

ESTUDO DE CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO E DE CARÇAÇA MEDIDAS POR ULTRA-SONOGRAFIA EM NOVILHAS DE DOIS GRUPOS GENÉTICOS

MARCOS JUN ITI YOKOO,^{1*} ALEX ARCELIN ORTELAN,¹ JOSÉ LINDENBERG ROCHA SARMENTO,² LUCIA GALVÃO DE ALBUQUERQUE,¹ KLEBER TOMÁS RESENDE,¹ RICARDO ANDRADE REIS,¹ IZABELLE AUXILIADORA MOLINA DE ALMEIDA TEIXEIRA¹ E GUILHERME J. M. ROSA³

1. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP (UNESP-FCAV). *E-mail: yokoomarcos@hotmail.com

2. Universidade Federal do Piauí

3; University of Wisconsin, Madison.

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi estudar o efeito de grupo genético sobre as características peso (PS), altura do posterior (ALT), perímetro torácico (PT), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea na costela (EG), espessura de gordura subcutânea na garupa (EGP8) e índice de musculosidade ($IM=100 \times AOL/PS$), além da relação entre essas características por meio de análises de correlação e regressão. Obtiveram-se as medidas em 120 novilhas com quatorze meses de idade e provenientes de dois grupos genéticos: sessenta animais Braunvieh \times (Santa Gertrudes \times Nelore) e sessenta animais Santa Gertrudes \times Nelore. O efeito de grupo genético afetou significativamente as características PS, PT e AOL. As estimativas de correlação fenotípica entre PS e ALT e entre PS e PT foram de 0,49 e 0,79, respectivamente. As correlações entre as características

de carcaça medidas por ultra-som e PS, PT e ALT apresentaram magnitudes de moderadas a baixas, e aquelas entre a AOL e as medidas de gordura ficaram próximas de zero. Todas as correlações envolvendo o IM apresentaram-se negativas e próximas de zero, com exceção da correlação entre IM e AOL, que foi, como esperado, positiva e alta. Dessa forma, os resultados do presente trabalho indicam que o grupo genético com maior proporção de genes de uma raça continental apresentou maior AOL, PS e PT do que o grupo genético contendo apenas genes de raças britânicas e zebuínas, sendo que as características de crescimento não são bons indicadores quantitativos da AOL e/ou da espessura de gordura subcutânea na carcaça, pelo menos em termos fenotípicos.

PALAVRAS-CHAVES: Área de olho de lombo, características morfológicas, cruzamentos, espessura de gordura, medidas corporais.

ABSTRACT

STUDY OF GROWTH AND CARCASS TRAITS MEASURED BY ULTRASOUND IN TWO GENETIC GROUPS OF HEIFERS

The aim of this work was to study the effect of genetic group on body weight (BW), hip height (HH), chest girth (CG), longissimus muscle area (LMA), backfat thickness (BF), rump fat thickness (RF), and muscle index ($MI=100 \times LMA/BW$), and the relationship between them

by using correlation and regression analyses. The records were obtained on 120 heifers at 14 months of age, from two genetic groups: 60 animals Braunvieh \times (Santa Gertrudes \times Nelore) and 60 animals Santa Gertrudes \times Nelore. The genetic group significantly affected BW, CG and LMA. The

estimates of phenotypic correlation between BW and HH, and between BW and CG were 0.49 and 0.79, respectively. The correlation between carcass traits and BW, CG and HH were of moderate to low magnitude, and between LMA and subcutaneous fat deposition were close to zero. All correlation estimates between MI and the others traits were negative and close to zero, except the correlation between MI and LMA, which was positive and high, as expected.

Thus, the results of this study indicate that the genetic group with the greatest proportion of a continental breed genes showed higher LMA, BW and CG than the genetic group containing only genes of British and Zebu breeds. Furthermore, the growth traits are not good quantitative indicators of LMA and/or subcutaneous fat thickness, at least in phenotypic terms.

KEY WORDS: Body measurements, crossbreed, longissimus muscle area, morphologic traits, subcutaneous fat thickness.

INTRODUÇÃO

O mercado mundial de carne oferece oportunidades ímpares de crescimento à bovinocultura brasileira, desde que se alcance a excelência no controle de doenças e haja absoluta segurança quanto à qualidade dos produtos. Outros países exportadores estão atentos aos movimentos brasileiros e se preparam para competir pelos mercados já atendidos.

A produção de bovinos no Brasil, quase que exclusivamente em pastagem, atende em parte ao atual apelo mundial por produtos “ecológicos ou naturais”, porém são necessários alguns ajustes na cadeia produtiva com o objetivo de satisfazer as exigências relacionadas à consistência e à qualidade dos produtos, pois estes são igualmente importantes na conquista e na manutenção dos mercados. O peso vivo é uma das medidas mais usadas para avaliar o desenvolvimento corporal dos bovinos. Em meados da década de 1970 acreditava-se que animais de origem continental apresentavam taxa de crescimento e pesos maiores do que os de origem britânica. Posteriormente, uma série de estudos mostrou que, apesar de os dois grupos genéticos apresentarem taxas de crescimento semelhante, o rendimento de cortes cárneos das raças continentais é maior do que os das raças britânicas e essas últimas, por sua vez, apresentam um maior marmoreio na carne (CUNDIFF, 2003). Atualmente, a técnica da ultra-sonografia vem sendo bastante utilizada na avaliação de carcaça no animal vivo, a partir de medidas indiretas e acuradas de musculosidade, de gordura e rendimento de carne à desossa (WILSON, 1992).

Do ponto de vista de melhoramento, além da seleção genética, outra forma de incrementar a produção e melhorar a qualidade de carcaças é através de cruzamentos, o que permite explorar complementaridade entre raças e o vigor híbrido dos animais buscando-se aqueles com melhores carcaças. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi comparar novilhas de dois grupos genéticos, com mensurações aos quatorze meses de idade, e estudar as correlações fenotípicas entre características de crescimento e de carcaça.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no setor de forragicultura e pastagem da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal, SP.

Os 120 animais, nascidos em março de 2004, foram cedidos pelo Grupo Brascan, Fazendas Bartira, e tinham a seguinte composição genética: o 1º grupo genético denominado SNB foi composto pelo cruzamento de touros Santa Gertrudes com matrizes Nelore, cujas fêmeas foram cruzadas com touros Braunvieh resultando em novilhas “threecross”; o 2º grupo genético foi denominado SN, pois foi produzido pelo cruzamento de touros Santa Gertrudes com matrizes Nelore. Dividiram-se as novilhas em cinco lotes de tal forma que o manejo atendessem à lotação animal e que fossem mantidas juntas do início ao fim do período experimental. A área utilizada apresenta quinze hectares e é dividida em trinta piquetes de meio hectare cada, sendo os animais manejados em pastejo rotacionado de *brachiaria brizantha* cv. Marandu.

A taxa de lotação utilizada foi de 4,38 unidades animais por hectare (UA/ha), em que cada UA/ha corresponde a um animal de 450 kg de peso vivo. Ajustou-se essa taxa de lotação conforme a oferta de forragem existente na época do ano.

Realizaram-se as mensurações em abril de 2005, após jejum alimentar e hídrico de doze horas, quando os animais estavam com aproximadamente quatorze meses de idade. Foram obtidos o peso vivo (PS), o perímetro torácico (PT) e altura do posterior (ALT), além das medidas de carcaça: área de olho de lombo (AOL) e espessura da gordura subcutânea (EG), ambas mensuradas nos animais entre a região da 12^a e 13^a costelas, transversalmente sobre o músculo *longissimus dorsi*, e a espessura de gordura subcutânea na ga-

rupa (EGP8), medida na intersecção dos músculos *gluteus medius e biceps femoris*, localizados entre o ílio e o ísquio. Também se analisou o índice de musculosidade (IM), relacionando as medidas de AOL e PS, sendo $IM = 100 \times AOL/PS$. Para obtenção da AOL, EG e EGP8 empregou-se um equipamento de ultra-sonografia da marca PIE-MEDICAL, modelo Aquila, com sonda linear de 18 cm, de 3,5 MHz. Para coleta das imagens da AOL e EG, também se utilizaram um acoplador acústico (*standoff*) e óleo vegetal, para a garantia do contato acústico entre a sonda linear e o corpo do animal. As médias, os desvios-padrão e os coeficientes de variação das características estudadas estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Média, desvio-padrão e coeficiente de variação (entre parênteses) das características peso (PS), altura do posterior (ALT), perímetro torácico (PT), índice de musculosidade (IM), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura nas costelas (EG) e espessura de gordura na garupa (EGP8), por grupo genético (GGen)

| GGen | Características | | | | | | |
|------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | PS, kg | PT, cm | ALT, cm | IM, cm ² /10g | AOL, cm ² | EG, mm | EGP8, mm |
| SNB ^a | 254,9 ± 20,5 (8,0) | 149,8 ± 5,4 (3,6) | 118,3 ± 3,6 (3,0) | 16,6 ± 0,02 (0,1) | 42,3 ± 5,7 (13,5) | 1,3 ± 0,6 (49,6) | 2,3 ± 0,8 (35,1) |
| SN ^b | 235,9 ± 22,6 (9,6) | 146,5 ± 5,1 (3,5) | 117,7 ± 4,0 (3,4) | 16,1 ± 0,02 (0,1) | 39,2 ± 5,6 (14,3) | 1,3 ± 0,7 (52,7) | 2,3 ± 0,9 (39,2) |

^aSNB = Braunvieh × (Santa Gertrudes × Nelore); ^bSN = Santa Gertrudes × Nelore.

Procedeu-se à análise dos dados pela metodologia dos quadrados mínimos. Primeiramente, todas as características foram modeladas para os mesmos efeitos fixos (lote de manejo, grupo genético e interação entre esses efeitos) em uma análise multivariada, utilizando o procedimento GLM do SAS (SAS, 2000), opções MANOVA e PRINTE, essa última para se estimar a matriz de erro SSCP (*sums of squares and cross products*), gerando, assim, as correlações fenotípicas entre as variáveis dependentes, dadas as variáveis explanatórias. Posteriormente, verificada a correlação entre PS e AOL, e entre EG e EGP8 (Tabela 4), efetuaram-se análises de variância individualmen-

te somente para a AOL, EG e EGP8, considerando o PS como covariável no modelo. Além disso, estimaram-se equações de regressão, utilizando o PROC REG do SAS (SAS, 2000). O modelo geral utilizado foi:

$$y_{ijk} = \mu + L_i + G_j + LG_{ij} + \beta (P_{ijk} - \bar{P}) + E_{ijk},$$

em que:

y_{ijk} = variável resposta (PS, ALT, PT, AOL, EG, EGP8);

μ = média geral;

L_i = efeito fixo do i -ésimo lote de manejo (1, ..., 5);

G_j = efeito fixo do j -ésimo grupo genético (SNB e SN);

LG_{ij} = efeito da interação entre o lote de manejo i e o grupo genético j ;

β = coeficiente de regressão da variável resposta sobre o peso do animal (apenas para as características de carcaça);

P_{ijk} = peso do k -ésimo animal, referente ao i -ésimo lote de manejo e ao j -ésimo grupo genético (apenas para as características de carcaça);

\bar{P} – média dos pesos dos animais;

E_{ijk} = erro aleatório associado à observação y_{ijk} ;

assumindo que $E_{ijk} \stackrel{i.i.d.}{\sim} N(0, \sigma^2)$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fatores que afetam as características de crescimento e de carcaça

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados das análises de variância das características estudadas. O efeito do grupo genético foi significativo ($P < 0,01$) apenas para as características PS e PT. A partir da análise preliminar das características AOL, EG e EGP8 com um modelo que não incluiu o PS como covariável, verificou-se efeito significativo ($P < 0,01$) de grupo genético somente sobre AOL, cujas médias foram $42,26 \pm 0,72$ e

$39,18 \pm 0,74$ cm² para SNB e SN, respectivamente. No entanto, quando a variável AOL é ajustada para peso (utilizando um modelo com covariância), o efeito de grupo genético sobre a AOL passou a ser não significativo ($P > 0,10$), sendo que o quadrado médio do grupo genético diminuiu de 278,70 para 43,75 (Tabela 2), denotando que a diferença entre os grupos genéticos em relação à AOL deve-se basicamente a uma diferença em termos de peso entre os dois grupos. O mesmo resultado pôde ser verificado pela não-significância ($P > 0,10$) do efeito de grupo genético sobre o IM. Os valores médios estimados para AOL em relação aos grupos genéticos (quando não ajustadas para covariável peso) são similares aos descritos por BERGEN et al. (1996 e 1997), que trabalharam com animais Angus, Shorthorn, Hereford, Charolês e Simental, em que o grupo genético representado pela raça continental teve maior AOL e, para a EG, o grupo genético com composição britânica apresentou maiores valores. No entanto, é essencial fazer estudos econômicos para se conhecer a importância das diferenças entre os dois grupos genéticos e se verificar qual deles traria maior retorno econômico neste sistema de produção.

A interação entre lote de manejo e grupo genético não afetou significativamente ($P > 0,05$) qualquer das características.

TABELA 2. Análise de variância para as características mensuradas aos quatorze meses de idade, ajustando as características AOL, EG e EGP8 para peso

| FV ^a | GL ^b | Quadrado médio | | | | | | |
|------------------------|-----------------|----------------|---------|-------|------|---------|-------|-------|
| | | PS | PT | ALT | IM | AOL | EG | EGP8 |
| Lote | 4 | 193,89 | 4,60 | 9,58 | 6,51 | 35,60 | 4,46* | 4,86* |
| GGen ^c | 1 | 10679,06* | 243,93* | 0,65 | 0,18 | 43,75 | 0,75 | 0,85 |
| GGen×Lote ^d | 4 | 218,30 | 21,39 | 1,81 | 4,03 | 30,89 | 0,31 | 1,19 |
| Peso | 1 | - | - | - | - | 435,24* | 2,84* | 4,57* |
| Resíduo | | 483,47 | 28,58 | 15,00 | 5,12 | 27,58 | 0,27 | 0,53 |
| GL do resíduo | | 108 | 108 | 108 | 108 | 107 | 107 | 107 |

^aFV = fonte de variação; ^bGL = grau de liberdade; ^cGGen = grupo genético; ^dGGen*Lote = interação grupo genético e lote; * efeito significativo ($P < 0,05$); PS = peso (kg); ALT = altura do posterior (cm); PT = perímetro torácico (cm); IM = índice de musculosidade (cm²/10g); AOL = área de olho de lombo (cm²); EG = espessura de gordura nas costelas (mm); EGP8 = espessura de gordura na garupa (mm).

A covariável peso afetou significativamente ($P < 0,01$) as características AOL, EG e EGP8, sendo uma importante fonte de variação para essas

características de carcaça medidas por ultra-som. BRITO et al. (2001), trabalhando com animais da raça Nelore e cruzamentos entre raças, concluíram

que, para poder comparar os animais em relação às características AOL e EG, estas devem ser ajustadas para peso e idade. WILSON et al. (1999), estudando os fatores que afetam a AOL, EG e EGP8 em novilhas e touros jovens da raça Angus, concluíram que tanto a AOL como as espessuras de gordura subcutânea (EG e EGP8) devem ser ajustadas para peso ou para peso dividido pela idade. KEMP et al. (2002), em análise de características de carcaça, utilizaram dois modelos, um com a idade do animal como covariável e o outro com a idade do animal e o peso na data do ultra-som como covariáveis, e concluíram que as estimativas dos componentes de variância para as características de carcaça são altamente dependentes do peso do animal, fazendo com que as estimativas fossem mais baixas quando o peso era incorporado como uma covariável no modelo. Os resultados do presente trabalho indicam que, para comparar animais de diferentes grupos genéticos em relação às características de carcaça medidas por ultra-som (AOL, EG e EGP8), no intuito de se achar um melhor fenótipo em termos de composição da carcaça, estas devem ser pré-ajustadas para peso, por meio de fatores de ajuste matemáticos, ou este efeito deve ser incluído no modelo de análise. Contudo, se o objetivo for comparar animais independentemente do peso vivo do animal, então não se deve ajustar para PS.

As médias ajustadas estão apresentadas na Tabela 3. Os animais do grupo genético SNB apresentaram maiores médias ajustadas para as características PS e PT, quando comparados aos animais SN, sendo que essas diferenças em valores absolutos e em porcentagem (entre parênteses) foram 19,04 kg (7,5%) e 2,87 cm (2%), respectivamente. Os resultados do presente trabalho concordam com os de PADUA et al. (2004), que também observaram maiores pesos médios para animais do grupo genético contendo genes de pelo menos uma raça continental em sua formação (zebuínos × taurinos), quando comparado com os animais oriundos de cruzamentos de raças britânicas e zebuínas, em áreas tropicais. SUGISAWA et al. (2006), trabalhando com machos inteiros oriundos de cruzamento de Nelore com Angus e com Simental mantidos em confinamento, relataram

maior peso da carcaça quente para os mestiços Simental, quando comparados com os animais mestiços Angus. Por outro lado, trabalhando em áreas temperadas, KOCH et al. (1976), GREGORY et al. (1999), CUNDIFF (2003) e WHEELER et al. (2005) não encontraram diferença na taxa de crescimento entre animais de raças continentais ou britânicas. Os resultados do presente trabalho indicam que as novilhas compostas por uma maior fração de genes de raças continentais em relação às britânicas apresentam maiores médias de PS e PT ao redor dos quatorze meses de idade, criadas em áreas tropicais. Além disso, como a heterose individual dos dois cruzamentos (SNB e SN), teoricamente, apresenta o valor máximo, pode-se atribuir a superioridade dos animais SNB sobre os SN (Tabela 3) à heterose materna, e/ou à distância genética entre as populações parentais, a qual poderia aumentar a heterozigose dos animais SNB. Novilhas SNB são filhas de vacas cruzadas (Santa Gertrudes × Nelore), portanto, com maior potencial para a habilidade maternal. Uma outra hipótese dessa superioridade dos animais SNB poderia ser atribuída às diferenças aditivas entre as raças, em que o rebanho Braunvieh pode ter sofrido uma melhor seleção do que os rebanhos Santa Gertrudes e Nelore.

TABELA 3. Médias ajustadas e desvios-padrão para os dois grupos genéticos

| Grupo genético | Características | |
|------------------|-----------------|-------------------------|
| | Peso (kg) | Perímetro torácico (cm) |
| ^a SNB | 254,87 ± 2,84 | 149,38 ± 0,69 |
| ^b SN | 235,83 ± 2,89 | 146,51 ± 0,70 |

^aSNB = Braunvieh × (Santa Gertrudes × Nelore); ^bSN = Santa Gertrudes × Nelore.

O IM é uma medida de AOL expressa em relação ao peso vivo do animal, sendo uma forma de indicar a musculabilidade corrigida pelo peso vivo. Os valores médios estimados de IM foram 16,70 e 16,62 cm²/10g, para os animais SNB e SN, respectivamente. Esses índices foram semelhantes aos obtidos por GUEDES et al. (2005),

que relataram valores entre 14,82 e 19,60 cm²/10g em progênies de vários touros da raça Nelore mensurados aos 570, 598 e 677 dias de idade. Embora diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os dois grupos genéticos tenham ocorrido tanto para PS como para AOL (quando não ajustada para PS), o mesmo não ocorreu para IM (Tabela 2). Como o IM é definido pela razão entre AOL e PS, provavelmente, o efeito de grupo genético tenha sido anulado (ao menos parcialmente), uma vez que os grupos com maior AOL foram os que tiveram também um maior PS (Tabela 3).

Outro fator que poderia ter contribuído para a não-significância deste efeito sobre o IM seria a possível falta de normalidade na distribuição desta característica. A suposição de normalidade é comumente empregada e aceita na análise de dados relativos a PS e AOL. Entretanto, a razão entre duas variáveis Gaussianas (como no caso da IM), geralmente, não é normalmente distribuída (SHANMUGALINGAM, 1982). Para verificar se a aproximação à distribuição normal estava razoá-

vel, efetuou-se um estudo descritivo dos resíduos estimados no modelo para IM. Nenhuma das análises visuais, nem os gráficos de *quantis* e “Box-plot”, indicaram desvios aparentes da distribuição normal, além disso, o teste de normalidade de Shapiro-Wilk não foi capaz de rejeitar a hipótese de normalidade ($P = 0,5068$), indicando não haver necessidade de transformação dos dados.

Dessa forma, os resultados do presente trabalho indicam que o IM pode ser uma boa medida fenotípica para comparar animais em relação à musculatura depositada na carcaça. Contudo, se o interesse for selecionar reprodutores, estudos verificando a variabilidade genética desta característica necessitam ser desenvolvidos.

Estimativas de correlação fenotípica entre as características

As estimativas de correlação fenotípica entre as características analisadas estão apresentadas na Tabela 4.

TABELA 4. Estimativas de correlação fenotípica entre as características medidas aos quatorze meses de idade em novilhas

| Características | ^a PS | ALT | PT | IM | AOL | EG |
|-------------------|-----------------|--------|-------|--------|-------|-------|
| ^b ALT | 0,49* | | | | | |
| ^c PT | 0,79* | 0,41* | | | | |
| ^d IM | -0,31* | -0,20* | -0,16 | | | |
| ^e AOL | 0,36* | 0,13 | 0,36* | 0,78* | | |
| ^f EG | 0,30* | 0,15 | 0,26* | -0,20* | 0,01 | |
| ^g EGP8 | 0,27* | 0,04 | 0,24* | -0,29* | -0,10 | 0,29* |

* Correlação fenotípica significativamente diferente de zero ($P < 0,01$); ^aPS = peso; ^bALT = altura do posterior; ^cPT = perímetro torácico; ^dIM = índice musculoso; ^eAOL = área de olho de lombo; ^fEG = espessura de gordura subcutânea entre a 12^a e 13^a costelas; ^gEGP8 = espessura de gordura subcutânea na garupa.

Observa-se que a correlação entre PS e ALT foi positiva e moderada, e alta entre PS e PT. Dessa forma, animais mais pesados tendem a ser mais altos e a apresentar maiores perímetros torácicos. Este último resultado parece ser biologicamente correto, uma vez que animais mais pesados necessitam de maior capacidade digestiva e respiratória,

requerendo, para isso, maior PT. CYRILLO et al. (2001), estimando correlações fenotípicas entre o peso ajustado aos 378 dias de idade com as características ALT e PT em animais da raça Nelore, obtiveram valores semelhantes aos encontrados neste trabalho, da mesma forma que ROCHA et al. (2003), trabalhando com vacas Nelore adultas.

As estimativas de correlações fenotípicas entre PS e características de carcaça foram de magnitudes moderadas a baixas, variando de 0,27 a 0,36. Esses resultados sugerem que o PS não é um bom indicador da qualidade das carcaças, mostrando a necessidade de mensuração das características de carcaça conjuntamente com o peso. As correlações fenotípicas estimadas entre AOL e as duas medidas de espessura de gordura (EG e EGP8) não foram estatisticamente diferentes de zero (Tabela 4), indicando que o aumento da quantidade de músculo na carcaça não é acompanhado pelo aumento na deposição de gordura, o que é biologicamente coerente, pois o crescimento do tecido muscular ocorre antes do tecido adiposo. Correlações semelhantes foram relatadas por TORRES et al. (2005) na raça Nelore.

A correlação fenotípica entre as espessuras de gordura subcutânea EG e EGP8 foi positiva e baixa, sugerindo diferenças na fase da deposição de gordura subcutânea na carcaça. MAGNABOSCO et al. (2003) e YOKOO et al. (2008), estudando animais da raça Nelore, observaram que a deposição de gordura na garupa ocorre mais precocemente que nas costelas.

As correlações entre ALT e as características de carcaça foram positivas, mas não significativamente (Tabela 4) diferentes de zero. TORRES et al. (2005), trabalhando com touros Nelore em prova de ganho de peso, estimaram correlações fenotípicas de 0,07 entre ALT e AOL e de 0,03 entre ALT e EG, sendo essas estimativas semelhantes às obtidas neste trabalho.

As estimativas de correlação fenotípica entre o PT e AOL e entre o PT e as duas medidas de espessura de gordura subcutânea foram positivas e de magnitude baixa, sendo semelhantes aos valores estimados entre o PS e as características de carcaça. Essas estimativas, aliadas à baixa correlação entre PT e IM, indicam que o PT não é um bom indicador de musculosidade na carcaça (AOL), pelo menos em termos fenotípicos.

Todas as correlações envolvendo o IM foram negativas e próximas de zero, com exceção da correlação entre IM e AOL, que foi, como esperado, positiva e de magnitude elevada, indicando que animais com maior AOL têm maior indicativo

de musculosidade na carcaça, uma vez que AOL é utilizada para calcular o IM. Contudo, essa correlação não é igual à unidade, sugerindo que essas duas medidas são diferentes, uma vez que IM também depende do PS. Trata-se de característica que pode indicar um melhor rendimento de cortes cárneos, pois o peso vivo do animal apresenta porções não-comestíveis da carcaça. Segundo MAY et al. (2000), a AOL é um bom indicativo da quantidade de cortes. Correlações fenotípicas altas e positivas entre características não necessariamente significam que a seleção direta para uma levará ao melhoramento indireto da outra, pois não é uma estimativa confiável da relação genética existente entre elas (MOHIUDDIN, 1993), uma vez que a correlação fenotípica depende tanto de efeitos genéticos quanto de ambiente.

Estimativas de funções de regressão entre as características

Os resultados aqui discutidos foram complementados com análises de regressão para estudo do PS, da AOL e da EG em função do PT, do PS e da EGP8, respectivamente. Os modelos de regressão incluíram inicialmente diferentes interceptos e coeficientes de regressão para cada um dos dois grupos genéticos (GGen). A partir dos testes de significância, os modelos foram simplificados, eliminando efeitos não significativos. Dessa forma, a variável resposta PS foi estimada pela variável explanatória PT nas funções de regressão: $PS \text{ (kg)} = -147,92 + 2,7 \times PT \text{ (cm)}$, $R^2=0,68$; e $PS \text{ (kg)} = -312,80 + 3,75 \times PT \text{ (cm)}$, $R^2=0,68$; para os animais SNB e SN, respectivamente. Assim, considerando-se animais com pesos próximos da média (254 kg), um acréscimo de 1 cm no PT dos animais SNB, por exemplo, corresponde a um aumento de 1% no PS; já para animais SN, com o mesmo acréscimo, o aumento no PS é de 1,6%.

A variável AOL foi estimada a partir da variável PS pela função de regressão: $AOL \text{ (cm}^2\text{)} = 16,88 + 1,28 I(\text{GGen}) + 0,10 \times PS \text{ (kg)}$, $R^2=0,26$, em que $I(\text{GGen})$ é uma função indicadora, assumindo os valores 0 e 1 para os grupos genéticos SN e SNB, respectivamente. Quando substituídos os valores na regressão da AOL em função do PS,

se o animal pesar 250 kg, esperar-se-ia obter uma AOL de 43,2 e 41,9 cm², respectivamente, para SNB e SN. Os resultados preditos para o grupo genético SN foram semelhantes aos obtidos por MAGNABOSCO et al. (2003), que trabalharam com animais machos Nelore, em idades entre 15 e 24 meses. Como as mensurações da AOL com imagens de ultra-som necessitam de aparelhos que apresentam custos elevados e técnicos especializados, uma opção é estimar a AOL pela pesagem dos animais. Contudo a medida do peso vivo do animal não substitui a AOL, se o intuito é selecionar para rendimento de carcaça e de cortes cárneos.

Para as características EG e EGP8 foi predita a função de regressão: $EG = 0,85 + 0,18 \times EGP8$, $R^2=0,43$, em que a variável resposta EG está relacionada com a variável explanatória EGP8. Dessa forma, se um animal apresentar uma EGP8 de dois mm, a EG predita será de 1,21 mm. MAGNABOSCO et al. (2003), trabalhando com animais machos da raça Nelore, tendo a EGP8 como variável explanatória e EG como variável resposta, estimaram uma EG 18,8% maior, quando comparado com a equação deste estudo. Com isso, podem-se identificar precocemente esses animais, pois segundo TAIT et al. (2001) a deposição de gordura na região das costelas é menor que na garupa, pelo menos até os animais atingirem 4 a 5 mm de espessura de gordura subcutânea.

Com exceção da equação do PS estimado pela variável explanatória PT, as funções de regressões estimadas no presente trabalho apresentaram coeficientes de determinação moderados. Dessa maneira, essas equações não devem ser utilizadas em análises que se desejam alta precisão, ainda que tais estimativas possam trazer uma boa idéia a respeito do comportamento dessas variáveis.

CONCLUSÕES

O grupo genético com proporções de genes de raças continentais (SNB) apresentou maior área de olho do lombo, peso e perímetro torácico do que o grupo genético contendo apenas genes de raças britânicas e zebuínas (SN).

Características de crescimento (peso e altura) e morfológica (perímetro torácico) não são bons indicadores fenotípicos da área de olho de lombo ou da espessura de gordura subcutânea na carcaça, apesar de o peso representar uma importante fonte de variação para essas características de carcaça medidas por ultra-som.

As características de carcaça medidas por ultra-som (AOL, EG, EGP8 e IM) apresentam pouca ou nenhuma associação fenotípica entre si, exceto pela correlação entre índice de musculosidade e área de olho de lombo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq-Brasil e FINEP, pelo financiamento deste projeto. Ao CNPq-Brasil, CAPES e FAPESP pela concessão das bolsas de estudos. Aos estudantes de graduação e pós-graduação do setor de forragicultura e pastagem da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, SP. Ao Grupo Brascan, Fazendas Bartira, por disponibilizar as novilhas para o estudo.

REFERÊNCIAS

- BERGEN, R. D.; MCKINNON, J. J.; CHRISTENSEN, D. A.; KOHLE, N.; BELANGER, A. Prediction of lean yield in yearling bulls using real-time ultra-sound. *Canadian Journal of Animal Science*, v. 76, p. 305-311, 1996.
- BERGEN, R. D.; MCKINNON, J. J.; CHRISTENSEN, D. A.; KOHLE, N.; BELANGER, A. Use of the real-time ultrasound to evaluate live animal carcass traits in young performance-tested beef bulls. *Journal of Animal Science*, v. 75, p. 2300-2307, 1997.
- BRITO, F.V.; TAROUCO, J.U.; CARDOSO, L.L. Estudo de efeitos que afetam as medidas de área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea obtidas por ultra-som em diferentes tipos biológicos de bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba, SP: SBZ, 2001. p. 617-618.
- CUNDIFF, L.V. **Beef cattle**: breeds and genetics, encyclopedia of animal science. U.S. Meat Animal Research Center, Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, 2003.

- CYRILLO, J. N. S. G.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; NETO, L. M. B.; MERCADANTE, M. E. Z.; TONHATI, H. Estimativas de tendências e parâmetros genéticos do peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho, SP. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.1, p.156-165, 2001.
- GREGORY, K. E.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R. M. **Composite breeds to use heterosis and breed differences to improve efficiency of beef production**. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service (Technical Bulletin 1875), 1999. p. 1-75.
- GUEDES, C. F.; PEREIRA, A. S. C.; MARGARIDO, R.; FILHO, A. L. F.; MANICARDI, F.; ARAUJO, F. R. C.; MAGNABOSCO, D. U.; LEME, P. R.; SAINZ, R.D. Características de carcaça da progênie de touros representativos da raça Nelore obtidas *in vivo* por ultra-sonografia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia, GO: SBZ, 2005. 1 CD-ROM.
- KEMP, D.J.; HERRING, W.O.; KAISER, C.J. Genetic and environmental parameters for steer ultrasound and carcass traits. **Journal of Animal Science**, v. 80, p.1489-1496, 2002.
- KOCH, R. M.; DIKEMAN, M. E.; ALLEN, D. M.; MAY, M.; CROUSE, J. D.; CAMPION, D. R. Characterization of biological types of cattle III. Carcass composition, quality and palatability. **Journal of Animal Science**, v. 43, p. 48-62, 1976.
- MAGNABOSCO, C.U.; ARAUJO, F.R.C.; MANICARDI F.; SAINZ R.D.; REYES A.L. Padrões de crescimento e características de carcaça de tourinhos nelore mocho, avaliados por ultra-sonografia em tempo real. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: SBZ, 2003. CD-ROM.
- MAY, S. G.; MIES, W. L.; EDWARDS, J. W.; HARRIS, J. J.; MORGAN, J. B.; GARRETT, R. P.; WILLIAMS, F. L.; WISE, J. W.; CROSS, H. R.; SAVELL, J. W. Using live estimates and ultrasound measurements to predict beef carcass cutability. **Journal of Animal Science**, v.78, p. 1255-1261, 2000.
- MOHIUDDIN, G. Estimates of genetic and phenotypic parameters of some performance traits in beef cattle. **Animal Breeding Abstract**, v. 61, n. 8, p. 495-522, 1993.
- PADUA, J. T.; MAGNABOSCO, C. U.; SAINZ, R. D.; MIYAGI, L. S.; PRADO, C. S.; RESTLE, J.; RESENDE, L. S. Genótipo e condição sexual no desempenho e nas características de carcaça de bovinos de corte superjovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 2330-2342, 2004 (Supl. 3).
- ROCHA, E.D.; ANDRADE, V.J.; EUCLIDES FILHO, K.; NOGUEIRA E.; FIGUEIREDO, G.R. Tamanho de vacas Nelore adultas e seus efeitos no sistema de produção de gado de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 4, p. 273-283, 2003.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT Software: changes and enhancement through release 8.2**. Cary, 2000.
- SHANMUGALINGAM, S. On the analysis of the ratio of two correlated normal variables. **The Statistician**, v. 31, n. 3, p. 251-258, 1982.
- SUGUISAWA, L.; MATTOS, W. R. S; OLIVEIRA, H. N; SILVEIRA, A. C; ARRIGONI, M. B.; SOUZA, A. A. Correlações simples entre as medidas de ultra-som e a composição da carcaça de bovinos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.1, p.169-176, 2006.
- TAIT, J. R.; ROUSE, G. H.; WILSON, D. E. **Comparison of ultrasound and carcass measurements to predict the percentage of lean from four primal cuts**. Ames: Iowa State University, 2001. (Beef and Sheep Research Report A.S. Leaflet R1775).
- TORRES, R. A. de ALMEIDA.; BARICHELO, F.; DA SILVA, L.O. C.; ROSA, A.N.; NIETO, L. M.; OLIVEIRA, H. N.; SUGUISAWA, L. Estudo das correlações fenotípicas entre escores visuais, peso, altura e medidas de carcaça por ultra-som em tourinhos Nelore submetidos a provas de ganho em peso a pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia-GO: SBZ, 2005. CD-ROM.
- 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. Application of ultrasound for genetic improvement. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 973-983, 1992.
- WILSON, D.E.; ROUSE G.H.; HAYS, C.L. **Real-time ultrasound trait age adjustment factors for replacement Angus heifers**. Ames: Iowa State University, 1999. (Beef Research Report A.S. Leaflet R1627).
- YOKOO, M. J.; ALBUQUERQUE, L. G.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; ARAUJO, F. R. C.; SILVA, J. A. V.;

SAINZ, R. D. Genetic and environmental factors affecting fat thickness in Nelore cattle. **Livestock Science**, v. 117, ultrasound measures of longissimus muscle area and back- p.147-154, 2008.

Protocolado em: 26 jun. 2007. Aceito em: 4 set. 2008.