matriz identidade; e  $\otimes$ , o produto direto entre matrizes. Foi

assumido ainda que **a**, **m**, **c**, **e** são não correlacionados entre si. Esse modelo foi utilizado para peso à desmama e para as demais características foram excluídos os efeitos genéticos aditivos maternos e efeitos de ambiente permanente materno. As estimativas dos componentes de (co)variâncias e parâmetros genéticos foram obtidas pelo método da máxima verossimilhança restrita utilizando-se o programa computacional Wombat (Meyer, 2007). A matriz de parentesco continha informações de 289.545 animais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Estimativas de herdabilidade

As estimativas de herdabilidades para as características de crescimento (PD, PS, e ALTS) foram de média a alta magnitude, exceto para GS que foi baixa (Tabela 2). A utilização destas características como critério de seleção em programas de melhoramento pode promover progresso genético rápido, exceto para GS. Nesse estudo, as estimativas de herdabilidade para peso à desmama e peso ao sobreano foram superiores as encontradas na literatura por Boligon et al. (2010), Koury-Filho et al. (2010) e Laureano et al. (2011) em animais da raça Nelore. De forma geral, as estimativas de herdabilidade para peso ao sobreano são superiores as estimativas para peso à desmama (YOKOO et al., 2007; BOLIGON et al., 2008; BOLIGON et al., 2009).

A estimativa de herdabilidade obtida para altura da garupa ao sobreano (Tabela 2) está de acordo com a relatada por Ferriani (2006) para esta característica (0,37). No entanto, este resultado é inferior aos estimados em vários trabalhos para animais da raça Nelore, que variaram de 0,51 a 0,68 (Yokoo et al., 2007; Pereira et al., 2010; Boligon et al., 2012). Para ganho em peso da desmama ao sobreano, a estimativa de herdabilidade foi baixa quando comparada às descritas na literatura para animais da mesma raça, que variaram de 0,20 a 0,29 (Paneto et al., 2002; Van Melis et al., 2003; Boligon et al., 2010 e Laureano et al., 2011).

As herdabilidades para as características de carcaça foram de baixas a altas. Dentre elas, peso da carcaça quente apresentou a maior estimativa para herdabilidade, sendo assim, deve responder à seleção mais rapidamente quando comparada as demais característica da carcaça. Esta estimativa é semelhante às obtidas, em animais *Bos indicus*, por Riley et al. (2002) e Rezende et al. (2009), de 0,44 e 0,38, respectivamente. Em relação à área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea, as estimativas de herdabilidades foram inferiores às encontradas na literatura para estas características em zebuínos, que variaram de 0,35 a 0,63 para AOL e de 0,36 a 0,55 para EGS (RILEY et al., 2002; SMITH et al., 2007 e REZENDE et al.,



2009). Wilson et al. (1993) e Gregory et al. (1995) reportaram estimativas de herdabilidades mais próximas as do presente estudo, para EGS de 0,26 e 0,25, respectivamente, porém com animais taurinos.

Tabela 2: Estimativas de componentes de variâncias e herdabilidades para peso à desmama, peso ao sobreano (PS), ganho em peso da desmama ao sobreano (GS), altura ao sobreano (ALTS), peso da carcaça quente (PQC), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS), marmoreio (MARM) e maciez (SF)

Característica	Componentes de variância					h <sup>2</sup>	EP
	$\sigma^2_a$	$\sigma^2_m$	$\sigma^2_e$	$\sigma^2_c$	$\sigma^2_p$		
PD	97,40	18,97	51,94	158,75	327,06	0,30	0,008
PS	249,37	-	-	322,10	571,47	0,44	0,007
GS	0,2069*	-	-	1,4677*	1,6746*	0,12	0,009
ALTS	4,84	-	-	7,63	12,47	0,38	0,009
PCQ	90,04	-	-	138,46	228,50	0,39	0,15
AOL	5,64	-	-	50,93	56,57	0,10	0,12
EGS	0,76	-	-	3,79	4,55	0,17	0,14
MARM	0,039	-	-	0,102	0,141	0,28	0,18
SF	0,24	-	-	0,89	1,13	0,21	0,16

\*valores multiplicados por 1.000

$\sigma^2_a$ = variância genética aditiva;  $\sigma^2_m$ = variância genética aditiva materna;  $\sigma^2_c$ = variância genética de ambiente permanente materno;  $\sigma^2_e$ = variância residual;  $\sigma^2_p$ = variância fenotípica; h<sup>2</sup> = herdabilidade; EP= erro-padrão

Para o marmoreio, estimativas superiores de herdabilidades em animais Brahman foram encontrados por Riley et al. (2002) e por Smith et al. (2007) de 0,37 e 0,44, respectivamente. Considerando estimativas de herdabilidades para esta mesma característica, porém com a utilização de animais *Bos taurus*, os valores descritos na literatura variaram de 0,47 a 0,55 (BURROW, 2001, CREWS & KEMP, 2001; CREWS et al., 2003). Para a maciez, a herdabilidade estimada (Tabela 2) está de acordo com a literatura consultada para animais *Bos indicus* (RILEY, et al., 2002; SMITH et al., 2007) e para cruzados *Bos taurus* x *Bos indicus* (O'CONNOR et al., 1997; CREWS & FRANKE, 1998;



ELZO et al., 1998). Com aumento dos genes zebuínos ocorre um endurecimento da carne (WHIPPLE et al., 1990; RESTLE et al., 1999), entretanto a seleção para maciez em animais Nelore é viável, uma vez que, a herdabilidade para esta característica é de magnitude moderada.

### **Estimativas de correlações genéticas**

A correlação genética entre PCQ e as características de crescimento (PD, PS e ALTS) foram moderadas e positivas (Tabela 3), indicando que parte dos mesmos genes afetam essas características no mesmo sentido. Desta forma, a seleção que, normalmente, é feita para os pesos em diferentes idades leva a uma resposta correlacionada no mesmo sentido no peso da carcaça. Em animais de raças taurinas, Gregory et al. (1995) e Splan et al. (2002) também encontraram correlações genéticas positivas, de moderadas e altas, entre PCQ e PD de 0,42 e 0,70, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com os de Ferriani (2006) para animais da raça Nelore, que encontrou valor alto e positivo, de 0,68, para correlação genética entre PCQ e PS. Entretanto, ao contrário do observado neste trabalho, Ferriani (2006) estimou correlação genética negativa e baixa (-0,21) entre PCQ e ALTS.

A correlação genética estimada entre PCQ e GS foi praticamente nula (Tabela 3), indicando que não há relação genética entre estas características. Esse resultado difere do encontrado por Riley et al. (2002), em animais da raça Brahman, que foi de 0,84 (alto e positivo).

As correlações genéticas estimadas entre as demais características de carcaça (AOL e EGS) e os pesos foram negativas indicando o antagonismo entre essas características. Desta forma, a seleção para aumento de peso levaria a uma diminuição da AOL e EGS. Em relação à AOL, este resultado não seria esperado e é indesejável já que esta característica indica a proporção de carne comestível na carcaça. Resultados de BEEF CRC (2009) indicam que animais que tiveram uma restrição no período de crescimento, têm uma compensação quando são confinados. Entretanto, quando esta restrição é muito longa ou severa esses animais, apesar de terem peso satisfatório para o

abate, não apresentam composição de carcaça ideal, resultando em carcaças com menor musculosidade. Resultados diferentes dos obtidos neste trabalho foram encontrados por Arnold et al. (1991) e Splan et al. (2002) que reportaram correlações genéticas positivas entre AOL e PD de 0,33 e 0,29, respectivamente e por Wheeler et al. (2005) entre AOL e PS de 0,18 e, EGS e PS de 0,14. No entanto Arnold et al. (1991) e Splan et al. (2002) encontraram resultados semelhantes aos do presente estudo para correlações genéticas entre EGS e PD de -0,13 e de -0,28, respectivamente. Arnold et al. (1991) encontraram correlação genética de -0,06 entre AOL e PS.

Tabela 3: Estimativas de correlações genéticas entre características de crescimento e as características da carcaça e carne

CAR.	PCQ	AOL	EGS	MARM	SF
PD	0,48 ± 0,23	-0,40 ± 0,38	-0,20 ± 0,24	-0,01 ± 0,20	0,14 ± 0,23
PS	0,55 ± 0,10	-0,15 ± 0,30	-0,25 ± 0,22	0,03 ± 0,20	0,20 ± 0,23
GS	-0,07 ± 0,49	-0,06 ± 0,37	0,40 ± 0,40	0,24 ± 0,26	0,20 ± 0,29
ALTS	0,45 ± 0,12	-0,37 ± 0,37	-0,39 ± 0,22	0,23 ± 0,20	0,25 ± 0,21

CAR. = característica, PD= peso à desmama, PS= peso ao sobreano, GS= ganho em peso da desmama ao sobreano, ALTS= altura ao sobreano, PCQ= peso da carcaça quente, AOL= área de olho de lombo, EGS= espessura de gordura subcutânea, MARM= marmoreio, SF= maciez

A estimativa de correlação genética entre AOL e GS foi praticamente nula (Tabela 3), indicando não haver relação genética entre tais características. Este resultado não corrobora o de Riley et al. (2002) em animais Brahman, que encontraram estimativa de correlação genética de 0,49 entre AOL e GS. No entanto, a correlação genética entre EGS e GS foi positiva (0,40) e semelhante ao reportado por Riley et al. (2002) que foi de 0,58. Desta forma, seleção para maior ganho em peso no sobreano deve levar a um aumento na cobertura de gordura.

As correlações genéticas entre características de carcaça (AOL e EGS) e ALTS foram moderadas e negativas (Tabela 3), ou seja, seleção para maior tamanho dos animais acarreta mudanças no sentido contrário em AOL e EGS, isto é, diminuição na AOL e EGS. Esses resultados são semelhantes ao

encontrados, em animais Brahman, por Riley et al. (2002) para correlações genéticas entre AOL e ALTS de -0,12 e entre EGS e ALTS de -0,32.

As correlações genéticas entre MARM e os pesos (PD e PS), as correlações genéticas foram praticamente nulas (Tabela 3), indicando que a utilização destes pesos como critério de seleção não leva a mudanças genéticas em MARM. Resultados semelhantes foram encontrados por Gregory et al. (1995) que estimaram correlação genética de 0,01 entre estas características, em raças taurinas. Estimativa de correlação genética baixa (-0,12), embora superior à do presente trabalho, entre MARM e PD foi descrito por Splan et al. (2002). Para a correlação genética entre MARM e PS, em animais taurinos, resultados superiores foram encontrados por Arnold et al. (1991) de 0,20 e Wheeler et al. (2005) de 0,10. Tais diferenças podem ser devido, entre outros fatores, à diferença das raças estudadas.

As correlações genéticas estimadas de MARM com GS e ALTS foram positivas (Tabela 3). Resultados semelhantes entre MARM e GS foram encontrados por Riley et al. (2002) e Smith et al. (2007), com animais da raça Brahman, com estimativa de correlação genética de 0,28 e 0,27, respectivamente. No entanto, estimativas diferentes ao desse estudo foram descritos por Riley et al. (2002) e Smith et al. (2007) para correlações genéticas entre MARM e ALTS de -0,27 e entre SF e GS de -0,17, respectivamente.

As estimativas de correlação genética entre SF e as características de crescimento estudadas foram positivas e baixas (Tabela 3). Seleção a longo prazo para aumento de peso ou ganho em peso deve influenciar a maciez de forma desejável. Tais resultados diferem dos de Gregory et al. (1995) e Splan et al. (2002), em animais taurinos, que encontraram estimativas quase nulas para a correlação genética entre estas características de -0,06 e 0,05, respectivamente. No entanto, estimativa superior ao desse estudo, e positiva (0,55) para correlação genética entre SF e PS foi estimado por Wheeler et al. (2005).

De uma forma geral, os erros-padrão das estimativas das correlações genéticas foram altos, provavelmente, devido ao pequeno número de animais estudados, e o alto número de animais com pais desconhecidos. Entretanto, deve-se levar em consideração a dificuldade de obtenção de medidas

fenotípicas para as características de carcaça e carne, e conseqüentemente, a existência de poucos estudos com estas características em animais da raça Nelore.

### Estimativas de correlações fenotípicas

De modo geral, as correlações fenotípicas, entre as características de crescimento (PD, PS e ALTS) e PCQ foram positivas (Tabela 4) indicando que animais maiores e mais pesados terão um maior peso de carcaça. Entretanto as correlações fenotípicas entre as características de crescimento e as da carne (Tabela 4) foram próximas a zero, ou seja, as características de crescimento não são boas indicadoras da qualidade da carne.

Tabela 4: Estimativas de correlações fenotípicas entre características de crescimento com as características da carcaça e carne

CAR.	PCQ	AOL	EGS	MARM	SF
PD	0,48 ± 0,03	0,11 ± 0,05	0,03 ± 0,04	0,01 ± 0,05	0,04 ± 0,05
PS	0,72±0,017	0,13 ± 0,05	0,02 ± 0,04	0,01 ± 0,05	0,03 ± 0,05
GS	0,08 ± 0,09	-0,07 ± 0,07	0,06 ± 0,07	-0,07 ± 0,07	-0,14 ± 0,07
ALTS	0,49 ± 0,03	-0,02 ± 0,05	0,06 ± 0,04	0,05 ± 0,04	0,04 ± 0,05

PD= peso à desmama, PS= peso ao sobreano, GS= ganho em peso da desmama ao sobreano, ALTS= altura ao sobreano, PCQ= peso da carcaça quente, AOL= área de olho de lombo, EGS= espessura de gordura subcutânea, MARM= marmoreio, SF= maciez

## **CONCLUSÕES**

As características de crescimento, carcaça e carne possuem variabilidade genética suficiente para responder à seleção, entretanto para as características da carne o progresso genético será mais lento quando comparada a estas características.

A seleção para peso à desmama e ao sobreano promove mudanças genéticas positiva no peso da carcaça, assim como para as características de carne. Entretanto, a seleção de animais para maiores pesos e altura implicará em seleção no sentido contrário para a área de olho de lombo e espessura de gordura, mostrando um antagonismo entre o efeito dos genes para crescimento com musculosidade e grau de acabamento do animal. Um maior conjunto de dados deve ser analisado para confirmar estes resultados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIEC 2011. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. Disponível em: [http://www.abiec.com.br/news\\_view.asp?id=%7B43319A09-A2D3-4B90-9A72-AA43D902CAC0%7D](http://www.abiec.com.br/news_view.asp?id=%7B43319A09-A2D3-4B90-9A72-AA43D902CAC0%7D). Acesso em: 17 de Dezembro de 2012.
- ALVES, D. D.; GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A. B. M.; Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, p. 135-149, 2005.
- ARNOLD, J.W.; BERTRAND, J.K.; BENYSHEK, L.L.; LUDWIG, C. Estimates of genetic parameters for live animal ultrasound, actual carcass data, and growth traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 985-992, 1991.
- BEEF CRC 2009. **On the growth path to profit**. Disponível em: <http://www.beefcrc.com/documents/publications/producer-books/GrowthPathsBook-web.pdf>. Acesso em: 13 de Fevereiro de 2013.
- BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; RORATO, P. R. N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 596-601, 2008.
- BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; MERCADANTE, M. E. Z.; LÔBO, R. B. Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 2320-2326, 2009.
- BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G.; MERCADANTE, M. E. Z.; LÔBO, R. B. Associação genética entre a idade ao primeiro parto, ganhos em peso e peso adulto em animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.746-751, 2010.
- BOLIGON, A. A., ALBUQUERQUE, L. G. Genetic parameters and relationships between heifers rebreeding and hip height in Nellore cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 4, p. 598-602, 2012.
- CREWS, D. H. JR.; FRANKE, D. E. Heterogeneity of variances for carcass traits by percentage Brahman inheritance. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 1803–1809, 1998.
- CREWS, D. H. JR.; KEMP, R. A. Genetic parameters for ultrasound and carcass measures of yield and quality among replacement and slaughter beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 3008-3020, 2001.
- CREWS, D. H. JR.; POLLAK, E. J.; WEABER, R. L.; QUASS, R. L.; LIPSEY, R.J. Genetic parameters for carcass traits and their live animal indicators in Simmental cattle. **Journal of Animal Science**, v. 81, p.1427-1433, 2003.
- ELZO, M. A.; WEST, R. L.; JOHNSON D. D.; WAKEMAN, D. L. Genetic variation and prediction of additive and nonadditive genetic effects for six

carcass traits in an Angus–Brahman multibreed herd. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 1810–1823, 1998.

FERRIANI, L. **Estimativas de herdabilidade das características de carcaça e crescimento e de suas correlações genéticas em animais da raça Nelore**. 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento Animal). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.

GREGORY, K. E.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M. Genetic and phenotypic (co)variances for growth and carcass traits of purebred and composite populations of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 1920–1926, 1995.

IBGE 2011. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=2241&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2241&id_pagina=1). Acesso em: 17 de Dezembro de 2012.

KOURY FILHO, W.; ALBUQUERQUE, L. G.; FORNI, S. SILVA, J. A. V.; YOKOO, M. J.; ALENCAR, M. M. Estimativas de parâmetros genéticos para os escores visuais e suas associações com peso corporal em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 1015-1022, 2010.

LAUREANO, M. M. M.; BOLIGON, A. A.; COSTA, R. B.; FORNI, S.; SEVERO, J. L. P.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimativas de herdabilidade e tendências genéticas para características de crescimento e reprodutivas em bovinos da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, p. 143-152, 2011.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo, 2000. p. 134.

MEYER, K. WOMBAT - A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML). **Journal of Zhejiang University Science**, v. 8, p. 815-821, 2007.

O'CONNOR, S. F.; TATUM, J. D.; WULF, D. M.; GREEN, R. D.; SMITH, G. C. Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 1882-1830, 1997.

PANETO, J. C. C.; LEMOS, D. C.; BEZERRA, L. A. F.; MARTINS FILHO, R.; LOBO, R. B. Estudo de características quantitativas de crescimento dos 120 aos 550 dias de idade em gado Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 668-674, 2002.

PARMIGIANI, P.; TORRES, R. Para além da rastreabilidade. **Revista Nacional da Carne**, v. 33, p. 8-15, 2009.

PEREIRA, M. C.; YOKOO, M. J.; BIGNARDI, A. B.; SEZANA, J. C.; ALBUQUERQUE, L. G. Altura da garupa e sua associação com características reprodutivas e de crescimento na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p. 613-620, 2010.

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

REZENDE, F. M.; FERRAZ, J. B. S.; GROENEVELD, E.; MOURÃO, G. B.; BONIN, M. N.; OLIVEIRA, P. S.; ELER, J. P. Estimation of genetic and phenotypic parameters for meat and carcass trait in Nellore bulls In: 60th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, 2009, Barcelona. **60th Annual Meeting of the European Federation of Animal Science**. Wageningen Academic Publishers Abstract and Congress Management Application, 2009.

RILEY, D. G.; CHASE JR, C. C.; HAMMOND, A. C.; WEST, R. L.; JOHNSON, D. D.; OLSON, T. A.; COLEMAN, S. W. Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 955-962, 2002.

SMITH, T.; DOMINGUE, J. D.; PASCHAL, J. C.; FRANKE, D. E.; BIDNER, T. D.; WHIPPLE, G. Genetic parameters for growth and carcass traits of Brahman steers. **Journal of Animal Science**, v.85, p.1377-1384, 2007.

SPLAN, R. K., CUNDIFF, L. V., DIKEMAN, M. E., VAN VLECK, L. D. Estimates of parameters between direct and maternal genetic effects for weaning weight and direct genetic effects for carcass traits in crossbred cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 3107-3111, 2002.

THOMPSON, J. M. The effects of marbling on flavor and juiciness scores of cooked beef, after adjusting to a Constant tenderness. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 44, p. 645-652, 2004.

VAN MELIS, M.H.; ELER, J.P.; SILVA, J.A.V.; FERRAZ, J.B.S. Estimação de parâmetros genéticos em bovinos de corte utilizando os métodos de máxima verossimilhança restrita e R. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, p. 1624-1632, 2003.

WHEELER, T. L.; KOOMARAIE, M.; SHACKELFORD, S. D. Standardized warner-bratzler shear force procedures for meat tenderness measurement. Clay Center: Roman L. Hruska U. S. **Meat Animal Research Center**. United States Department of Agriculture, 1995. 7p.

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

WILSON, D. E.; WILLHAM R. L.; NORTHCUTT S. L.; ROUSE, G. H. Genetic parameters for carcass traits estimated from Angus field records. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 2365-2369, 1993.

WHIPPLE, G. KOOHMARAIE, M., DIKEMAN, M. E., CROUSE, J. D., HUNT, M. C., KLEMM, R. D. Evaluation of attributes that affect *longissimus* muscle



tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 2716-2728, 1990.

YOKOO, M. J. I.; ALBUQUERQUE, L. G.; LOBO, R. B.; SAINZ, R. D.; CARNEIRO JÚNIOR, J. M.; BEZERRA, L. A. F.; ARAUJO, F. R. C. Estimativas de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1761-1768, 2007.