

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Tese

**Relação entre desenvolvimento e medidas morfométricas de bezerros
oriundos de cruzamento alternado contínuo das raças Charolês e Nelore**

Tiago Albandes Fernandes

Pelotas, 2019

Tiago Albandes Fernandes

**Relação entre desenvolvimento e medidas morfométricas de bezerros
oriundos de cruzamento alternado contínuo das raças Charolês e Nelore**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Pelotas como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências, Área de Concentração: Produção de ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Zambarda Vaz

Co-orientador: Prof^a. Dr^a Liliane Cerdótes

Pelotas, 2019

F364r Fernandes, Tiago Albandes

Relação entre desenvolvimento e medidas morfológicas de bezerros oriundos de cruzamento alternado contínuo das raças Charolês e Nelore / Tiago Albandes Fernandes ; Ricardo Zambarda Vaz, orientador ; Liliane Cerdótes, coorientadora. — Pelotas, 2019.

86 f.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. Altura de garupa. 2. Comprimento corporal. 3. Perímetro de braço. 4. Perímetro torácico. 5. Zoometria. I. Vaz, Ricardo Zambarda, orient. II. Cerdótes, Liliane, coorient. III. Título.

CDD : 636.2

Tiago Alblandes Fernandes

Relação entre desenvolvimento e medidas morfométricas de bezerros oriundos de cruzamento alternado contínuo das raças Charolês e Nelore

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção de título em Doutor em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 11/11/2019

Banca Examinadora:

.....
Prof. Dr. Ricardo Zambarda Vaz (Orientador) – Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

.....
Prof. Dr. Otoniel Geter Lauz Ferreira – Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas.

.....
Prof. Dr. Stefani Macari – Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

.....
Prof. Dr. Rafael Aldrighi Tavares – Doutor em Zootecnia pela Universidade Federal de Pelotas.

.....
Prof^a. Dr^a. Vanessa Peripolli – Doutora em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

**Dedico este trabalho a meu
pai Francisco Fernandes (*in
memoriam*) e avô Brasil
Albantes (*in memoriam*).**

Agradecimentos

Primeiramente agradeço a Deus, grande maestro da orquestra da vida, que em sua imensa sabedoria rege cada componente de forma a tornar tudo harmônico.

Agradeço a minha família pela compreensão e paciência ao longo dessa jornada, principalmente frente ao fim deste ciclo.

Agradeço ao meu orientador Ricardo Zambarda Vaz, por dedicar seu tempo e atenção para com minha orientação e ensinamentos.

Agradeço à Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, por possibilitar meu desenvolvimento científico e pessoal.

Agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pelos ensinamentos e apoio. Em especial ao professor Otoniel Geter Lauz Ferreira pelos ensinamentos paralelos e auxílio em questões que não eram de sua responsabilidade direta.

Agradeço ao professor Cássio Cassal Brauner, coordenador do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, e demais membros do colegiado pela compreensão e auxílio quando necessários.

Agradeço aos membros das bancas de qualificação e defesa por dedicarem seu tempo, atenção e conhecimento frente às contribuições realizadas no trabalho.

Um agradecimento especial ao professor João Carlos Maier, o qual me confiou grandes responsabilidades frente às várias turmas sobre sua tutela, bem como pelos ensinamentos e experiência transferidos.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-Brasil (CAPES), uma vez que este estudo foi financiado em parte por ela - Código de Financiamento 001.

Por fim, agradeço a todos que de forma direta ou indireta colaboraram para tornar tudo possível.

A todos o meu mais grato e sincero obrigado.

“Algum dia, em qualquer parte, em qualquer lugar, indefectivelmente te encontrarás a ti mesmo, e essa, só essa, pode ser a mais feliz ou a mais amarga de tuas horas”.

(Pablo Neruda)

Resumo

FERNANDES, Tiago Albandes. **Relação entre desenvolvimento e medidas morfométricas de bezerros oriundos de cruzamento alternado contínuo das raças Charolês e Nelore**. 2019. 86 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2019.

Os objetivos foram mensurar as medidas morfométricas e avaliar a relação existente entre o ganho de peso corporal e o aumento das medidas morfométricas de animais das raças Nelore (N) e Charolês (C), e seus mestiços da segunda (G2) e terceira (G3) geração. Um total de 159 bezerros foi utilizado (C = 29; N = 22; G2 - $\frac{3}{4}$ C $\frac{1}{4}$ N = 21; $\frac{3}{4}$ N $\frac{1}{4}$ C = 9; e G3 - $\frac{5}{8}$ C $\frac{3}{8}$ N = 44; $\frac{5}{8}$ N $\frac{3}{8}$ C = 34). Medidas de peso corporal (PC), ganho de peso médio diário (GMD), perímetro de braço (PB), perímetro torácico (PT), comprimento corporal (CC) e altura de garupa (AG) foram tomadas após ao nascimento, 63, 210 e 365 dias de idade. Os incrementos das medidas foram determinados pela diferença entre estas dividido pelo intervalo entre as mesmas. Animais Charolês se mostraram superiores para PB, PT e CC do que os Nelore, sendo os últimos superiores em AG. Nas gerações a predominância de gens Charolês nos genótipos proporcionou maiores medidas de PB e PT na G2, já a predominância de gens Nelore, resultou em maiores medidas de AG em ambas as gerações. Animais cruzados foram superiores aos puros em todas as medidas, apresentando heteroses significativas. As diferenças foram maiores em relação aos animais Nelore nas medidas de PB, PT e CC, e maiores em relação aos Charolês para AG. Animais C foram superiores aos N nos ganhos de PC, GMD, CC e PT, na relação ganho de PC por ganho de AG, sendo os Nelore superiores em ganho de AG. Na G2 a predominância de gens C nos genótipos proporcionou maiores ganhos de PC, GMD, PB e PT. Animais cruzados de ambas as gerações foram superiores aos puros nos ganhos de PC, CC e AG. Animais da G3 foram superiores aos puros nos ganhos de GMD, PB e PT. Nas relações entre ganho de peso corporal por ganho de medidas corporais não se observou diferenças entre puros e cruzados. Animais Charolês possuem medidas de musculabilidade maiores que animais Nelore, sendo os últimos mais altos. Animais cruzados possuem maior desenvolvimento comparado aos puros, determinando valores de heterose significativos. As medidas morfométricas podem ser utilizadas como bons indicadores do ganho de peso e do desenvolvimento corporal das raças e cruzamentos avaliados neste estudo.

Palavras-chave: Altura de garupa, Comprimento corporal, Perímetro de braço, Perímetro torácico, Zoometria.

Abstract

FERNANDES, Tiago Alblandes. **Relationship between development and morphometric measurements of Charolais and Nellore calves from continuous alternate crossbreeding.** 2019. 86 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2019.

The aims were to measure the morphometric measurements and to evaluate the relationship between body weight gain and the increase of morphometric measurements of Nellore (N) and Charolais (C) breeds, and their second (G2) and third crossbreeds. (G3) generation. A total of 159 calves were used (C = 29; N = 22, G2 - $\frac{3}{4}$ C $\frac{1}{4}$ N = 21; $\frac{3}{4}$ N $\frac{1}{4}$ C = 9 and G3 - $\frac{5}{8}$ C $\frac{3}{8}$ N = 44; $\frac{5}{8}$ N $\frac{3}{8}$ C = 34). Body weight (BW), average daily gain (ADG), arm perimeter (AP), thoracic perimeter (TP), body length (BL) and croup height (CH) were taken after birth, 63, 210 and 365 days of age. Measurement increments were determined by the difference between them divided by the interval between them. Charolais animals were higher for BW, TP and BL than the Nellore, being the latter superior in RH. In the generations the predominance of Charolais genes in the genotypes provided higher measurements of BW and TP in G2, whereas the predominance of Nelore genes resulted in higher measurements of RH in both generations. Crossbred animals were superior to purebred animals in all measures, presenting significant heteroses. Differences were greater in relation to Nellore animals in BW, TP and BL measurements, and larger in relation to Charolais for RH. C animals were superior to N in BW, ADG, BL and TP gains in the BW gain by RH gain ratio, being the Nelore superior in RH gain. In G2, the predominance of C genes in genotypes provided greater gains in BW, ADG, AP and TP. Crossbred animals of both generations were superior to purebred in BW, BL, and RH gains. G3 animals were superior to pure animals in gains of ADG, AP and TP. In the relationship between gain of BW by gain of body measurements no differences were observed between pure and crossed. Charolais animals have larger muscularity measurements than Nelore animals, being the last ones higher. Crossbred animals have higher development compared to purebred animals, determining significant heterosis values. Morphometric measurements can be taken and used as good indicators of weight gain and body development.

Key Words: Arm perimeter, Body length, Croup height, Thoracic perimeter, Zoometry.

Lista de tabelas

Cap. 1 – . Medidas morfométricas de bezerros de corte até um ano de idade de diferentes grupos genéticos

Tabela 1	Médias, erros padrão e heterose para perímetro de braço (cm) de bovinos de corte em diferentes fases de desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.....	44
Tabela 2	Médias, erros padrão e heterose para perímetro torácico (cm) de bovinos de corte em diferentes fases de desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.....	45
Tabela 3	Médias, erros padrão e heterose para comprimento corporal (cm) de bovinos de corte em diferentes fases de desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.....	46
Tabela 4	Médias, erros padrão e heterose para altura de garupa (cm) de bovinos de corte em diferentes fases de desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.....	47

Cap. 2 – Heterose sobre o desenvolvimento ponderal e relação ganho de peso por ganho de medidas morfométricas de bezerros de distintos grupos genéticos

Tabela 1	Médias, erros padrão e heterose para ganho de peso e ganho médio diário de bovinos de corte em desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento	73
Tabela 2	Médias, erros padrão e heterose para ganhos de comprimento corporal e altura de garupa de bovinos de corte em desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento	74
Tabela 3	Médias, erros padrão e heterose para ganhos de perímetros de braço e torácico de bovinos de corte em desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.....	75
Tabela 4	Médias, erros padrão e heterose para ganho de peso corporal/ganho de perímetro de braço e ganho de peso corporal/ganho de perímetro torácico de bovinos de corte em desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.....	76
Tabela 5	Médias, erros padrão e heterose para ganho de peso corporal/ganho de comprimento corporal e ganho de peso corporal/ganho de altura de garupa de bovinos de corte em desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.....	77

Sumário

1 Introdução	11
Objetivos	14
Hipóteses:	15
2 Revisão Bibliográfica	16
2.1 Cruzamento entre raças	16
2.2 Medidas morfométricas	21
CAP1. Medidas morfométricas de bezerros de corte até um ano de idade de diferentes grupos genéticos	27
Introdução	29
Material e métodos	30
Resultados	33
Discussão	35
Conclusão	39
CAP 2. Heterose sobre o desenvolvimento ponderal e relação ganho de peso por ganho de medidas morfométricas de bezerros de distintos grupos genéticos	48
Introdução	50
Material e métodos	51
Resultados	54
Discussão	58
Conclusão	64
CONSIDERAÇÕES FINAIS	78

1 Introdução

O uso da ferramenta de cruzamento entre raças bovinas dentro dos sistemas de exploração pecuária pode ser visto como uma ótima estratégia para a maximização dos índices produtivos. Lançar mão desta ferramenta visa combinar e complementar as principais características economicamente importantes presentes em distintas magnitudes em animais de raças puras já consolidadas, permitindo a aceleração do processo de melhoramento genético por meio da incorporação de gens que influenciam tais características, com a adição da exploração do efeito heterótico advindo do cruzamento (KOGER, 1980; RESTLE, 1999; RESTLE, 2000).

De forma sintética, basicamente a ideia dessa ferramenta tem por base o aproveitamento e a exploração de dois princípios básicos do cruzamento: heterose e complementariedade. A heterose representa de forma quantitativa a superioridade da progênie produto do cruzamento em relação à média de seus progenitores para uma dada característica (FALCONER, 1987). Já a complementariedade representa o incremento na eficiência de desempenho da progênie produto do cruzamento de forma generalizada, onde se utiliza raças de tipos biológicos simultaneamente distintos e complementares (BOURDON, 1997).

O cruzamento visa gerar animais com melhores índices produtivos. Então, uma questão importante é a mensuração destes índices. Normalmente o índice utilizado de forma primordial é o ganho de peso corporal. O peso corporal do

animal é fundamentalmente utilizado como critério para seleção, alimentação e manejo sanitário dos animais (IGE et al., 2015).

O peso corporal é mensurado de forma direta através de do uso de balanças analógicas ou digitais. Entretanto, não são todos os sistemas produtivos que dispõem dessa ferramenta, uma vez que exige um elevado investimento, bem como manutenção e regulação constante. Frente a isso, métodos rápidos utilizando as medidas morfométricas corporais têm sido estudados e aplicados para a estimativa do peso corporal animal (WANGCHUK et al., 2018). Tais medidas morfométricas podem ser tomadas com custo baixo e com relativa alta acurácia e consistência (IGE et al., 2015).

Outra questão importante é que a utilização exclusiva do peso corporal permite apenas visualizar o acúmulo de massa corporal, mas não permite a visualização da distribuição desse acúmulo ao longo do corpo do animal. Já as medidas morfométricas corporais são características particularmente úteis para o entendimento do crescimento do animal (CHOY et al. 2017) e podem ser descritas e utilizadas como critérios de seleção para o crescimento de bovinos (VAN MARLE-KÖSTER et al. 2000).

Essas características morfométricas de tamanho e forma do animal são considerados bons preditores indiretos do seu desempenho produtivo e de sua longevidade produtiva (LEE E KIM, 2010), uma vez que são indicadores da maneira com que o corpo muda ao longo do tempo e, em função disso, podem ser usadas como ferramentas para estimativa do peso corporal e da conformação do animal (LAWRENCE E FOWLER, 2002; FERNANDES et al.,

2010). Várias dessas medidas morfométricas tais como perímetros de braço e torácico, altura de garupa e comprimento corporal são significativamente correlacionadas de forma linear positiva com o peso corporal do animal (VANVANHOSOU et al., 2018).

As medidas morfométricas corporais são de interesse para a indústria de bovinos de corte, seja como informação complementar ao peso corporal, ou como preditores do próprio peso corporal e outras características menos vivíveis (IGE et al., 2015). A avaliação objetiva das características de conformação do animal, a partir da tomada e registro das medidas morfométricas do animal, permite o seu uso de forma eficiente, além de sua associação com o peso corporal do animal, possibilitando determinar animais mais produtivos (VAZ et al., 2016).

Objetivos

Objetivos Gerais:

- Mensurar do nascimento aos 365 dias de idade as medidas morfométricas e avaliar a relação existente entre o ganho de peso corporal e o aumento das medidas morfométricas de animais das raças Charolês e Nelore, e seus mestiços de segunda e terceira geração provenientes do cruzamento alternado contínuo, estimando os efeitos de heterose.

Hipóteses:

- Bezerros cruzados se beneficiando do efeito de heterose apresentam superioridade nas características de desenvolvimento ponderal quando comparados aos bezerros puros.
- Bezerros puros ou cruzados predominantemente Charolês possuem maiores medidas morfométricas corporais relacionadas à musculosidade.
- Bezerros puros ou cruzados predominantemente Nelore possuem maiores medidas morfométricas corporais relacionadas à adaptação ambiental (altura).
- O ganho de peso corporal de bezerros puros Charolês e Nelore, bem como provenientes do cruzamento de segunda e terceira geração entre essas duas raças apresenta alta relação com os seus ganhos de medidas morfométricas corporais.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 *Cruzamento entre raças*

De acordo com Prado et al. (2004), de forma geral, os sistemas produtivos de bovinos mais eficientes são os que conseguem alcançar a otimização da relação entre os seus recursos genéticos (raças puras ou gerações de cruzamento) e os recursos ambientais (condições climáticas, nutricionais e de manejo).

A utilização do cruzamento pode ser vista como uma excelente estratégia para os sistemas de exploração pecuária. Algumas raças já selecionadas ao longo de um significativo número de anos e cruzamentos já conhecidos e estudados apresentam bastante espaço e potencial dentro deste cenário. De acordo com Koger (1980), Restle (1999) e Restle et al. (2000a), o cruzamento visa a combinação e a complementação das principais características de importância econômica expressas com distintas magnitudes pelos animais de raça pura, acelerando o processo de melhoramento genético por meio da incorporação de gens que influenciam essas características, bem como usufruindo do efeito heterótico proveniente do cruzamento.

Vários estudos apontam que a utilização da estratégia do cruzamento pode impactar positivamente nos índices produtivos do animal e do rebanho (PEROTTO et al., 2002; EUCLIDES FILHO et al., 2003; PACHECO et al., 2005; GESUALDI JÚNIOR et al., 2006; RIBEIRO et al., 2008; SILVA et al., 2008; RESTLE et al., 2009; ARAÚJO et al., 2011). Cruzamentos planejados e

executados de forma correta tendem a elevar de 20 a 25% a produtividade final dos animais gerados (LOPES et al., 2012).

A ideia básica dessa estratégia consiste na exploração de dois princípios principais obtidos com o cruzamento. O primeiro consiste no aproveitamento do efeito de heterose existente no cruzamento entre raças distintas. Um fato importante é que, de forma geral, quanto mais distintas e geneticamente distantes forem essas raças, maior será o efeito heterótico obtido. O segundo consiste no aproveitamento do efeito de complementariedade entre raças, onde, de forma simplificada, o animal produto do cruzamento pode apresentar determinadas características desejáveis de cada raça pura envolvida no cruzamento.

A heterose é originalmente definida como sendo a medida relativa à média das linhas parentais, se referindo a qualquer distanciamento proveniente do efeito de aditividade nas populações produto do cruzamento (SHERIDAN, 1981), representando de forma quantitativa a superioridade da progênie originada do cruzamento de raças puras distintas em relação à média de seus progenitores para uma determinada característica (FALCONER, 1987).

A complementariedade é originalmente definida como o incremento ou melhoria da eficiência do desempenho da progênie produto do cruzamento de forma geral, a qual é proveniente do cruzamento de raças com características de tipo biológico diferentes, mas complementares (BOURDON, 1997). Esse fenômeno só é possível em função das diferenças nos respectivos efeitos

genéticos aditivos individuais e maternos para as características de interesse em cada raça utilizada no cruzamento (GAMA, 2002).

Para isso, deve-se utilizar raças que, frente ao cruzamento, manifestem elevado efeito heterótico, bem como que apresentem complementariedade em características no produto final, permitindo a expressão dos pontos fortes de cada raça componente, além do melhor aproveitamento desses pontos fortes e minimização dos efeitos dos pontos fracos ao longo da vida produtiva do animal, visando a otimização de sua eficiência (MOTA, 2010). Atentando-se ao fato que quanto maior for o distanciamento de origem genética e espacial entre as raças, maior serão os efeitos heteróticos e de complementariedade (EUCLIDES FILHO, 1997). As distinções entre as raças puras que compõem o produto cruzado se fazem importantes no aumento da eficiência biológica e produtiva dos últimos (WHEELER et al., 2001). Cada raça nada mais é do que o produto de distintas forças atuantes como a seleção natural durante sua evolução primordial em ambientes com suas respectivas diferenciações em termos de geografia, clima, nutrição doenças e parasitas, bem como da posterior seleção artificial, as quais resultam em significativas divergências nas frequências gênicas, que por sua vez afetam a expressão de diversas características do animal (FRISCH, 2004).

Um exemplo interessante da exploração dessa estratégia é o cruzamento entre raças *Bos taurus* e raças *Bos indicus*, o qual, em função da inclusão *Bos indicus*, tende a resultar em animais mais adaptáveis e resistentes do que animais puros *Bos taurus*, bem como, em função da inclusão *Bos taurus*, tende a resultar em animais com maior potencial de crescimento e melhor estrutura de carcaça do que animais puros *Bos indicus*.

Nesse exemplo temos duas raças que embora provenientes de um ancestral comum (*Bos primogenitus*), apresentaram e ainda apresentam um distanciamento genético significativo de aproximadamente 250 mil a 1 milhão de anos (FRISCH, 2004). Neste caso se tem aliadas a maior velocidade de crescimento das raças *Bos taurus* com as maiores adaptabilidade e resistência das raças *Bos indicus*, gerando um animal produto que expressa tais características em função da heterose resultante dos gens em heterozigose e da combinação dos efeitos aditivos entre as raças utilizadas (MUNIZ E QUEIROZ, 1998, PEROTTO et al. 2000). Entre os benefícios proporcionados de forma imediata pelo cruzamento entre *Bos taurus* e *Bos indicus*, podem ser citados a elevação da velocidade de ganho de peso corporal e da melhora da conformação das características quantitativas e qualitativas da carcaça dos animais produto (FELÍCIO, 1997, PEROTTO et al. 2000).

Em ambientes propícios, a exploração do cruzamento entre raças *Bos taurus* e raças *Bos indicus* representa uma oportunidade excelente para a elevação dos índices produtivos do rebanho (ROSO E FRIES, 2000). O efeito heterótico é diretamente proporcional à diferença de frequências gênicas que influenciam uma determinada característica das raças que originam o cruzamento (GREEN et al., 1999). Tendo em vista esse fato, o cruzamento entre raças geneticamente distantes como *Bos taurus* e *Bos indicus* tendem a resultar em uma maior heterose do que os cruzamentos entre raças geneticamente próximas como *Bos taurus* entre *Bos taurus* ou *Bos indicus* entre *Bos indicus* (GREEN et al., 1999; ROSO E FRIES, 2000). Em situações de ambiente subtropical o efeito heterótico do cruzamento entre *Bos taurus* e *Bos indicus*

pode elevar a produção do animal em mais de 50%, enquanto que em situações de ambiente temperado o efeito heterótico do cruzamento entre *Bos taurus* e *Bos taurus* eleva a produção em torno de 23% (KOCH et al., 1989). Em cruzamentos entre duas raças *Bos taurus* o efeito heterótico resultante é em média três vezes menor do que o proveniente do cruzamento entre uma raça *Bos taurus* e uma *Bos indicus* (KOGGER, 1980).

Resultados ainda mais expressivos no cruzamento entre *Bos taurus* e *Bos indicus* são esperados quando o componente *Bos taurus* é de origem continental, em comparação com de origem britânica (PRAYAGA, 2003). O cruzamento entre raças *Bos taurus* continentais de grande porte como a Charolês, a qual apresenta elevada velocidade de ganho de peso corporal e massa muscular, com raças *Bos indicus* mais precoces em termos de deposição de gordura como a Nelore quando comparado ao Charolês, resulta em animais produto com elevada deposição muscular na carcaça e adequada proporção de gordura de cobertura (RESTLE et al., 1995). O cruzamento entre Charolês e Nelore gera animais com maiores pesos de abate e carcaça, melhores rendimento e conformação de carcaça, bem como menor percentual de tecido ósseo (LEME 2000; RESTLE et al., 2000b). Os animais produto do cruzamento entre raças *Bos taurus* continentais e *Bos indicus* podem gerar maior rendimento dos cortes de maior valor comercial (MOURÃO et al., 2010).

De forma geral, na região sul brasileira, os grupos genéticos provenientes das gerações do cruzamento alternado contínuo entre as raças Charolês e Nelore apresentam melhores e desejáveis características de carcaça e carne do que os genótipos de raça pura, onde há principalmente a complementação das

deficiências de deposição de tecido adiposo dos animais da raça Charolês e de peso de carcaça dos animais da raça Nelore (RESTLE E VAZ, 2003).

2.2 Medidas morfométricas

A morfometria é o estudo da forma corporal de um indivíduo e da sua relação com o tamanho desse indivíduo, sendo utilizada para mensurar as diferenças existentes entre espécies, possibilitando a obtenção de referências para comparação entre indivíduos e espécies (VALENTIN et al., 1995).

A mensuração das medidas morfométricas é uma ferramenta de extrema importância na avaliação do crescimento e desenvolvimento corporal dos animais (PACHECO et al., 2008). Essas medidas possibilitam determinar a caracterização do padrão racial, bem como gerar dados para implantar futuros programas de melhoramento genético (MARIZ, 2010). Quando a morfometria é avaliada e utilizada em conjunto com outros índices zootécnicos constitui uma base importante para a avaliação animal individual, bem como para determinar a evolução de um sistema produtivo (BORGES et al., 2004). Tratando-se de uma técnica relativamente simples para descrição do crescimento, a morfometria tem sido considerada uma aproximação para a avaliação do desenvolvimento do animal, além de apresentar grande aplicabilidade prática relacionada à determinação de melhores idades para início da vida reprodutiva ou abate, por exemplo (COSTA et al., 2009, SAWANON et al., 2011, IGE, et al., 2015; TISMAN E PUTRA, 2015).

Embora nem sempre substituam as medidas que caracterizam o desempenho, a mensuração das medidas morfométricas auxilia na estimativa de respostas correlacionadas (WINKLER et al., 1997), bem como fornece informações complementares em programas de melhoramento genético, tendo utilidade na determinação de tendências de uma raça ao longo dos anos (MAGNABOSCO et al., 1996).

A avaliação do crescimento por intermédio da variação do tamanho corporal (peso, altura, perímetros de braço e torácico, além de outros) por unidade de tempo fornece valores que podem ser utilizados para avaliações nutricionais e para seleção genética (PINTO et al., 2005).

A inclusão de medidas morfométricas são de interesse dos programas de seleção animal, uma vez que são de fácil mensuração em larga escala e ao fato de apresentarem ausência de oscilação dentro de determinado período de tempo (HAGGER E HOFER, 1991). Diversas condições patológicas, fisiológicas, ambientais, de manejo e nutricionais podem influenciar o peso corporal dos animais, sendo as medidas morfométricas menos susceptíveis às variações (VIEIRA et al. 2004).

A avaliação das medidas morfométricas juntamente com o peso corporal do animal descrevem melhor um indivíduo ou população do que os métodos convencionais de ponderação e estratificação por escores (SCARAPATI et al., 1996). Essas medidas são indicadores da maneira com que o corpo muda ao longo do tempo e, em função disso, têm sido utilizadas como preditores do peso corporal e da conformação do animal (LAWRENCE E FOWLER, 2002;

FERNANDES et al., 2010), sendo consideradas particularmente úteis para o entendimento do crescimento animal (CHOY et al., 2017), bem como bons preditores indiretos da sua produção e longevidade produtiva (LEE E KIM, 2010).

As medidas morfométricas habitualmente utilizadas para a avaliação de um animal ou população são a altura de garupa, comprimento corporal, perímetros de braço e torácico, dentre outras (CALEGARI, 1999). Essas medidas supracitadas quando utilizadas na avaliação de animais com aptidão carnicera podem, além de influenciar nos parâmetros de desempenho e eficiência produtiva do animal, ter influência no preço de comercialização do produto final (cortes), tendo em vista que modificam a percepção visual por parte do consumidor (SANTANA et al., 2001). A seleção de um animal com base em uma determinada característica se faz importante não somente por seus reflexos diretos em sua expressão, mas também nos reflexos indiretos na expressão de outras características que lhe são dependentes em menor ou maior magnitude (PEREIRA, 2001).

Tendo-se a avaliação das medidas morfométricas, existe a possibilidade de se fazer várias correlações entre elas e o peso corporal do animal (SILVA et al., 2006). Uma questão importante é que quanto mais jovem o animal, normalmente maiores são as correlações entre suas medidas e o seu peso corporal (SANTANA et al., 2001).

De forma geral, as medidas morfométricas que mais se correlacionam com o peso corporal, independentemente da idade do animal, são o perímetro torácico em primeiro lugar, seguido pelo comprimento corporal e altura de garupa

(LUCHIARI FILHO, 2000; SANTANA et al., 2001; MEMÓRIA et al., 2005, LESOSKY et al., 2013; BRITO et al., 2015, LUKUYU et al., 2016; VANVANHOSSOU et al., 2018). Tendo em vista esses fatos, ao selecionar animais que apresentem simultaneamente maiores altura de garupa, comprimento corporal e perímetros de braço e torácico, provavelmente serão selecionados indiretamente os animais de maior tamanho e peso corporal (WINKLER et al., 1993; SCARPATI et al., 1996).

Alguns estudos foram conduzidos objetivando desenvolver métodos para estimar o peso corporal de bovinos por meio de equações derivadas de medidas morfométricas corporais (GOE et al., 2001; ADEYINKA E MOHAMMED, 2006; OJEDAPO et al., 2007; WIJONO et al., 2007, SOWNADE E SOBOLA, 2008; GUNAWAN E JAKARIA, 2010; LESOSKY et al., 2013; LUKUYU et al., 2016; WANGCHUK et al., 2018). Entretanto, ainda existem divergências entre estudos e precisões insatisfatórias dos modelos, sugerindo a necessidade de se obter maiores informações entre as relações existentes entre o ganho de peso corporal e o ganho de medidas morfométricas corporais.

A estimativa precisa do peso corporal é de fundamental importância para qualquer pesquisa animal e para o desenvolvimento da atividade pecuária (WANGCHUK et al., 2018), tendo em vista que o peso corporal do animal é fundamentalmente utilizado como critério para seleção, alimentação e manejo sanitário dos animais (IGE et al., 2015).

Outro fato importante é que essas medidas, além de possibilitarem a predição do peso corporal do animal, quando em conjunto com esse descrevem

de forma mais completa um indivíduo ou uma população do que somente o peso corporal (Salako, 2006), uma vez que são indicadores da maneira com que o corpo muda ao longo do tempo e, em função disso, podem ser usadas como ferramentas para estimativa, além do peso corporal, da conformação corporal do animal (LAWRENCE E FOWLER, 2002; FERNANDES et al., 2010). Esses fatos permitem que se tenha o conhecimento, além da informação de peso corporal, da maneira com que o peso se distribui ao longo do corpo do animal.

As medidas morfométricas corporais são de interesse para a indústria de bovinos de corte, seja como informação complementar ao peso corporal, ou como preditores do próprio peso corporal, da conformação corporal e outras características menos vivíveis (IGE et al., 2015). A avaliação objetiva das características de conformação do animal, através da tomada e registro das medidas morfométricas do animal, permitem o seu uso de forma eficiente, além de sua associação com o peso corporal do animal, possibilitando determinar animais mais produtivos (VAZ et al., 2016).

Por fim, se faz importante destacar a escassez de trabalhos, em nível nacional e internacional, referentes ao estudo das medidas morfométricas, bem como de suas relações com as características produtivas do animal, além da grande variabilidade em termos de materiais utilizados (raças e cruzas extremamente distintas) e de pontualidade objetiva dos estudos. A maior parte dos estudos encontrados atualmente referentes às medidas morfométricas tem foco na descrição e caracterização de raças específicas, principalmente envolvendo raças nativas de alguma região ou um cruzamento específico entre essas raças nativas e uma raça mais conhecida mundialmente e de melhores

índices produtivos. Tradando-se, então, da avaliação das medidas morfométricas e suas relações com o peso corporal de animais de duas raças puras (uma *Bos taurus* e outra *Bos indicus*) e de animais produto de duas gerações de seu cruzamento alternado contínuo, como o caso do presente trabalho, a escassez de trabalhos se faz significativamente mais elevada.

3 Capítulo 1

CAP1. Medidas morfométricas de bezerros de corte até um ano de idade de diferentes grupos genéticos

Artigo formatado conforme as normas da revista Animal Production Science

ISSN: 1836-0939

Medidas morfométricas de bezerros de corte até um ano de idade de diferentes grupos genéticos

RESUMO: O objetivo foi mensurar as medidas morfométricas de animais puros Nelore (N) e Charolês (C), e da segunda (G2) e terceira (G3) geração de seu cruzamento alternado, avaliando efeitos de grupo genético e heterose do nascimento aos 365 dias de idade. Um total de 159 bezerros foi utilizado (C = 29; N = 22; G2 - $3/4C1/4N = 21$; $3/4N1/4C = 9$; G3 - $5/8C3/8N = 44$ e $5/8N3/8C = 34$). Medidas de perímetro de braço (PB), perímetro torácico (PT), comprimento corporal (CC) e altura de garupa (AG) foram tomadas após o nascimento, 63, 210 e 365 dias de idade, e seus incrementos totais foram calculados. Animais Charolês se mostraram superiores para PB, PT e CC do que os Nelore, sendo os últimos superiores em AG. Nas gerações a predominância de gens Charolês nos genótipos proporcionou maiores medidas de PB e PT na G2, já a predominância de gens Nelore, resultou em maiores medidas de AG em ambas as gerações. Animais cruzados foram superiores aos puros em todas as medidas, apresentando heteroses significativas. As diferenças foram maiores em relação aos animais Nelore nas medidas de PB, PT e CC, e maiores em relação aos Charolês para AG. Animais Charolês possuem medidas de musculosidade maiores que animais Nelore, sendo os últimos mais altos. Animais cruzados possuem maior desenvolvimento comparado aos puros, determinando valores de heterose significativos.

Key words: Charolês, Cruzamento, Nelore, Zoometria

Introdução

Os estudos envolvendo desempenho e desenvolvimento ponderal dos animais tem por base a avaliação do peso corporal. Entretanto, o peso corporal é mais susceptível às flutuações nutricionais impostas aos animais ao longo do tempo do que as medidas morfométricas lineares como perímetros de braço e torácico, altura de garupa e comprimento corporal (Northcutt et al. 1992). Em função dessa menor variação, associada à facilidade de serem tomadas em larga escala, as medidas morfométricas, têm sido vistas como de grande interesse para os programas de seleção de animais (Hagger e Hoffer, 1991).

As medidas morfométricas descrevem de forma mais completa um indivíduo ou uma população do que somente o peso corporal (Salako, 2006), sendo úteis para o entendimento do crescimento animal (Choy et al., 2017), bem como utilizadas como critérios de seleção com base no crescimento (Van Marle-Köster et al., 2000). Uma vez que as características morfométricas de tamanho e forma são indicadores da maneira com que o corpo do animal se desenvolve ao longo do tempo (Fernandes et al., 2010), podem ser tomadas como bons preditores do desempenho produtivo e da longevidade produtiva dos animais (Lee e Kim, 2010).

A avaliação objetiva das características de conformação, através da tomada e registro das medidas morfométricas do animal, associada ao peso corporal e idade, permitem o seu uso de forma eficiente, possibilitando determinar animais mais produtivos (Vaz et al., 2016). Além disso, essas medidas podem ser tomadas com custo baixo e com relativa alta acurácia e consistência (Ige et al., 2015). Determinar diferentes biótipos animais e o comportamento da heterose das medidas é fundamental para o direcionamento dos cruzamentos e dos programas de seleção de bovinos.

O objetivo do presente trabalho foi mensurar as principais medidas morfométricas dos animais de raça pura Charolês e Nelore, bem como de duas gerações de cruzamento alternado

entre as mesmas, avaliando os efeitos da heterose sobre tais medidas do nascimento aos 365 dias de idade.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na unidade de Bovinos de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, localizado no município de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul, na região fisiográfica denominada Depressão Central, Brasil, com altitude de 95 m, latitude 29° 43' Sul e longitude 53° 42' Oeste. O clima da região corresponde ao subtropical úmido.

Foram utilizados 159 bezerros, oriundos do cruzamento alternado contínuo das raças Charolês e Nelore, sendo os mesmos animais puros Charolês (C=29) e Nelore (N=22) e mestiços de segunda geração (G2 - 3/4C 1/4N=21; e 3/4N 1/4C=9) e terceira geração (G3, 5/8C 3/8N=44 e 5/8N 3/8C=34). Os animais nasceram na mesma estação e foram mantidos sob as mesmas condições de manejo nutricional e sanitário. Os touros pais dos bezerros Charolês e Nelore definidos foram os mesmos pais dos animais mestiços (múltiplos reprodutores). Os bezerros foram oriundos de um manejo reprodutivo composto por 45 dias de inseminação artificial e, posteriormente, repasse em regime de monta natural por mais 45 dias. Os novilhos foram gerados com sêmen de seis touros de cada raça na inseminação e também dois touros de cada raça no repasse em monta a campo em áreas separadas, conforme o sistema de acasalamento.

Os bezerros, desde o nascimento até a desmama realizada aos 63 dias com variação ± 3 dias, permaneceram com suas mães em pastagens naturais, em lote único de manejo, com lotação de 0,9. U.A/ha (U.A = unidade animal = 450Kg de peso corporal). Após o desmame todos os bezerros foram submetidos ao mesmo manejo, recebendo a mesma alimentação. Nos

primeiros cinco dias após o desmame permaneceram em curral, recebendo ração comercial contendo 22% de proteína bruta. Posteriormente, durante 30 dias receberam também silagem de milho além do concentrado em quantidade equivalente a 1% do peso corporal, contendo 18% de proteína bruta. Após este período, foram mantidos em pastagem de milheto (*Penisetum americanum* Leeke) seguindo com a suplementação com o mesmo concentrado e mesma proporção até os cinco meses de idade. A partir dos 5 meses até os 12 meses de idade, foram mantidos em pastagens naturais, recebendo silagem de milho e concentrado contendo 18% de proteína bruta.

As vacas e bezerros foram pesados após o parto e ao desmame aos 63 dias. Os bezerros continuaram sendo pesados aos sete (210 dias) e doze meses de idade (365 dias). Nestas ocasiões, eram realizadas as medições corporais morfométricas, bem como seus incrementos totais, incluindo perímetro de braço (PB), perímetro torácico (PT), comprimento corporal (CC) e altura de garupa (AG). A altura de garupa foi medida com o auxílio de um esquadro, e os perímetros torácico e de braço, bem como o comprimento corporal foram medidos com o auxílio de uma fita métrica. A altura da garupa correspondeu à distância do sacro até a superfície do solo. O perímetro torácico, correspondeu a circunferência do animal, passando a fita métrica na cernelha pela parte superior do animal e no osso externo, logo atrás dos membros anteriores. O comprimento corporal correspondeu à distância entre articulação escapulo umeral e a articulação coxofemoral. O perímetro de braço foi medido na porção mediana entre a articulação rádio-carpiana até a extremidade do olécrano.

Os efeitos da heterose e do grupo genético sobre as características de medidas morfométricas do crescimento corporal dos animais foram avaliados. A heterose para cada característica foi obtida dividindo as médias das medidas dos animais cruzados provenientes de cada geração (G2 e G3) pela média dos animais puros, sendo o resultado subtraído de 1 e multiplicado por 100. A heterose retida foi obtida através da divisão da média de todos os

animais cruzados pela média dos animais puros, subtraindo-se o resultado de 1 e multiplicando por 100.

Os dados das medidas nas diferentes idades foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas através do teste t, com auxílio do programa estatístico SAS 9.0, utilizando o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijklm} = \mu + P_i + SA_j + P*SA_{ij} + GG_k(SA_j) + P*GG(SA)_{ijk} + IV_l + OP_m + E_{ijklm}$$

em que: Y_{ijkl} são as variáveis dependentes (medidas corporais); μ é a média de todas as observações na referida característica; P_i é o efeito da i-ésima idade de observação das medidas, variando entre os valores 1 (nascimento), 2 (63 dias de idade), 3 (210 dias de idade) e 4 (365 dias de idade); SA_j é o efeito do j-ésimo sistema de acasalamento, sendo 1 (puros), 2 (mestiços da G2), 3 (mestiços da G3); $P*SA_{ij}$ é o efeito da interação entre o i-ésimo período x j-ésimo sistema de acasalamento; $GG_k(SA_j)$ corresponde ao efeito do grupo genético de índice k, sendo que 1 corresponde à raça Charolês e 2 à raça Nelore, dentro do SA_j , 1 corresponde ao grupo genético 3/4 C 1/4 N e 2 ao grupo 3/4 N 1/4 C dentro do SA_j 2; 1 corresponde aos animais 5/8 C 3/8 N e 2 aos animais 5/8 N 3/8 C, dentro do SA_j 3; $P_i*GG_k(SA_j)$ é o efeito da interação do i-ésimo P x k-ésimo grupo genético dentro do j-ésimo sistema de acasalamento; IV_l é a covariável idade da mãe dos animais de índice l; OP_m é a covariável ordem de parição dos bezerros m; e E_{ijkl} é o efeito aleatório residual.

Para os incrementos de medidas utilizou-se o mesmo modelo matemático, porém foi excluído do mesmo o efeito de período (P_i) e suas interações ($P*SA_{ij}$ e $P*GG(SA)_{ijk}$) com as demais variáveis independentes.

Resultados

O perímetro de braço (Tabela 1) não diferiu ($P>0,05$) entre as raças puras somente aos 63 dias de idade. Nas demais avaliações os animais Charolês foram superiores aos Nelore ($P<0,05$), apresentando ganhos absolutos totais de, respectivamente, 10,62 e 9,32 cm do nascimento até os 365 dias de idade. Dentro das gerações o perímetro de braço apresentou diferença somente aos 365 dias, com superioridade dos filhos de touros Charolês na G2 e dos filhos de touros Nelore na G3. Os incrementos totais ocorridos do nascimento aos 365 dias de idade para o perímetro de braço nas gerações, acompanharam a diferença ocorrida aos 365 dias, onde animais filhos de touros Charolês foram superiores aos filhos de touros Nelore na G2 (12,9 vs. 9,56 cm), mas inferiores na G3 (11,56 vs. 12,17 cm). Comparando as gerações, animais puros e cruzados não diferiram ($P>0,05$) até o desmame aos 63 dias de idade. Após este período, nas medições aos 210 e 365 dias os animais Cruzados foram superiores aos Puros, com heterose de 3,89 e 4,79% ($P<0,05$) aos 210 dias e de 5,14 e 8,14% ($P<0,05$) aos 365 dias, respectivamente para G2 e G3. A diferença de crescimento dos animais Cruzados em relação aos Puros foi maior na comparação com os animais Nelore do que com os Charolês, com valores totais de incremento de 22,00 e 7,06%, respectivamente.

Animais Charolês foram superiores aos Nelore no perímetro torácico ($P<0,05$) somente aos 365 dias de idade, com incrementos absolutos totais de, respectivamente, 65,37 e 57,14 cm desde o nascimento até um ano de idade (Tabela 2). Dentro das gerações de cruzamento o perímetro torácico apresentou comportamento similar na G2, com superioridade ($P<0,05$) dos animais com predominância Charolês aos 365 dias de idade, porém sem diferença ($P>0,05$) em nenhuma das idades avaliadas na G3. Os incrementos totais ocorridos do nascimento aos 365 dias de idade foram superiores ($P<0,05$) para animais filhos de touros Charolês do que para filhos de touros Nelore (67,85 vs. 59,67 cm) na G2, mas sem diferença ($P>0,05$) na G3 (66,50 vs. 66,29 cm). Comparando as gerações, animais Puros e Cruzados diferiram ($P<0,05$) a partir

do desmame aos 63 dias de idade, sendo os animais Cruzados superiores aos Puros até os 365 dias, com heterose de 5,28 e 2,70% ($P<0,05$) aos 63 dias, 4,73 e 5,09% ($P<0,05$) aos 210 dias e 3,14 e 5,69% ($P<0,05$) aos 365 dias, respectivamente para G2 e G3. A diferença de crescimento dos animais Cruzados em relação aos Puros foi maior na comparação com os animais Nelore do que com os Charolês, com valores totais de incremento de 13,90 e -0,44%, respectivamente.

Entre as raças Puras, o comprimento corporal somente diferiu ($P<0,05$) aos 365 dias de idade, sendo os animais Charolês superiores aos Nelore, com ganhos absolutos totais de, respectivamente, 49,69 e 44,41 cm do nascimento aos 365 dias de idade (Tabela 3). Dentro das gerações o comprimento corporal não diferiu ($P>0,05$) em nenhuma das idades, com incrementos totais ocorridos do nascimento aos 365 dias de idade de 53,14 e 49,89 cm na G2 e 51,43 e 50 cm na G3, respectivamente, para filhos de touros Charolês e de touros Nelore. Comparando as gerações, animais Puros e Cruzados diferiram ($P<0,05$) a partir do desmame aos 63 dias de idade, sendo os animais Cruzados superiores aos Puros até os 365 dias, com heterose de 5,33 e 3,32% ($P<0,05$) aos 63 dias, 4,38 e 4,19% ($P<0,05$) aos 210 dias e 4,30 e 5,35% ($P<0,05$) aos 365 dias, respectivamente para G2 e G3. A diferença de crescimento dos animais Cruzados em relação aos Puros foi maior na comparação com os animais Nelore do que com os Charolês, com valores totais de incremento de 15,11 e 2,88%, respectivamente.

A altura de garupa diferiu ($P<0,05$) em todas as idades entre as raças Puras, sendo os animais Nelore superiores aos Charolês, com ganhos absolutos totais de, respectivamente, 34,73 e 32,03 cm do nascimento aos 365 dias de idade (Tabela 4). Dentro das gerações a altura de garupa diferiu ($P<0,05$) em todas as idades, com superioridade para os filhos de touros Nelore em ambas as gerações. Animais Puros e Cruzados diferiram ($P<0,05$) a partir do desmame aos 63 dias de idade, sendo os animais Cruzados superiores aos Puros até os 365 dias, com heterose de 2,87 e 2,55% ($P<0,05$) aos 63 dias, 4,60 e 3,59% ($P<0,05$) aos 210 dias e 3,33

e 5,38% ($P<0,05$) aos 365 dias, respectivamente para G2 e G3. A diferença de crescimento dos animais Cruzados em relação aos Puros foi maior na comparação com os animais Charolês do que com os Nelore, com valores totais de incremento de 16,55 e 7,49%, respectivamente.

Discussão

A avaliação das medidas corporais de bovinos no que se refere ao comprimento corporal, de perímetro de braço e torácico são importantes, pois as mesmas se correlacionam positivamente com carcaças de maior tamanho, melhor conformação (Menezes et al., 2005; Pacheco et al., 2014) e maior rendimento de cortes (Pascoal et al., 2010). A seleção para animais com maior expressão muscular é buscada e valorizada na comercialização de animais para abate, sempre procurando carcaças com melhor rendimento industrial e com maior aproveitamento de corte vendidos (Pascoal et al., 2011).

A superioridade dos animais Charolês aos 365 dias de idade para as medidas perímetro de braço, perímetro torácico e comprimento do animal (Tabelas 1, 2 e 3, respectivamente), pode estar vinculada aos seus distintos processos de seleção, bem como às suas respectivas aptidões. As raças europeias continentais, como a Charolês, foram selecionadas com base na aptidão para produção de carne e força de tração para trabalho, resultando em animais com musculosidade mais avantajada em relação às outras raças europeias, principalmente de origem britânica, as quais foram selecionadas com base em características quantitativas e qualitativas de carcaça e carne (Gregory e Cundiff, 1980). Já raças zebuínas, como a Nelore, foram selecionadas de forma natural para tolerância a climas de temperatura elevada, resultando em animais com estrutura mais fina, leve e com menor massa de tecidos muscular e ósseo, e melhor deposição de gordura do que a raça Charolês (Restle et al., 2002).

Na comparação entre as gerações, os animais cruzados com predominância Charolês, independente da geração, tiveram comportamento similar aos puros nas medidas de perímetro de braço, perímetro torácico e comprimento corporal aos 365 dias de idade. A inclusão de gens Charolês favoreceu essas características dos animais cruzados quando comparados aos de raça pura Nelore, uma vez que as diferenças das médias dos animais cruzados para ambas as características foram mais pronunciadas em relação à raça pura Nelore do que à Charolês.

Vaz et al. (2016) ao avaliarem até os 24 meses as medidas morfométricas de novilhos Charolês, Nelore e suas cruzas da primeira e segunda geração não verificaram diferença entre os grupos genéticos dentro dos sistemas de acasalamento nas gerações de animais cruzados, independentemente da idade avaliada, com exceção das medidas de perímetro torácico aos 8 meses de idade dos animais G2, onde animais com maior composição genética da raça Charolês foram superiores. Isso sugere ser resultado da seleção da raça para maior desenvolvimento muscular, ganho de peso corporal e peso corporal adulto, e do menor estresse dos animais ao desmame, pois o mesmo resultado foi observado no desempenho dos animais puros (Vaz et al., 2016).

A semelhança de resultados nas medidas nas diferentes idades pode ser explicada pelo maior crescimento dos animais Charolês ser compensado pela deposição de gordura mais precoce dos Nelores, sendo a região do tórax e costela uma região de alta deposição de gordura. A maior deposição de gordura em carcaças de animais Nelore é um efeito genético aditivo comparado aos animais Charolês em diferentes gerações de cruzamento entre as duas raças (Restle et al., 2000; Cattelan et al., 2017).

Diferente das demais características, as medidas da altura de garupa nas diferentes idades mostraram superioridade para os animais de raça Nelore ou com predominância genética da mesma quando comparado aos Charolês. Essa superioridade dos animais Nelore é devida ao

seu processo evolutivo de seleção natural, sendo esta de origem indiana, onde as temperaturas ambientais são bastante elevadas (Randhawa et al., 2014; Sivakumar et al., 2017), uma maior distância entre a superfície do solo e o corpo do animal resulta em manutenção mais eficiente da temperatura corporal, principalmente em dias mais quentes (Vaz et al., 2016), sendo esta característica de herdabilidade média à alta, com valores variando de 0,30 a 0,58 (Cyrillo et al., 2001).

Ambas as gerações apresentaram médias superiores de altura de garupa em comparação aos animais puros. Diferente das medidas que envolvem musculosidade, a inclusão de gens Nelore no genótipo aumenta a diferença dos indivíduos das gerações avançadas do cruzamento em relação aos animais puros. Esta superioridade na altura de garupa é mais acentuada na comparação com animais Charolês puros.

A heterose se manifestou em todas as idades avaliadas, independente da característica. No entanto, para as medidas corporais ao nascer, as heteroses não foram significativas independente da geração estudada. Isso demonstra que no ambiente intra-uterino o maior tamanho corporal não pode ser explicado por fatores determinantes da heterose que são genéticos aditivos, dominância e epistasia (Falconer e Mackay, 1996), ou ainda que o ambiente do presente estudo não foi limitante ao ponto da heterose se manifestar (Rauw e Gomez-Raya, 2015). Além deste fato, as medidas ao nascimento são reflexos da nutrição e adaptação da mãe ao ambiente ou ainda a forma que a mesma se adapta ao meio ambiente (Fordyce et al., 2013), ou seja, para a nutrição do filho pode haver um maior desgaste da mãe durante a gestação.

Nas demais idades aos 63 (desmame), 210 e 365 dias, as heteroses foram todas positivas e significativas para todas as medidas. Provavelmente essa superioridade seja advinda da heterose individual (Wakchaure et al., 2015; Yadav et al., 2018) em adição a estes animais

serem pertencentes às duas gerações avançadas do cruzamento e se beneficiaram da heterose materna, uma vez que as suas mães são da primeira e segunda geração de cruzamento.

A similaridade de comportamento da heterose em todas as medidas mostra que até os 63 dias os animais da G2 tiveram valores absolutos de heterose maiores do que os animais da G3. Até a data do desmame aos 63 dias de idade a heterose medida acompanhou o grau de heterozigose materna (100,0 e 50,0%) e individual (75,0 e 62,5%) das gerações, proporcionando maiores medidas aos animais da G2 filhos de vacas F1. O desempenho do bezerro até o seu desmame está muito dependente da sua mãe (Prayaga, 2003), onde as fêmeas F1 produzem maior quantidade de leite com maior nível de extrato seco total do que as matrizes de raça pura (Cerdótes et al., 2004), possibilitando um maior consumo de energia pelos bezerros (Rezende et al., 2011). Isso se deve a heterose materna, pois as matrizes mães dos bezerros foram as F1 e F2, respectivamente, as quais são determinantes de melhor ambiente para os bezerros devido a heterozigose materna quando comparadas as puras (Leal et al., 2018). Posterior ao desmame, aos 210 dias, nas medidas de musculosidade de perímetro de braço e torácico a heterose individual passa a ser determinante de maiores valores, não sofrendo mais nestas características, a influência do efeito materno como ambiente para seu desenvolvimento.

As medidas corporais de comprimento do animal e altura de garupa mostraram resultados de complementariedade, onde pelos valores parece ter ocorrido uma otimização do mérito genético aditivo das raças Charolês e Nelore, harmonizando estas medidas nos animais cruzados quando comparados aos Puros. Pacheco et al. (2010) e Pacheco et al. (2014), ao trabalharem com dados de carcaça de animais Charolês, Nelore e suas cruzas, também verificaram efeitos de complementariedade entre as raças, muito em função do distanciamento genético das mesmas. O fato da complementariedade não ter se pronunciado de forma mais efetiva nas características como perímetro de braço e torácico, se deve a estas medidas serem muito susceptíveis a efeitos ambientais como o nível nutricional (Northcutt et al., 1992). Cyrillo

et al. (2001) verificaram baixo valor de herdabilidades para perímetro torácico de $h^2=0,10$. Por outro lado, são verificados valores altos de herdabilidade de 0,58 para característica altura de garupa (Cyrillo et al., 2001) e de 0,63 para altura de cernelha (Shojo et al., 2005), indicando ser possível com estas características obter ganhos genéticos através da seleção.

Conclusão

Animais Charolês possuem medidas de musculosidade maior que animais Nelore, enquanto estes últimos são mais altos.

Nos animais cruzados o aumento da predominância Charolês nos genótipos não eleva as características de musculosidade em relação aos genótipos com predominância Nelore, exceto aos 365 dias de idade nos animais da segunda geração. Entretanto a predominância de gens Nelore gera animais mais altos em todas as idades independente da geração.

Com exceção do nascimento, animais cruzados possuem maior desenvolvimento comparado aos puros nas medidas corporais, determinando valores de heterose significativos até os 365 dias.

Referências bibliográficas

- Cerdótes, L.; Restle, J.; Alves Filho, D.C.; Nörnberg, M.F.B.L.; Nörnberg, J.L.; Heck, I.; da Silveira, M.F. Produção e Composição do Leite de Vacas de Quatro Grupos Genéticos Submetidas a Dois Manejos Alimentares no Período de Lactação. R. Bras. Zootec., v.33, n.3, p.610-622, 2004.
- 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 do peso padronizado aos

- 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho, SP. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 56-65, 2001.
- Choy, Y; Lee, J.G.; Mahboob, A.; Choi, T.J.; Rho, S.H. Genetic correlation between live body measurements and beef cut ability traits in Hanwoo steers. *Asian-Australasian Journal Animal Science*, v. 30, n. 8, p. 1074-1080, 2017.
- Falconer, D.S.; Mackay, T.F.C. *Introduction to quantitative genetics*. 4 ed. Harlow: Longman Group Limited, 1996, 464p.
- Fernandes, H.J.; Tedeschi, L.O.; Paulino, M.F.; Paiva, L. M. Determination of carcass and body fat compositions of grazing crossbred bulls using body measurements. *J. Anim. Sci.*, v. 88, p. 1442–1453, 2010.
- Fordyce, g.; Anderson, a.; McCosker, K.D.; Willians, P.J.;Holroyd, R.G.; Corbet, N.J.; Sullivan, M.S. Live weight prediction from hip height, condition score, fetal age and breed in tropical female cattle. *Animal Production Science*. v. 53, n. 1, p. 275-282, 2013.
- Gregory, K.E.; Cundiff, L.V. Crossbreeding in beef cattle: evaluation of systems. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 51, n. 5, p. 1224-1241, 1980.
- Hagger, C., Hoffer, A. Phenotypic and genetic relationships between wither height, heart girth and milk yield in the Swiss Braunviech and Simmenthal breeds. *Livestock Production Science.*, v 28, n3, p265-71,1991.
- Ige, A.O.; Adedeji, T.A.; Ojedapo, L.O.; Obafemi, S.O.; Ariyo, O.O. Linear Body Measurement Relationship in White Fulani Cattle in Derived Savannah zone of Nigeria. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, v. 5, n.15, p. 1-6, 2015.

- Leal, W.S.; MacNeil, M.D.; Carvalho, H.G.; Vaz, R.Z.; Cardoso, F.F. Direct and maternal breed additive and heterosis effects on growth traits of beef cattle raised in southern Brazil. *Journal of Animal Science*. v. 96, n. 7, p. 2536-2544. 2018.
- Lee, J.; Kim, N. Estimation of Genetic Variance Components of Body Size Measurements in Hanwoo (Korean Cattle) Using a Multivariate Linear Model. *Journal of Animal Science and Technology*, v. 52, n. 3, p. 167-174, 2010.
- Menezes, L. F. G.; Restle, J.; Brondani, I. L.; Alves Filho, D. C.; Kuss, F.; da Silveira, M. F.; do Amaral, G. A. Características da carcaça de novilhos de gerações avançadas do cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, n. 3, p. 934-945, 2005.
- Northcutt, S.L.; Wilson, D.E.; Willham, R.L. Adjusting weight for body condition score in Angus cows. *Journal of Animal Science*, v.70, n.5, p 1342-5, 1992.
- Pacheco, P.S.; Restle, J.; Vaz, F.N.; Brondani, I.L.; Alves Filho, D.C; da Silveira, M.F.; Segabinazzi, L.R.; Freitas, L.S.; Severo, M.M.; Nigelskii, A.F. Efeitos genéticos aditivos e não aditivos, grupo genético e sistema de acasalamento nas características métricas da carcaça de novilhos oriundos do cruzamento alternado contínuo Charolês x Nelore. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 35, n. 6, p. 3319-3330, 2014.
- Pacheco, P.S.; Restle, J.; Vaz, F.N.; Brondani, I.L.; Alves Filho, D.C; Padua, J.T.; Miotto, F.R.C. Grupo genético, sistema de acasalamento e efeitos genéticos aditivos e não-aditivos nas características de musculabilidade da carcaça de novilhos oriundos do cruzamento rotativo Charolês × Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.3, p.494-502, 2010.

- Pascoal, L.L.; Lobato, J.F.P.; Vaz, F.N. ; Vaz, R.Z.; Menezes, L.F.G. Beef cuts yield of steer carcasses graded according to conformation and weight. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 1363-1371, 2010.
- Pascoal, L.L.; Vaz, F.N.; Vaz, R.Z.; Restle, J.; Pacheco, P.S.; dos Santos, J.P.A. Relações comerciais entre produtor, indústria e varejo e as implicações na diferenciação e precificação de carne e produtos bovinos não-carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.82-92, 2011.
- Prayaga, K.C. Evaluation of beef cattle genotypes and estimation of direct and maternal genetic effects in a tropical environment. 1. Growth traits. *Australian Journal Agricultural Reserch*. v.54, n.4, p.1013-1025, 2003.
- Randhawa, S.S.; Chhabra, S.; Randhawa, C.S.; Zahid, U.; Dhaliwal, P.S. A note on treatment of hyperthermia in crossbred cattle. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, v. 4 (Suppl 1), p.S272-S274, 2014.
- Rauw,W.M.;Gomez-Raya, L. Genotype by environment interaction and breeding for robustness in livestock. *Frontiers in Genetics*, v. 6, article 310, p. 1-15.
- Restle, J.; Pascoal, L.L.; Faturi, C.; Alves Filho, D.C.; Brondani, I.L.; Pacheco, P.S.; Peixoto, L.A.O. Efeito do grupo genético e da heterose nas características quantitativas da carcaça de vacas de descarte terminadas em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 350-362, 2002. Suplemento.
- Restle, J.; Vaz, F.N.; Feijo, G.L.D.; Brondani, I.L.; Alves Filho, D.C.; Bernardes, R.A.C.L.; Faturi, C.; Pacheco, P.S. Características de carcaças de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes composições raciais Charolês x Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 29, n. 5, p. 1371-1379, 2000.

- Rezende, P.L.P.; Restle, J.; Fernandes, J.J.L.; Pádua, J.T.; Freitas Neto, M.D.; Rocha, F.M. Desempenho e desenvolvimento corporal de bovinos mestiços submetidos a níveis de suplementação em pastagem de *Brachiaria brizantha*. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1453-1458, 2011.
- Salako, A.E. Principal component factor Analysis of the morpho structure of immature uda sheep. *International Journal of Morphology*, v. 24, n. 4, p. 571 – 774, 2006.
- Shojo, m.; Young, j.; Anada, K.; Oyama, K.; Mukay, F. Estimation de genetics parameters for growth and feed utilization traits in Japanese black cattle. *Animal Science Journal*, v. 76, n. 2, p. 115-119, 2005.
- Sivakumar, T.; Suraj, P.T.; Yasotha, A.; Phukon, J. Identification of suitable housing system for dairy cattle in North East Zone of Tamil Nadu, India, with respect to microclimate. *Veterinary World*, v.10, n.1, p.1-5.
- Van Marle-Köster, E.; Mostert, B.E.; Van der Westhuizen, J. Body measurements as selection criteria for growth in South African Hereford cattle. *Arch Tierz* v. 43, p. 5-15, 2000.
- Vaz, R.Z.; Restle, J.; Pacheco, P.S.; Vaz, F.N.; Muehlmann, L.D.; Alves Filho, D.C.; Missio, R.L.; Vaz, M.B. Genetic group and heterosis on morphometric measurements during the growth of male beef cattle. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v. 37, n. 4 (supl. 1), p. 2759-2772, 2016.
- Wakchaure, R.; Ganguly, S.; Praveen, P.K.; Sharma, S.; Kumar, A.; Mahajan, T.; Qadri, K. Importance of Heterosis in Animals: A Review. *International Journal of Advanced Engineering Technology and Innovative Science*, v.1, n.1, p.1-5, 2015.
- Yadav, V.; Singh, N.P.; Khare, A.; Sharma, R.; Bhimte, A.; Sulabh, S. Effects of crossbreeding in livestock. *The Pharma Innovation Journal*, v.7, n.6, p.672-676, 2018.

Tabela 1. Médias, erros padrão e heterose para perímetro de braço (cm) de bovinos de corte em diferentes fases de desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.

Composição genética			Idade, dias				EPM	Incremento
Touro	Vaca	Bezerro	Nascimento	63	210	365		
C	C	C	19,31 ^a	22,78 ^a	27,76 ^a	29,93 ^a	0,36	10,62 ^a
N	N	N	17,50 ^b	21,80 ^a	25,69 ^b	26,82 ^b	0,48	9,32 ^b
Média puros			18,41 ^A	22,29 ^A	26,72 ^B	28,38 ^B	0,28	9,97 ^B
C	½ N ½ C	¾ C ¼ N	18,72 ^a	22,41 ^a	27,53 ^a	30,91 ^a	0,46	12,9 ^a
N	½ C ½ N	¾ N ¼ C	19,22 ^a	23,33 ^a	28,00 ^a	28,78 ^b	0,65	9,56 ^b
Média G2			18,97 ^A	22,87 ^A	27,76 ^A	29,84 ^A	0,41	10,87 ^A
C	¾ N ¼ C	5/8 C 3/8 N	18,62 ^a	23,12 ^a	27,84 ^a	30,18 ^b	0,29	11,56 ^a
N	¾ C ¼ N	5/8 N 3/8 C	19,02 ^a	22,39 ^a	28,16 ^a	31,19 ^a	0,34	12,17 ^a
Média G3			18,82 ^A	22,75 ^A	28,00 ^A	30,69 ^A	0,23	11,87 ^A
Heterose ¹ , %								
G2			3,04	2,60	3,89*	5,14*		9,03*
G3			2,23	2,06	4,79*	8,14*		19,06*
Heterose retida ²			2,63	2,33	4,34	6,64		14,04
Diferenças cruzados vs ³								
C (%)			-2,15	0,13	0,43	1,12		7,06
N (%)			7,97	4,63	8,52	12,84		22,00

C = Charolês; N = Nelore; G2 = geração dois; G3 = geração três. ¹ [(média da geração de cruzados/média geral dos puros)-1]*100; ² [(média geral das gerações de cruzados/ média geral dos puros)-1]*100; ³ [(média geral das gerações de cruzados/média individual dos puros)-1]*100. ^{a,b} na mesma coluna diferem dentro do sistema de acasalamento (P<0,05) pelo teste t; ^{A,B} na mesma coluna diferem entre sistemas de acasalamento (P<0,05) pelo teste t. *Diferença estatística (P<0,05) ao comparar cruzados vs. puros.

Tabela 2. Médias, erros padrão e heterose para perímetro torácico (cm) de bovinos de corte em diferentes fases de desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.

Composição genética				Idade, dias			EPM	Incremento
Touro	Vaca	Bezerro	Nascimento	63	210	365		
C	C	C	71,89 ^a	90,78 ^a	114,54 ^a	137,26 ^a	1,28	65,37 ^a
N	N	N	70,89 ^a	92,85 ^a	113,17 ^a	128,03 ^b	1,46	57,14 ^b
Média puros			71,39 ^A	91,81 ^B	113,85 ^B	132,65 ^C	0,97	61,26 ^C
C	½ N ½ C	¾ C ¼ N	72,35 ^a	95,20 ^a	118,35 ^a	140,20 ^a	1,63	67,85 ^a
N	½ C ½ N	¾ N ¼ C	73,78 ^a	98,11 ^a	120,11 ^a	133,45 ^b	2,30	59,67 ^b
Média G2			73,06 ^A	96,66 ^A	119,23 ^A	136,82 ^B	1,45	63,76 ^B
C	¾ N ¼ C	5/8 C 3/8 N	73,11 ^a	93,97 ^a	118,54 ^a	139,61 ^a	1,04	66,50 ^a
N	¾ C ¼ N	5/8 N 3/8 C	74,49 ^a	94,61 ^a	120,75 ^a	140,78 ^a	1,19	66,29 ^a
Média G3			73,80 ^A	94,29 ^A	119,65 ^A	140,20 ^A	0,79	66,40 ^A
Heterose ¹ , %								
G2			2,34	5,28*	4,73*	3,14*		4,08*
G3			3,38	2,70*	5,09*	5,69*		8,39*
Heterose retida ²			2,86	3,99	4,91	4,42		6,24
Diferenças cruzados vs ³								
C (%)			2,14	5,17	4,28	0,91		-0,44
N (%)			3,58	2,83	5,54	8,19		13,90

C = Charolês; N = Nelore; G2 = geração dois; G3 = geração três. ¹ [(média da geração de cruzados/média geral dos puros)-1]*100; ² [(média geral das gerações de cruzados/ média geral dos puros)-1]*100; ³ [(média geral das gerações de cruzados/média individual dos puros)-1]*100. ^{a,b} na mesma coluna diferem dentro do sistema de acasalamento (P<0,05) pelo teste t; ^{A,B} na mesma coluna diferem entre sistemas de acasalamento (P<0,05) pelo teste t. *Diferença estatística (P<0,05) ao comparar cruzados vs. puros.

Tabela 3. Médias, erros padrão e heterose para comprimento corporal (cm) de bovinos de corte em diferentes fases de desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.

Composição genética				Idade, dias			EPM	Incremento
Touro	Vaca	Bezerro	Nascimtno	63	210	365		
C	C	C	61,63 ^a	77,69 ^a	97,90 ^a	111,32 ^a	1,12	49,69 ^a
N	N	N	58,61 ^a	76,61 ^a	94,89 ^a	103,02 ^b	1,28	44,41 ^b
Média puros			60,12 ^A	77,15 ^B	96,39 ^B	107,17 ^B	0,85	47,05 ^B
C	½ N ½ C	¾ C ¼ N	60,60 ^a	81,27 ^a	100,84 ^a	113,74 ^a	1,43	53,14 ^a
N	½ C ½ N	¾ N ¼ C	59,93 ^a	81,26 ^a	100,37 ^a	109,82 ^a	2,01	49,89 ^b
Média G2			60,26 ^A	81,26 ^A	100,61 ^A	111,78 ^A	1,27	51,52 ^A
C	¾ N ¼ C	5/8 C 3/8 N	61,02 ^a	78,52 ^a	100,09 ^a	112,45 ^a	0,90	51,43 ^a
N	¾ C ¼ N	5/8 N 3/8 C	63,34 ^a	80,90 ^a	100,78 ^a	113,34 ^a	1,04	50,00 ^b
Média G3			62,18 ^A	79,71 ^A	100,43 ^A	112,90 ^A	0,69	50,72 ^A
Heterose ¹ , %								
G2			0,23	5,33*	4,38*	4,30*		9,50*
G3			3,43	3,32*	4,19*	5,35*		7,80*
Heterose retida ²			1,83	4,32	4,28	4,82		8,65
Diferenças cruzados vs ³								
C (%)			-0,67	3,60	2,68	0,92		2,88
N (%)			4,45	5,06	5,93	9,05		15,11

C = Charolês; N = Nelore; G2 = geração dois; G3 = geração três. ¹ [(média da geração de cruzados/média geral dos puros)-1]*100; ² [(média geral das gerações de cruzados/ média geral dos puros)-1]*100; ³ [(média geral das gerações de cruzados/média individual dos puros)-1]*100. ^{a,b} na mesma coluna diferem dentro do sistema de acasalamento (P<0,05) pelo teste t; ^{A,B} na mesma coluna diferem entre sistemas de acasalamento (P<0,05) pelo teste t. *Diferença estatística (P<0,05) ao comparar cruzados vs. puros.

Tabela 4. Médias, erros padrão e heterose para altura de garupa (cm) de bovinos de corte em diferentes fases de desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.

Composição genética			Idade, dias				EPM	Incremento
Touro	Vaca	Bezerro	Nascimento	63	210	365		
C	C	C	68,70 ^b	77,60 ^b	90,39 ^b	100,73 ^b	0,85	32,03 ^b
N	N	N	74,30 ^a	86,21 ^a	99,16 ^a	109,03 ^a	0,97	34,73 ^a
Média puros			71,50 ^A	81,90 ^B	94,78 ^B	104,88 ^B	0,64	33,38 ^B
C	½ N ½ C	¾ C ¼ N	68,63 ^b	81,39 ^b	95,48 ^b	106,29 ^b	1,11	37,66 ^a
N	½ C ½ N	¾ N ¼ C	74,57 ^a	87,12 ^a	102,79 ^a	110,45 ^a	1,53	35,88 ^a
Média G2			71,60 ^A	84,25 ^A	99,14 ^A	108,37 ^A	0,64	36,77 ^A
C	¾ N ¼ C	5/8 C 3/8 N	70,23 ^b	81,82 ^b	96,10 ^b	107,87 ^b	0,69	37,64 ^a
N	¾ C ¼ N	5/8 N 3/8 C	75,02 ^a	86,17 ^a	100,25 ^a	113,17 ^a	0,79	38,15 ^a
Média G3			72,63 ^A	83,99 ^A	98,18 ^A	110,52 ^A	0,53	37,89 ^A
Heterose ¹ , %								
G2			0,14	2,87*	4,60*	3,33*		10,16*
G3			1,58	2,55*	3,59*	5,38*		13,51*
Heterose retida ²			0,86	2,71	4,09	4,35		11,83
Diferenças cruzados vs ³								
C (%)			4,97	8,40	9,15	8,65		16,55
N (%)			-2,94	-2,42	-0,50	0,38		7,49

C = Charolês; N = Nelore; G2 = geração dois; G3 = geração três. ¹ [(média da geração de cruzados/média geral dos puros)-1]*100; ² [(média geral das gerações de cruzados/ média geral dos puros)-1]*100; ³ [(média geral das gerações de cruzados/média individual dos puros)-1]*100. ^{a,b} na mesma coluna diferem dentro do sistema de acasalamento (P<0,05) pelo teste t; ^{A,B} na mesma coluna diferem entre sistemas de acasalamento (P<0,05) pelo teste t. *Diferença estatística (P<0,05) ao comparar cruzados vs. puros.

4 Capítulo 2

CAP 2. Heterose sobre o desenvolvimento ponderal e relação ganho de peso por ganho de medidas morfométricas de bezerros de distintos grupos genéticos

Artigo formatado conforme as normas da revista Animal Production Science

ISSN: 1836-0939

Heterose sobre o desenvolvimento ponderal e relação ganho de peso por ganho de medidas morfométricas de bezerros de distintos grupos genéticos

RESUMO: O objetivo foi avaliar a relação existente entre o ganho de peso corporal e o ganho das medidas morfométricas de animais das raças Nelore (N) e Charolês (C), e seus mestiços da segunda (G2) e terceira (G3) geração. Um total de 159 bezerros foi utilizado (C = 29; N = 22, G2 - $\frac{3}{4}$ C $\frac{1}{4}$ N = 21; $\frac{3}{4}$ N $\frac{1}{4}$ C = 9 e G3 - $\frac{5}{8}$ C $\frac{3}{8}$ N = 44; $\frac{5}{8}$ N $\frac{3}{8}$ C = 34). Medidas de peso corporal (PC), ganho de peso médio diário (GMD), perímetro de braço (PB), perímetro torácico (PT), comprimento corporal (CC) e altura de garupa (AG) foram tomadas após ao nascimento, 63, 210 e 365 dias de idade. Os incrementos das medidas foram determinados pela diferença entre estas dividido pelo intervalo entre as mesmas. Animais C foram superiores aos N nos ganhos de PC, GMD, CC e PT, na relação ganho de PC por ganho de AG, sendo os Nelore superiores em ganho de AG. Na G2 a predominância de gens C nos genótipos proporcionou maiores ganhos de PC, GMD, PB e PT. Animais cruzados de ambas as gerações foram superiores aos puros nos ganhos de PC, CC, e AG. Animais da G3 foram superiores aos puros nos ganhos de GMD, PB e PT. Nas relações entre ganho de PC por ganho de medidas corporais não se observou diferenças entre puros e cruzados. As medidas morfométricas podem ser tomadas e utilizadas como bons indicadores do ganho de peso e do desenvolvimento corporal do animal.

Palavras-chave: Charolês, Cruzamento, Nelore, Zoometria

Introdução

O peso corporal é critério base para seleção, alimentação e manejo sanitário dos animais (Ige et al., 2015; Lukuyu et al., 2016). O uso de medidas morfométricas para esses fins pode ser confiável, uma vez que estão menos sujeitas a efeitos temporários como preenchimento dos sistemas gastrointestinal e urinário na mensuração do peso corporal (Russel, 1975; Obike et al., 2010) e serem mais precisas do que os métodos subjetivos de avaliação como escores visuais (Essien e Adesope, 2003).

As medidas morfométricas podem ser tomadas com o auxílio de uma fita métrica, de forma simples, com baixo custo e com boa acurácia e consistência (Ige et al., 2015), além de boa repetibilidade na mensuração ($> 0,99$) e desvio padrão da média baixos, sendo 99% das diferenças totais devidas ao observador e ao animal e não à variação aleatória (Heinrichs et al., 2007).

As medidas morfométricas podem ser descritas e utilizadas como critério de seleção com base no crescimento do animal (Van Marle-Köster et al., 2000; Lesosky et al., 2013; Lukuyu et al., 2016), uma vez que são particularmente úteis para a compreensão desse crescimento (Choy et al., 2017). Ao associar medidas morfométricas aos pesos corporais ocorre de forma mais completa a descrição de um indivíduo ou uma população (Salako, 2006), sendo bons preditores indiretos dos seus desempenho e longevidade produtiva (Lee e Kim, 2010), indicando a mudança corporal ao longo do tempo, podendo ser usadas para estimativa do peso e da conformação do animal (Lawrence e Fowler, 2002; Fernandes et al., 2010; Wangchuk et al., 2018).

Medidas morfométricas como perímetro torácico e altura de garupa, são correlacionadas positivamente com o peso corporal do animal (Vanvanhossou et al., 2018). Alguns estudos desenvolveram métodos para estimar o peso de bovinos através de

equações derivadas das medidas morfométricas corporais (Goe et al., 2001; Adeyinka e Mohammed, 2006; Ojedapo et al., 2007; Sownade e Sobola, 2008; Gunawan e Jakaria, 2010). Entretanto, ainda existem divergências entre estudos e precisões insatisfatórias dos modelos, sugerindo a necessidade de se obter maiores informações entre as relações existentes entre o ganho de peso corporal e o ganho de medidas morfométricas corporais.

As medidas morfométricas corporais são de interesse para a indústria de bovinos de corte, seja como informações complementares ao peso corporal para avaliações de desempenho mais abrangentes (Musa et al., 2011), como preditores do próprio peso e outras características menos visíveis (Ige et al., 2015), ou em associação com o peso do animal, possibilitando determinar animais mais produtivos (Vaz et al., 2016).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do grupo genético e da heterose em bovinos de corte em crescimento das raças Charolês e Nelore, e da segunda e terceira geração do seu cruzamento alternado contínuo do nascimento aos 365 dias de idade nos incrementos de peso, das medidas morfométricas e suas relações.

Material e métodos

O presente estudo foi conduzido na Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Zootecnia, Unidade de Bovinos de Corte, localizado na região fisiográfica denominada Depressão Central, município de Santa Maria, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, com altitude de 95 m, latitude 29° 43' Sul e longitude 53° 42' Oeste. O clima da região corresponde ao subtropical úmido.

Utilizou-se 159 bezerros dos grupos genéticos puros Charolês (C=29) e Nelore (N=22), e animais provenientes deste cruzamento alternado contínuo da segunda geração

(G2 - 3/4C 1/4N=21; e 3/4N 1/4C=9) e terceira geração (G3, 5/8C 3/8N=44 e 5/8N 3/8C=34). Os nascimentos ocorreram na mesma estação de parição, sendo os animais mantidos em lote único sob as mesmas condições de manejo sanitário e nutricional até os 365 dias. Os touros C e N utilizados como pais dos animais de raça pura foram os mesmos utilizados como pais dos animais cruzados. O manejo reprodutivo utilizado foi composto por 45 dias de inseminação artificial (sêmen de seis touros de cada raça pura) e por um posterior repasse em regime de monta natural por mais 45 dias (dois touros de cada raça pura), realizado em áreas separadas, de acordo com o sistema de acasalamento, com rodízio dos piquetes realizado a cada 15 dias.

Do nascimento até o desmame precoce (63 ± 3 dias de idade) os bezerros e as matrizes permaneceram em áreas de pastagem natural com lotação de 0.9 UA/ha (UA, unidade animal, equivalente a 450 kg de peso corporal). Posteriormente ao desmame todos os bezerros foram mantidos em curral por 5 dias recebendo ração comercial com 22% de proteína bruta. Após, durante 30 dias, a dieta foi baseada em silagem de milho e 1% do peso corporal de concentrado com 18% de proteína bruta. Passado este período os bezerros foram transferidos para área de pastagem de milheto (*Penisetum americanum* Leeke), seguindo com o mesmo concentrado em mesma proporção. A partir dos cinco meses até os 12 meses de idade os animais permaneceram em áreas de pastagem natural, com suplementação à base de silagem de milho e concentrado com 18% de proteína bruta na proporção de 1% do PV.

Os bezerros foram pesados ao nascimento, à desmama (63 dias de idade), aos 210 e 365 dias de idade. Os aumentos de pesos foram calculados pela diferença entre os mesmos nas pesagens dividido pelo número de dias entre as mesmas. Juntamente com as pesagens as medidas morfométricas corporais dos bezerros foram tomadas, incluindo

perímetros de braço (PB) e torácico (PT), comprimento corporal (CC) e altura de garupa (AG). Os incrementos nessas medidas foram calculados pela diferença entre as medidas entre os intervalos de tempo das medições (1-63, 63-210, 210-365 e 1-365 dias de idade).

Os perímetros de braço e torácico, bem como o comprimento corporal foram mensurados com o uso de fita métrica, já a altura de garupa foi tomada com o auxílio de esquadro. O perímetro de braço foi tomado na porção mediana entre a articulação rádio-carpiana e a extremidade do olécrano. O perímetro torácico foi tomado como à circunferência torácica do animal, com a fita métrica englobando a parte superior da cernelha e osso externo do animal pela parte inferior. O comprimento corporal foi tomado como a medida entre as articulações escapulo-umeral e coxofemoral. A altura de garupa foi tomada como a distância entre a parte superior do sacro e a superfície do solo.

Avaliou-se os efeitos do grupo genético e da heterose sobre o peso corporal, ganho de peso médio diário, medidas morfométricas e seus ganhos, bem como sobre a relatividade de peso por medidas (kg/cm) nos diferentes intervalos de medições (1-63, 63-210, 210-365 e 1-365 dias de idade). A heterose foi obtida através da divisão das médias dos animais cruzados provenientes de cada geração (G2 e G3) pela média dos animais puros, sendo o resultado subtraído de 1 e multiplicado por 100 $\{[(\text{Média geral cruzados}/\text{Média geral puros})-1]*100\}$. A heterose retida foi obtida através da divisão da média de todos os animais cruzados pela média dos animais puros, subtraindo-se o resultado de 1 e multiplicando por 100 $\{[(\text{Média individual da geração de cruzados}/\text{Média geral dos puros})-1]*100\}$. A diferença de incremento dos animais cruzados em relação aos animais puros foi obtida através da divisão da média geral dos animais cruzados pela média individual dos animais puros, subtraindo-se o resultado de 1 e multiplicando por 100 $\{[(\text{Média geral cruzados}/\text{média individual dos puros})-1]*100\}$.

Os dados obtidos nos diferentes intervalos de tempo foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste t, com auxílio do programa estatístico SAS 9.0, se utilizando o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijklm} = \mu + P_i + SA_j + P*SA_{ij} + GG_k(SA_j) + P*GG(SA)_{ijk} + IV_l + OP_m + E_{ijklm}$$

em que: Y_{ijkl} são as variáveis dependentes (medidas corporais); μ é a média de todas as observações na referida característica; P_i é o efeito da i-ésima idade de observação das medidas, variando entre os valores 1 (nascimento), 2 (63 dias de idade), 3 (210 dias de idade) e 4 (365 dias de idade); SA_j é o efeito do j-ésimo sistema de acasalamento, sendo 1 (puros), 2 (mestiços da G2), 3 (mestiços da G3); $P*SA_{ij}$ é o efeito da interação entre o i-ésimo período x j-ésimo sistema de acasalamento; $GG_k(SA_j)$ corresponde ao efeito do grupo genético de índice k, sendo que 1 corresponde à raça Charolês e 2 à raça Nelore, dentro do SA_j , 1 corresponde ao grupo genético 3/4 C 1/4 N e 2 ao grupo 3/4 N 1/4 C dentro do SA_j 2; 1 corresponde aos animais 5/8 C 3/8 N e 2 aos animais 5/8 N 3/8 C, dentro do SA_j 3; $P_i*GG_k(SA_j)$ é o efeito da interação do i-ésimo P x k-ésimo grupo genético dentro do j-ésimo sistema de acasalamento; IV_l é a covariável idade da mãe dos animais de índice l; OP_m é a covariável ordem de parição dos bezerros m; e E_{ijkl} é o efeito aleatório residual.

Resultados

Dentro dos animais puros, os Charolês apresentaram maior ganho de peso no período dos 210 aos 365 dias de idade e no ganho de peso total desde o nascimento até os 365 dias de idade que animais Nelore (Tabela 1). No ganho de peso diário animais Nelore

foram superiores aos Charolês somente do nascimento ao desmame (63 dias de idade). Nos demais períodos e no ganho médio de peso diário total, animais puros Charolês foram superiores aos Nelore.

Com exceção do período compreendido entre os 210 e 365 dias de idades, no qual animais da G2 com predominância de sangue Charolês foram superiores aos Nelore em ganho de peso absoluto (63,34 vs 31,74 kg, respectivamente) e diário (0,44 vs 0,22 kg/dia, respectivamente), nas demais avaliações não foram observadas diferenças entre os grupos genéticos dentro das gerações. Esse maior ganho de peso determinou maior ganho total desde o nascimento até os 365 dias de idade, com valores de 174,58 e 144,31 kg, respectivamente.

A heterose para ganho de peso se manifestou de forma positiva em todas as idades observadas, com exceção do período compreendido entre os 210 e 365 dias de idade na G2. Entretanto, em vários períodos a mesma não foi significativa para animais G2, ou G3 ou ambas. Animais da G2 e G3 apresentaram heteroses significativas para ganho de peso médio diário (13,38 e 19,56%, respectivamente) e total (17,95% somente para G3) quando comparados aos animais puros, com exceção da G2 no ganho de peso total. Para o ganho médio diário animais G2 obtiveram heteroses significativas quando comparados aos puros do nascimento ao desmame aos 63 dias de idade. Posteriormente, animais da G3 foram superiores nos períodos dos 63 aos 210 dias e dos 210 aos 365 de idade.

A diferença de incremento no ganho de peso total e diário dos animais cruzados em relação aos puros foi mais pronunciada em comparação com os animais Nelore do que com os Charolês, com valores finais absolutos de 38,04 e 0,73% e diários de 30,88 e 1,14%, respectivamente, para Nelore e Charolês.

Maiores ganhos de comprimento corporal no intervalo dos 210 aos 365 dias de idade nos animais puros foram verificados para os Charolês quando comparados aos Nelore (13,25 e 8,80 cm, respectivamente), perfazendo também maior incremento absoluto total, com valores de 49,52 e 45,07 cm, respectivamente. Na altura de garupa, animais Nelore apresentaram superioridade no incremento desde o nascimento até 63 dias de idade (12,40 e 8,68 cm, respectivamente), bem como no incremento total em relação aos animais Charolês, com valores de 35,22 e 31,82 cm, respectivamente (Tabela 2).

Animais puros não diferiram em ganho de perímetro de braço em nenhum dos intervalos de tempo (Tabela 3). No perímetro torácico animais Nelore apresentaram maior incremento nas medidas de perímetro torácico do nascimento aos 63 dias de idade com inversão no intervalo dos 210 aos 365 dias onde animais Charolês foram superiores (Tabela 3). No incremento absoluto animais Charolês apresentaram superioridade aos Nelore, com valores de 65,08 e 58,38 cm, respectivamente.

Dentro da G2 os animais com predominância de sangue Charolês foram superiores ($P < 0.05$) aos com predominância Nelore nos incrementos dos perímetros de braço (3,08 e 0,61 cm, respectivamente) e torácico (20,83 e 12,72 cm, respectivamente) dos 210 aos 365 dias de idade, perfazendo incrementos totais de 11,88 e 9,39 cm no perímetro de braço e de 66,83 e 59,06 cm no perímetro torácico para animais com predominância Charolês e Nelore, respectivamente. Entre os grupos genéticos da G3 não ocorreram diferenças no incremento nas diferentes fases ($P > 0.05$), independente da medida verificada.

Na comparação entre gerações para o incremento de medidas, a heterose se manifestou para todas as características. No entanto, em várias fases a mesma não foi significativa ($P > 0.05$). Nos incrementos do nascimento ao desmame precoce aos 63 dias

não foram verificadas heteroses significativas independente da medida avaliada. Entretanto, no incremento absoluto das medidas foram verificadas heteroses significativas para ambas as gerações nas medidas de comprimento e altura corporal, da G3 em relação a G2 e aos puros no perímetro de braço e da G2 em relação aos puros no perímetro torácico.

Para a variável altura de garupa a G3 mostrou heterose positiva de 20,51% ($P < 0,05$) sobre os animais puros durante o período dos 210 aos 365 dias de idade. Para o perímetro de braço o incremento durante o período dos 210 aos 365 dias foi maior para os animais G3 em relação aos animais puros, com valores de 2,67 e 1,83 cm, respectivamente, com heterose de 45,90%. No perímetro torácico, as diferenças das gerações do cruzamento começaram a se manifestar desde o desmame aos 63 dias de idade com superioridade dos animais G3 em relação aos G2 e puros nos períodos dos 63 aos 210 e dos 210 aos 365 dias de idade, e no incremento total a G3 foi superior aos puros, mas não diferiu da G2.

Ao avaliar a relação do incremento de peso corporal dos bovinos em relação ao aumento das medidas corporais de perímetro de braço, perímetro torácico e comprimento corporal não foram verificadas diferenças entre os grupos genéticos dentro dos sistemas de acasalamento, independente da fase avaliada (Tabelas 4 e 5). Na altura de garupa, animais puros Charolês ganharam mais peso por unidade de medida desde o desmame precoce aos 63 dias de idade até os 365 dias quando comparados aos Nelores, apresentando valores absolutos 5,16 e 3,39 kg/cm, respectivamente. Animais da G2 com predominância de sangue Charolês apresentaram relação superior aos com predominância Nelore apenas no intervalo dos 210 aos 365 dias de idade (6,27 e 3,64 kg/cm, respectivamente).

Na comparação entre gerações a única diferença observada foi no intervalo dos 210 aos 365 dias de idade para as variáveis que relacionam o aumento de peso corporal por unidade de aumento do perímetro de braço e do perímetro torácico. Em ambas as situações os animais da G3 foram superiores ($P < 0,05$) aos animais puros, mas não diferiam ($P > 0,05$) dos animais da G2. Embora a heterose tenha valores positivos para todas as medidas em relação ao ganho de peso corporal, a mesma somente foi significativa para as duas variáveis acima citadas no intervalo dos 210 aos 365 dias.

A complementariedade das raças pode ser verificada ao avaliarmos a diferença dos animais cruzados das duas gerações em função dos puros separadamente. Em relação às características avaliadas, a complementariedade é evidenciada em praticamente todas as avaliações de peso e medidas dos animais, bem como na relação das duas, ao se avaliar o incremento de peso por unidade de medida, sendo as diferenças positivas para características de predominância *Bos taurus* ou *Bos indicus* de acordo com a especialização no processo de seleção.

Discussão

A superioridade dos animais puros ou com predominância de gens Charolês sobre os puros ou com predominância de gens Nelore, dentro das gerações do cruzamento provavelmente se deve às características distintas dos processos de seleção e, respectivas aptidões das raças. Animais Charolês foram selecionados com base em mais elevados ganhos de peso e pesos corporais adultos do que os animais Nelore, uma vez que suas aptidões eram a produção de carne e força de tração para trabalho, que exigem maior musculatura (Gregory e Cundiff, 1980; Pacheco et al., 2010; Vaz et al., 2012). Entretanto,

raças zebuínas como a Nelore apresentam uma seleção natural visando a tolerância a climas de temperaturas elevadas, resultando em animais com estrutura corporal mais fina, leve, com menor massa óssea e muscular, espessura de couro mais fina, porém com maior dimensão e dobras, mas melhor deposição de gordura do que a raça Charolês (Restle et al., 2002, Vaz et al., 2012). Menezes et al. (2005a), observaram que animais predominantemente Charolês apresentam maior e significativo efeito genético aditivo para deposição muscular na carcaça em comparação a animais predominantemente Nelore (64,56 vs. 60,77%), tendo animais com predominância Nelore um maior potencial para a deposição de tecido adiposo do que os com predominância Charolês (24,69 vs. 21,61%). Catellam et al. (2017) verificaram que animais puros Charolês foram superiores aos puros Nelore em termos de peso (145,7 vs. 116,0 kg) e proporção de massa muscular (67,7 vs. 62,2%) na carcaça, onde os animais Nelore apresentaram superioridade no peso (41,7 vs. 37,9 kg) e proporção (22,3 vs. 17,5%) de gordura na carcaça.

Corroborando com as informações supracitadas, animais Charolês apresentaram maior ganho de peso médio diário do que os Nelore nos intervalos dos 63 aos 210 e 210 aos 365 dias de idade, bem como no ganho de peso diário absoluto. Dentro da G2 os animais com predominância de sangue Charolês apresentaram maior ganho de peso médio diário do que os animais com predominância Nelore dos 210 aos 365 dias de idade. Já dentro da G3 diferenças não foram observadas.

Os resultados de ganho de peso médio diário sugerem que animais da G2 possivelmente se beneficiaram da heterozigose materna, uma vez que as matrizes eram meio sangue, provenientes da primeira geração de cruzamento, tendo estas heterozigose de 100%. Essas matrizes, em função de sua heterozigose, produzem uma maior quantidade de leite e com maior nível de extrato seco total do que as matrizes de raça pura

(Cerdótes et al., 2004). Nos animais G3 os mesmos possuem influência da heterozigose individual, a qual foi significativa em todos os intervalos de idades, exceto do nascimento à desmama (1-63 dias de idade).

A ausência de diferenças no ganho de peso e no ganho de peso médio diário dos animais da G3 pode indicar uma maior homogeneidade dos animais que compõem os dois grupos genéticos frente à terceira geração de cruzamentos.

Em termos de estrutura e conformação de carcaça, é esperado que animais puros ou com predominância Charolês apresentem maior comprimento de carcaça, enquanto que animais puros ou com predominância Nelore apresentem maior comprimento de pernas e braços (Menezes et al., 2005b; Vaz e Restle, 2001). O incremento de genes provenientes da raça Nelore no cruzamento com raças europeias reduz o comprimento de carcaça e eleva o comprimento de membros, com destaque para as diferenças morfológicas entre as raças *Bos indicus* e as raças *Bos taurus*, bem como para o efeito genético aditivo das duas raças como responsáveis pela variação (Restle et al., 1999). Por conseguinte, espera-se maior incremento de comprimento corporal de animais puros, com predominância, ou com inclusão de sangue Charolês, bem como um maior incremento de altura de garupa em animais puros, com predominância, ou com inclusão de sangue Nelore.

A superioridade em altura de garupa dos animais Nelore é devida também ao seu processo evolutivo de seleção natural, uma vez que a raça é de origem indiana, onde as temperaturas ambientais são bastante elevadas (Randhawa et al., 2014; Sivakumar et al., 2017), e uma maior distância entre a superfície do solo e o corpo do animal resulta em manutenção mais eficiente da temperatura corporal, principalmente em dias mais quentes (Vaz et al., 2016). Outra questão importante é que a altura de garupa possui valores

significativos de herdabilidade, variando de 0,30 a 0,58 (Cyrillo et al., 2001). Em adição, uma vez que as mães dos bezerros das duas gerações de animais cruzados também eram cruzadas, eles podem ter se beneficiado da heterose materna, através do incremento na produção e densidade nutricional do leite (Cerdótes et al., 2004), o qual possibilita um mais elevado consumo de energia aos bezerros, que por sua vez está positivamente relacionado com a altura de garupa (Rezende et al., 2011).

As características de perímetros de braço e torácico são positivamente relacionadas ao desenvolvimento muscular do animal (Rocha et al. 2003; Menezes et al. 2005b), com o tamanho e conformação de carcaça (Menezes et al., 2005b; Pacheco et al., 2014), bem como com o rendimento de cortes (Pascoal et al., 2010). É esperado que animais puros, com inclusão ou predominantemente Charolês apresentem maiores ganhos nessas medidas, uma vez que raças europeias continentais foram selecionadas com base na musculosidade (Gregory e Cundiff, 1980), para maiores desenvolvimentos musculares, ganho de peso e peso adulto (Vaz et al., 2016). Menezes et al. (2005a) avaliando a composição física da carcaça de animais Charolês, Nelore ou cruzados observaram maiores proporções de músculo para os animais puros ou predominantemente Charolês de segunda e terceira geração de cruzamento (65,71, 63,86 e 65,66% respectivamente para puros, G2 e G3), quando comparados aos puros ou predominantemente Nelore (60,37, 60,41 e 61,21%, respectivamente para puros, G2 e G3).

Provavelmente a superioridade dos animais cruzados nos ganhos absolutos de peso, ganho médio diário, comprimento corporal, altura de garupa, perímetro de braço e perímetro torácico seja advinda da heterozigose direta que esses animais apresentaram nesse intervalo de tempo, bem como ao fato de as diferenças das médias de incremento

dos animais cruzados terem se apresentado positivamente pronunciadas em relação à média dos puros para essas características.

De forma semelhante, a superioridade dos animais cruzados na relação de peso em função dos aumentos de perímetros de braço e torácicos são provenientes da heterose significativa nos intervalos de tempo, com destaque para o fato de as diferenças das médias de incremento dos animais cruzados terem se apresentado altamente e positivamente pronunciadas em relação à média dos puros para essas características.

Embora animais puros ou predominantemente Charolês tenham apresentado maior ganho de peso do que os puros ou predominantemente Nelore em alguns intervalos de tempo, eles também apresentaram maior comprimento corporal, o que afetou diretamente a relação ganho de peso/ganho de comprimento corporal, ou seja, diluindo o maior ganho de peso dos Charolês em seu maior comprimento corporal. Aliado a esse fato, as heteroses para essas relações, embora tenham se manifestado, não foram significativas, e as diferenças das médias de incremento dos animais cruzados, embora tenham sido positivamente pronunciadas em comparação aos animais puros Nelore, foram negativamente pronunciadas em comparação aos puros Charolês.

A superioridade dos animais puros ou predominantemente Charolês da G2 na relação ganho de peso/ganho de altura de garupa em comparação aos puros ou predominantemente Nelore da G2, se deve ao fato de os Charolês terem apresentado maiores ganhos de peso e menores ganhos de altura de garupa nos intervalos de tempo, enquanto os Nelore, de forma contrária, apresentaram menores ganhos de peso e maiores ganhos de altura de garupa. Na comparação entre sistemas de acasalamento não foram observadas diferenças entre as médias dos animais puros, G2 e G3. Essa ausência de diferença se deve ao fato de as heteroses para essa relação, embora tenham se

manifestado, não terem sido significativas, e as diferenças das médias de incremento dos animais cruzados, embora tenham sido positivamente pronunciadas em comparação aos animais puros Nelore, foram negativamente pronunciadas em comparação aos puros Charolês.

Os resultados demonstram características de complementariedade para o cruzamento entre as raças. Ocorreu a otimização frente ao mérito genético aditivo das raças Charolês e Nelore nos ganhos absolutos de peso, médio diário, comprimento corporal, altura de garupa, perímetro de braço e, com maior ênfase, perímetro torácico. O mesmo foi demonstrado nas relações absolutas entre o ganho de peso por ganhos de perímetro torácico, comprimento corporal, altura de garupa e perímetro de braço, com maior ênfase nos dois últimos. A inclusão de gens Nelore proporcionou incremento no ganho de altura de garupa dos animais produto do cruzamento frente a comparação com a raça Charolês. Já a inclusão gênica de Charolês proporcionou incrementos nos ganhos de peso e de medidas morfométricas vinculadas à musculabilidade dos animais produto, bem como nas relações entre o ganho de peso e os ganhos de todas as medidas morfométricas frente a comparação com a raça Nelore, principalmente em função do seu incremento proporcionado no ganho de peso.

O efeito de complementariedade entre essas duas raças ocorre, principalmente, em função do seu significativo distanciamento genético (Pacheco et al., 2010; Pacheco et al., 2014). Características de altura de garupa e de cernelha são mais passíveis ao ganho genético aditivo, uma vez que possuem valores elevados de herdabilidade, com respectivamente 0,58 (Cyrillo et al., 2001) e 0,63 (Shojo et al., 2005). Entretanto, para características de musculabilidade como perímetros de braço e torácico a manifestação da complementariedade, em muitos casos, é menos visível ou pronunciada, em função de

sua baixa herdabilidade (0,10; Cyrillo et al, 2001), bem como ao fato destas características, bem como o próprio peso, serem altamente susceptíveis aos efeitos ambientais como oscilações climáticas e nutricionais (Northcutt et al., 1992).

Os resultados obtidos demonstram que o incremento do ganho de peso está altamente correlacionado aos incrementos nos ganhos de medidas morfométricas corporais. Certas medidas corporais são limitadas em função da maturidade fisiológica do animal, onde medidas como comprimento corporal e altura de garupa são diretamente relacionadas e limitadas ao desenvolvimento do tecido ósseo, enquanto as medidas de perímetro torácico, perímetro de braço e peso corporal estão predominantemente relacionadas ao desenvolvimento dos tecidos muscular e adiposo, acompanhando suas curvas de flutuação (Prajapati et al., 1991). Portanto, esperam-se respostas elevadas e positivamente correlacionadas entre perímetro torácico e peso corporal (Contreras et al., 2011; Rezende et al., 2014).

Conclusão

Animais puros ou com predominância Charolês de segunda geração de cruzamento possuem maiores ganhos de peso absoluto e diário, bem como de medidas morfométricas relacionadas à musculosidade do que os puros ou com predominância Nelore. Animais puros Nelore apresentam maior ganho em altura, mas sua inclusão gênica não afeta a mesma característica dos genótipos. Já a terceira geração de cruzamento alternado entre Charolês e Nelore gera animais homogêneos em ganhos de peso e de medidas morfométricas.

Animais cruzados possuem superioridade sobre os puros nos ganhos de peso absoluto, comprimento corporal e altura de garupa. Animais cruzados de terceira geração ainda se destacam dos demais nos ganhos de peso médio diário, de perímetro de braço e perímetro torácico.

Nas relações entre ganho de peso por ganho de medida morfométrica não houve diferença entre os animais puros, com exceção da relação entre ganho de peso vivo por ganho de altura de garupa, na qual animais Charolês se mostraram superiores. Os genótipos das gerações de cruzamento se mostraram homogêneos para essas relações, bem como não se observou diferenças entre puros e cruzados.

Com exceção da medida corporal de altura de garupa dentro da geração de animais puros em quase todos os intervalos de tempo e segunda geração de animais cruzados no intervalo entre os 210 e 365 dias de idade, e das medidas de perímetros de braço e torácico na comparação entre sistemas de acasalamento no intervalo dos 210 aos 365 dias de idade, o ganho de peso apresentou forte e homogênea relação com o ganho das medidas morfométricas tanto dentro quanto entre os sistemas de acasalamento. Esse fato sugere que essas medidas podem ser tomadas e utilizadas como bons indicadores do ganho de peso e do desenvolvimento corporal do animal.

Referências bibliográficas

Adeyinka, I.A.; Mohummed, I.D. Accuracy of body weight prediction in Nigerian red Sokoto goats raised in northeastern Nigeria using linear body measurement. Paki. J. Biolog. Sci., v. 9, n. 15, p. 2828–2830, 2006.

- Cattellam, J.; Brondani, I.L.; Alves Filho, D.C.; Restle, J., Martini, A.P.M; Martini, P.M.; da Silva, M.B.; Domingues, C.C. Efeito heterótico em características da carcaça e da carne de novilhos terminados em confinamento. *Revista Agrarian*, v.10, n.35, p.72-83, 2017.
- Cerdótes, L.; Restle, J.; Alves Filho, D.C.; Nörnberg, M.F.B.L.; Nörnberg, J.L.; Heck, I.; da Silveira, M.F. Produção e Composição do Leite de Vacas de Quatro Grupos Genéticos Submetidas a Dois Manejos Alimentares no Período de Lactação. *R. Bras. Zootec.*, v.33, n.3, p.610-622, 2004.
- Choy, Y; Lee, J.G.; Mahboob, A.; Choi, T.J.; Rho, S.H. Genetic correlation between live body measurements and beef cutability traits in Hanwoo steers. *Asian-Australas J Anim Sci.*, v. 30, n. 8, p. 1074-1080, 2017.
- Contreras, G.; Chirinos, Z.; Zambran, S.; Molero, E.; Paéz, A. Caracterización morfológica e 16 índices zoométricos de vacas CriolloLimonero de Venezuela. *Revista de La Facultad de Agronomía*, v.28, p.91-103, 2011.
- 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 do peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho, SP. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 56-65, 2001.
- Essien, A.; Adesope, O.M. Linear body measurements of N'dama calves at 12 months in a South Western zone of Nigeria. *Livestock research for Rural Development*, v. 15, n. 4, p. 34, 2003.

- Fernandes, H.J.; Tedeschi, L.O.; Paulino, M.F.; Paiva, L. M. Determination of carcass and body fat compositions of grazing crossbred bulls using body measurements. *J. Anim. Sci.*, v. 88, p. 1442–1453, 2010.
- Goe, M.R.; Alldredge, J.R.; Light, D. Use of heart to predict body weight of working oxen in the Ethiopian highlands. *Livestock. Prod. Sci.*, v. 69, p. 187–195, 2001.
- Gregory, K.E.; Cundiff, L.V. Crossbreeding in beef cattle: evaluation of systems. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 51, n. 5, p. 1224-1241, 1980.
- Gunawan A.; Jakaria, J. Application of linear body measurements for predicting weaning and yearling weight of bali cattle. *Anim Prod.*, v. 12, p. 163-168, 2010.
- Heinrichs, A.J.; Erb, H.N.; Rodgers, G.W.; Cooper, J.B.; Jones, C.M. Variability in Holstein heifer heart-girth measurements and comparison of prediction equations for live weight. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 78, n. 3-4, p. 333–338, 2007.
- Ige, A.O.; Adedeji, T.A.; Ojedapo, L.O.; Obafemi, S.O.; Ariyo, O.O. Linear Body Measurement Relationship in White Fulani Cattle in Derived Savannah zone of Nigeria. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, v. 5, n.15, p. 1-6, 2015.
- Lawrence, T.L.J.; Fowler, V.R. Growth of farm animals. 2nd ed. CAB Publ., New York, 2002.
- Lee, J.; Kim, N. Estimation of Genetic Variance Components of Body Size Measurements in Hanwoo (Korean Cattle) Using a Multivariate Linear Model. *Journal of Animal Science and Technology*, v. 52, n. 3, p. 167-174, 2010.
- Lesosky, M.; Dumas, S.; Conradie, I.; Handel, I.G.; Jennings, A.; Thumbi, S.; Bronsvoort, B.M. A live weight–Heart girth relationship for accurate dosing of east African

shorthorn zebu cattle. *Tropical Animal Health and Production*, v. 45, p. 311–316, 2013.

Lukuyu, M.N.; Gibson, J.P.; Savage, D.B.; Duncan, A.J.; Mujibi, F.D.N.; Okeyo, A M. Use of body linear measurements to estimate liveweight of crossbred dairy cattle in smallholder farms in Kenya. *SpringerPlus*, v. 5, n. 1, p. 63-77, 2016.

Menezes, L.F.G.; Restle, J.; Brondani, I.L.; Alves Filho, D.C.; Kuss, F.; Silveira, M.F.; Amaral, G.A. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos de gerações avançadas do cruzamento alternado contínuo entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.3, p.946-956, 2005a.

Menezes, L.F.G.; Restle, J.; Brondani, I.L.; Alves Filho, D.C.; Kuss, F.; Silveira, M.F.; Amaral, G.A. Características da Carcaça de Novilhos de Gerações Avançadas do Cruzamento Alternado entre as Raças Charolês e Nelore, Terminados em Confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.3, p.934-945, 2005b.

Musa, A.M.; Elamin, K.M.; Mohammed, S.A.; Abdalla, H.O. Morphometric traits as indicators for body weight in Sudanese Kenana cattle. *Online Journal of Animal and Feed Research*, v. 1, n. 5, p. 218-222, 2011.

Northcutt, S.L.; Wilson, D.E.; Willham, R.L. Adjusting weight for body condition score in Angus cows. *Journal of Animal Science*, v.70, n.5, p 1342-5, 1992.

Obike, O.M.; Ibe, S.N.; Oke, U.K. Estimation of re- and post-weaning body weight of rabbit in humid tropical environment using linear body measurement. *American-Eurasian journal of Agriculture and environmental Science*, v. 6, n. 2, p. 440-444, 2010.

- Ojedapo, L.O.; Adedeji, T.A.; Olayeni, T.B.; Adedeji, O.S.; Abdullah, A.R.; Ojebiyi, O.O. Influence of age and sex on body weight and some body linear measurements of extensively reared Wad goats in derived savanna zone of Nigeria. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, v. 6, p. 114–117, 2007.
- Pacheco, P.S.; Restle, J.; Vaz, F.N.; Brondani, I.L.; Alves Filho, D.C; da Silveira, M.F.; Segabinazzi, L.R.; Freitas, L.S.; Severo, M.M.; Nigeliskii, A.F. Efeitos genéticos aditivos e não aditivos, grupo genético e sistema de acasalamento nas características métricas da carcaça de novilhos oriundos do cruzamento alternado contínuo Charolês x Nelore. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 35, n. 6, p. 3319-3330, 2014.
- Pacheco, P.S.; Restle, J.; Vaz, F.N.; Brondani, I.L.; Alves Filho, D.C; Padua, J.T.; Miotto, F.R.C. Grupo genético, sistema de acasalamento e efeitos genéticos aditivos e não-aditivos nas características de musculabilidade da carcaça de novilhos oriundos do cruzamento rotativo Charolês × Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.3, p.494-502, 2010.
- Pascoal, L.L.; Lobato, J.F.P.; Vaz, F.N. ; Vaz, R.Z.; Menezes, L.F.G. Beef cuts yield of steer carcasses graded according to conformation and weight. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 1363-1371, 2010.
- Prajapati, K. B.; Radadia, N. S.; Tajane, K. R.; Patel, J. P. Relationship between different measures of body size in Mehsana buffaloes. *Indian Journal Animal Science*, v. 61, n. 1, p. 88-90, 1991.
- Randhawa, S.S.; Chhabra, S.; Randhawa, C.S.; Zahid, U.; Dhaliwal, P.S. A note on treatment of hyperthermia in crossbred cattle. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, v. 4 (Suppl 1), p.S272-S274, 2014.

- Restle, J.; Pascoal, L.L.; Faturi, C.; Alves Filho, D.C.; Brondani, I.L.; Pacheco, P.S.; Peixoto, L.A.O. Efeito do grupo genético e da heterose nas características quantitativas da carcaça de vacas de descarte terminadas em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 350-362, 2002. Suplemento.
- Restle, J.; Vaz, F.N.; Quadros, A.R.B.; Müller, L. Características de carcaça e da carne de novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.6, p.1245-1251, 1999.
- Rezende, M.P.G.; Luz, D.F.; Ramires, G.G.; Oliveira, N.M.; Barbosa Filho, J.A.; Oliveira, M.V.M. Caracterização zoométrica de novilhas remanescentes da raça Pantaneira. *Ciência Rural*, v.44, n.4, p.706-709, 2014.
- Rezende, P.L.P.; Restle, J.; Fernandes, J.J.L.; Pádua, J.T.; Freitas Neto, M.D.; Rocha, F.M. Desempenho e desenvolvimento corporal de bovinos mestiços submetidos a níveis de suplementação em pastagem de *Brachiaria brizantha*. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1453-1458, 2011.
- 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. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.55, n.4, p.474-479, 2003.
- Russell, W.S. The growth of Ayrshire cattle: An analysis of linear body measurements. *Animal Production*, v. 21, p. 217-226, 1975.
- Salako, A.E. Principal component factor Anaylsis of the morphostructure of immature uda sheep. *International Journal of Morphology*, v. 24, n .4, p. 571 – 774, 2006.

- Shojo, m.; Young, j.; Anada, K.; Oyama, K.; Mukay, F. Estimation de gentics parameters for growth and feed utilization traits in Japanese black cattle. *Animal Science Journal*, v. 76, n. 2, p. 115-119, 2005.
- Sivakumar, T.; Suraj, P.T.; Yasotha, A.; Phukon, J. Identification of suitable housing system for dairy cattle in North East Zone of Tamil Nadu, India, with respect to microclimate. *Veterinary World*, v.10, n.1, p.1-5.
- Sownade, O. S.; Sobola, O. S. Body measurements of West African dwarf sheep as parameters for estimation of live weight. *Tropical Animal Health and Production*, v. 40, p. 433-439, 2008.
- Van Marle-Köster, E.; Mostert, B.E.; Van der Westhuizen, J. Body measurements as selection criteria for growth in South African Hereford cattle. *Arch Tierz* v. 43, p. 5-15, 2000.
- Vanvanhossou, S.F.U.; Diogo, R.V.C.; Dassa, L.H. Estimation of live bodyweight from linear body measurements and body condition score in the West African Savannah Shorthorn cattle in North-West Benin. *Cogent Food & Agriculture*, v. 4, n. 1549767, 2018.
- Vaz, F.N.; Restle, J. Efeito de raça e heterose para características de carcaça de novilhos da primeira geração de cruzamento entre Charolês e Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.2, p.409-416, 2001.
- Vaz, R. Z., Restle, J.; Pacheco, P. S.; Vaz, F. N.; Pascoal, L. L.; Vaz, M. B. Ganho de peso pré e pós-desmame no desempenho reprodutivo de novilhas de corte aos quatorze meses de idade. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 13, n. 2, p. 272-281, 2012. <http://dx.doi.org/10.5216/cab.v13i3.17527>

- Vaz, R.Z.; Restle, J.; Pacheco, P.S.; Vaz, F.N.; Muehlmann, L.D.; Alves Filho, D.C.; Missio, R.L.; Vaz, M.B. Genetic group and heterosis on morphometric measurements during the growth of male beef cattle. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 37, n. 4 (supl. 1), p. 2759-2772, 2016.
- Vaz, R.Z.; Restle, J.; Pacheco, P.S.; Vaz, F.N.; Muehlmann, L.D.; Alves Filho, D.C.; Missio, R.L.; Vaz, M.B. Genetic group and heterosis on morphometric measurements during the growth of male beef cattle. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 37, n. 4 (supl. 1), p. 2759-2772, 2016.
- Wangchuk, K.; Wangdi, J.; Mindu, M. Comparison and reliability of techniques to estimate live cattle body weight. *Journal of Applied Animal Research*, v. 46, n. 1, 349–352, 2018.

Tabela 1. Médias, erros padrão e heterose para ganho de peso e ganho médio diário de bovinos de corte em desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.

Composição genética			Ganho de peso (kg)					Ganho médio diário (kg)				
			Idade, dias				EPM	Idade, dias				EPM
			1 - 63	63 - 210	210 - 365	1 - 365		1 - 63	63 - 210	210 - 365	1 - 365	
Touro	Vaca	Bezerro										
C	C	C	27,02 ^a	66,08 ^a	66,23 ^a	162,60 ^a	4,61	0,45 ^b	0,45 ^a	0,46 ^a	0,44 ^a	0,03
N	N	N	37,77 ^a	55,43 ^a	33,99 ^b	118,66 ^b	5,26	0,55 ^a	0,37 ^b	0,23 ^b	0,34 ^b	0,03
Média puros			32,39 ^A	60,76 ^B	50,11 ^A	140,63 ^B	3,49	0,50 ^B	0,41 ^B	0,34 ^B	0,39 ^B	0,02
C	½ N ½ C	¾ C ¼ N	38,68 ^a	67,26 ^a	63,34 ^a	174,58 ^a	5,87	0,64 ^a	0,46 ^a	0,44 ^a	0,47 ^a	0,03
N	½ C ½ N	¾ N ¼ C	43,31 ^a	65,44 ^a	31,74 ^b	144,31 ^b	8,28	0,71 ^a	0,45 ^a	0,22 ^b	0,39 ^a	0,05
Média G2			40,99 ^A	66,35 ^{AB}	47,54 ^A	159,45 ^A	5,22	0,67 ^A	0,45 ^{AB}	0,33 ^B	0,43 ^{AB}	0,03
C	¾ N ¼ C	5/8 C 3/8 N	37,20 ^a	75,41 ^a	64,08 ^a	171,34 ^a	3,73	0,56 ^a	0,51 ^a	0,44 ^a	0,48 ^a	0,02
N	¾ C ¼ N	5/8 N 3/8 C	31,00 ^a	73,16 ^a	53,54 ^a	164,95 ^a	4,29	0,52 ^a	0,50 ^a	0,37 ^a	0,44 ^a	0,02
Média G3			34,10 ^A	74,29 ^A	58,81 ^A	168,14 ^A	2,87	0,54 ^B	0,51 ^A	0,41 ^A	0,46 ^A	0,02
Heterose ¹ , %		G2	26,55	9,20	-5,13	13,38*		34,00*	9,76	-2,94	10,26	
		G3	5,28	22,27*	17,36	19,56*		8,00	24,39*	20,59*	17,95*	
Heterose retida ²			15,92	15,73	6,12	16,47		21,00	17,07	8,82	14,10	
Diferenças		C (%)	38,95	6,42	-19,71	0,73		34,44	6,67	-19,57	1,14	
cruzados vs ³		N (%)	-0,60	26,86	56,44	38,04		10,00	29,73	60,87	30,88	

C = Charolês; N = Nelore; G2 = geração dois; G3 = geração três. ¹ [(média da geração de cruzados/média geral dos puros)-1]*100; ² [(média geral das gerações de cruzados/média geral dos puros)-1]*100; ³ [(média geral das gerações de cruzados/média individual dos puros)-1]*100. ^{a,b} na mesma coluna diferem dentro do sistema de acasalamento (P<0,05) pelo teste t; ^{A,B} na mesma coluna diferem entre sistemas de acasalamento (P<0,05) pelo teste t. *Diferença estatística (P<0,05) ao comparar cruzados vs. puros.

Tabela 2. Médias, erros padrão e heterose para ganhos de comprimento corporal e altura de garupa de bovinos de corte em desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.

Composição genética			Comprimento corporal (cm)					Altura de garupa (cm)				
			Idade, dias				EPM	Idade, dias				EPM
			1 - 63	63 - 210	210 - 365	1 - 365		1 - 63	63 - 210	210 - 365	1 - 365	
Touro	Vaca	Bezerro										
C	C	C	15,90 ^a	20,04 ^a	13,25 ^a	49,52 ^a	1,25	8,68 ^b	12,58 ^a	10,13 ^a	31,82 ^b	0,84
N	N	N	18,66 ^a	18,94 ^a	8,80 ^b	45,07 ^b	1,42	12,40 ^a	13,45 ^a	10,36 ^a	35,22 ^a	0,96
Média puros			17,28 ^A	19,49 ^A	11,02 ^A	47,30 ^B	0,94	10,54 ^A	13,01 ^A	10,24 ^B	33,52 ^B	0,63
C	½ N ½ C	¾ C ¼ N	19,69 ^a	18,59 ^a	11,92 ^a	52,16 ^a	1,56	12,47 ^a	13,80 ^a	10,52 ^a	37,37 ^a	1,05
N	½ C ½ N	¾ N ¼ C	20,87 ^a	18,65 ^a	8,98 ^a	49,42 ^a	2,24	12,37 ^a	15,48 ^a	7,48 ^a	35,70 ^a	1,50
Média G2			20,28 ^A	18,62 ^A	10,45 ^A	50,79 ^A	1,40	12,42 ^A	14,64 ^A	9,00 ^B	36,54 ^A	0,94
C	¾ N ¼ C	5/8 C 3/8 N	18,05 ^a	22,11 ^a	12,91 ^a	51,98 ^a	1,01	11,90 ^a	14,58 ^a	12,08 ^a	37,94 ^a	0,68
N	¾ C ¼ N	5/8 N 3/8 C	17,29 ^a	19,62 ^a	12,29 ^a	49,73 ^a	1,16	10,85 ^a	13,79 ^a	12,61 ^a	37,85 ^a	0,78
Média G3			17,67 ^A	20,87 ^A	12,60 ^A	50,86 ^A	0,77	11,37 ^A	14,18 ^A	12,34 ^A	37,89 ^A	0,52
Heterose ¹ , %		G2	17,36	-4,46	5,17	7,38*		17,84	12,53	-12,11	9,01*	
		G3	2,26	7,08	14,34	7,53*		7,87	8,99	20,51*	13,04*	
Heterose retida ²			9,81	1,31	4,58	7,45		12,86	10,76	4,20	11,02	
Diferenças		C (%)	19,34	-1,47	-13,02	2,64		37,04	14,55	5,33	16,95	
cruzados vs ³		N (%)	1,69	4,25	30,97	12,77		-4,07	7,14	2,99	5,66	

C = Charolês; N = Nelore; G2 = geração dois; G3 = geração três. ¹ [(média da geração de cruzados/média geral dos puros)-1]*100; ² [(média geral das gerações de cruzados/média geral dos puros)-1]*100; ³ [(média geral das gerações de cruzados/média individual dos puros)-1]*100. ^{a,b} na mesma coluna diferem dentro do sistema de acasalamento (P<0,05) pelo teste t; ^{A,B} na mesma coluna diferem entre sistemas de acasalamento (P<0,05) pelo teste t. *Diferença estatística (P<0,05) ao comparar cruzados vs. puros.

Tabela 3. Médias, erros padrão e heterose para ganhos de perímetros de braço e torácico de bovinos de corte em desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.

Composição genética			Perímetro de braço (cm)					Perímetro torácico (cm)				
			Idade, dias				EPM	Idade, dias				EPM
			1 - 63	63 - 210	210 - 365	1 - 365		1 - 63	63 - 210	210 - 365	1 - 365	
Touro	Vaca	Bezerro										
C	C	C	3,43 ^a	4,95 ^a	2,14 ^a	10,59 ^a	0,43	18,60 ^b	23,46 ^a	22,43 ^a	65,08 ^a	1,36
N	N	N	4,67 ^a	4,27 ^a	1,52 ^a	9,70 ^a	0,49	23,20 ^a	21,56 ^a	16,11 ^b	58,38 ^b	1,55
Média puros			4,05 ^A	4,61 ^A	1,83 ^B	10,14 ^B	0,32	20,90 ^A	22,51 ^B	19,27 ^{AB}	61,73 ^B	1,03
C	½ N ½ C	¾ C ¼ N	3,38 ^a	4,81 ^a	3,08 ^a	11,88 ^a	0,53	21,83 ^a	22,12 ^a	20,83 ^a	66,83 ^a	1,71
N	½ C ½ N	¾ N ¼ C	3,94 ^a	4,50 ^a	0,61 ^b	9,39 ^b	0,76	23,72 ^a	21,39 ^a	12,72 ^b	59,06 ^b	2,43
Média G2			3,66 ^A	4,66 ^A	1,84 ^{AB}	10,64 ^B	0,47	22,78 ^A	21,75 ^B	16,78 ^B	62,94 ^{AB}	1,53
C	¾ N ¼ C	5/8 C 3/8 N	4,69 ^a	4,92 ^a	2,53 ^a	11,76 ^a	0,34	21,60 ^a	25,31 ^a	21,81 ^a	67,24 ^a	1,10
N	¾ C ¼ N	5/8 N 3/8 C	3,14 ^b	5,55 ^a	2,80 ^a	11,95 ^a	0,39	19,41 ^a	25,44 ^a	19,32 ^a	65,59 ^a	1,26
Média G3			3,91 ^A	5,23 ^A	2,67 ^A	11,85 ^A	0,26	20,50 ^A	25,37 ^A	20,56 ^A	66,41 ^A	0,84
Heterose ¹ , %		G2	-9,63	1,08	0,55	4,93		9,00	-3,38	-12,92	1,96	
		G3	-3,46	13,45	45,90*	16,86*		-1,91	12,71*	6,69	7,58*	
Heterose retida ²			-6,54	7,27	23,22	10,90		3,54	4,66	-3,11	4,77	
Diferenças		C (%)	10,35	-0,10	5,37	6,19		16,34	0,43	-16,76	-0,62	
cruzados vs ³		N (%)	-18,95	15,81	48,36	15,93		-6,72	9,28	15,89	10,78	

C = Charolês; N = Nelore; G2 = geração dois; G3 = geração três. ¹ [(média da geração de cruzados/média geral dos puros)-1]*100; ² [(média geral das gerações de cruzados/média geral dos puros)-1]*100; ³ [(média geral das gerações de cruzados/média individual dos puros)-1]*100. ^{a,b} na mesma coluna diferem dentro do sistema de acasalamento (P<0,05) pelo teste t; ^{A,B} na mesma coluna diferem entre sistemas de acasalamento (P<0,05) pelo teste t. *Diferença estatística (P<0,05) ao comparar cruzados vs. puros.

Tabela 4. Médias, erros padrão e heterose para ganho de peso corporal/ganho de perímetro de braço e ganho de peso corporal/ganho de perímetro torácico de bovinos de corte em desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento.

Composição genética			Ganho peso corporal/ganho perímetro de braço (kg/cm)					Ganho peso corporal/ganho perímetro torácico (kg/cm)				
			Idade, dias				EPM	Idade, dias				EPM
Touro	Vaca	Bezerro	1 - 63	63 - 210	210 - 365	1 - 365		1 - 63	63 - 210	210 - 365	1 - 365	
C	C	C	10,17 ^a	15,44 ^a	14,11 ^a	16,16 ^a	2,52	1,55 ^a	2,83 ^a	1,93 ^a	2,46 ^a	0,24
N	N	N	8,39 ^a	14,57 ^a	11,68 ^a	12,39 ^a	2,88	1,56 ^a	2,57 ^a	2,14 ^a	2,06 ^a	0,27
Média puros			9,28 ^A	15,01 ^A	12,89 ^B	14,28 ^A	1,91	1,56 ^A	2,69 ^A	2,04 ^B	2,26 ^A	0,18
C	½ N ½ C	¾ C ¼ N	13,73 ^a	15,59 ^a	16,25 ^a	13,81 ^a	3,13	1,80 ^a	3,01 ^a	2,99 ^a	2,54 ^a	0,29
N	½ C ½ N	¾ N ¼ C	11,83 ^a	18,42 ^a	14,15 ^a	15,57 ^a	4,53	1,81 ^a	3,11 ^a	2,64 ^a	2,39 ^a	0,42
Média G2			12,78 ^A	17,00 ^A	15,20 ^{AB}	14,69 ^A	2,81	1,80 ^A	3,06 ^A	2,81 ^A	2,46 ^A	0,26
C	¾ N ¼ C	5/8 C 3/8 N	9,63 ^a	19,60 ^a	18,51 ^a	15,05 ^a	2,05	1,74 ^a	2,97 ^a	2,95 ^a	2,54 ^a	0,19
N	¾ C ¼ N	5/8 N 3/8 C	12,28 ^a	14,21 ^a	20,09 ^a	13,89 ^a	2,37	1,57 ^a	2,88 ^a	2,92 ^a	2,48 ^a	0,22
Média G3			10,96 ^A	16,90 ^A	19,30 ^A	14,47 ^A	1,56	1,66 ^A	2,93 ^A	2,94 ^A	2,51 ^A	0,15
Heterose ¹ , %		G2	37,72	13,26	17,92	2,87		15,38	13,75	37,75*	8,85	
		G3	18,10	12,59	49,73*	1,33		6,41	8,92	44,12*	11,06	
Heterose retida ²			27,91	12,92	33,82	2,10		10,90	11,34	40,93	9,96	
Diferenças		C (%)	16,72	9,78	22,25	-9,78		11,61	5,83	48,96	1,02	
cruzados vs ³		N (%)	41,48	16,33	47,69	17,68		10,90	16,54	34,35	20,63	

C = Charolês; N = Nelore; G2 = geração dois; G3 = geração três. ¹ [(média da geração de cruzados/média geral dos puros)-1]*100; ² [(média geral das gerações de cruzados/média geral dos puros)-1]*100; ³ [(média geral das gerações de cruzados/média individual dos puros)-1]*100. ^{a,b} na mesma coluna diferem dentro do sistema de acasalamento (P<0,05) pelo teste t; ^{A,B} na mesma coluna diferem entre sistemas de acasalamento (P<0,05) pelo teste t. *Diferença estatística (P<0,05) ao comparar cruzados vs. puros.

Tabela 5. Médias, erros padrão e heterose para ganho de peso corporal/ganho de comprimento corporal e ganho de peso corporal/ganho de altura de garupa de bovinos de corte em desenvolvimento, de acordo com o grupo genético e sistema de acasalamento..

Composição genética			Ganho peso corporal/ganho comprimento corporal (kg/cm)					Ganho peso corporal/ganho altura de garupa (kg/cm)				
			Idade, dias				EPM	Idade, dias				EPM
Bull	Cow	Calf	1 - 63	63 - 210	210 - 365	1 - 365		1 - 63	63 - 210	210 - 365	1 - 365	
C	C	C	2,66 ^a	3,91 ^a	5,29 ^a	3,16 ^a	0,67	3,44 ^a	5,54 ^a	6,85 ^a	5,16 ^a	0,46
N	N	N	1,35 ^a	2,96 ^a	4,07 ^a	2,50 ^a	0,77	2,99 ^a	4,17 ^b	3,58 ^b	3,39 ^b	0,51
Média puros			2,01 ^A	3,44 ^A	4,68 ^A	2,83 ^A	0,51	3,22 ^A	4,86 ^A	4,22 ^A	4,28 ^A	0,34
C	½ N ½ C	¾ C ¼ N	2,59 ^a	2,28 ^a	5,77 ^a	3,55 ^a	0,83	3,20 ^a	4,87 ^a	6,27 ^a	4,51 ^a	0,56
N	½ C ½ N	¾ N ¼ C	2,21 ^a	3,58 ^a	4,63 ^a	3,01 ^a	1,21	3,54 ^a	4,12 ^a	3,64 ^b	3,93 ^a	0,80
Média G2			2,40 ^A	2,93 ^A	5,20 ^A	3,28 ^A	0,75	3,37 ^A	4,49 ^A	4,95 ^A	4,22 ^A	0,50
C	¾ N ¼ C	5/8 C 3/8 N	2,06 ^a	3,42 ^a	4,35 ^a	3,23 ^a	0,55	3,20 ^a	5,29 ^a	5,62 ^a	4,50 ^a	0,36
N	¾ C ¼ N	5/8 N 3/8 C	1,64 ^a	4,12 ^a	5,30 ^a	3,38 ^a	0,63	4,07 ^a	5,73 ^a	4,92 ^a	4,43 ^a	0,42
Média G3			1,85 ^A	3,77 ^A	4,82 ^A	3,30 ^A	0,43	3,63 ^A	5,51 ^A	5,27 ^A	4,47 ^A	0,28
Heterose ¹ , %		G2	19,46	-14,83	11,11	15,90		4,66	-7,61	17,30	-1,40	
		G3	-7,96	9,59	2,99	16,61		12,73	13,37	24,88	4,44	
Heterose retida ²			5,72	-2,62	7,05	16,25		8,70	2,88	21,09	1,52	
Diferenças		C (%)	-20,11	-14,32	-5,29	4,11		1,74	-9,75	-25,40	-15,79	
cruzados vs ³		N (%)	57,41	13,18	23,10	31,60		17,06	19,90	42,74	28,17	

C = Charolês; N = Nelore; G2 = geração dois; G3 = geração três. ¹ [(média da geração de cruzados/média geral dos puros)-1]*100; ² [(média geral das gerações de cruzados/média geral dos puros)-1]*100; ³ [(média geral das gerações de cruzados/média individual dos puros)-1]*100. ^{a,b} na mesma coluna diferem dentro do sistema de acasalamento (P<0,05) pelo teste t; ^{A,B} na mesma coluna diferem entre sistemas de acasalamento (P<0,05) pelo teste t. *Diferença estatística (P<0,05) ao comparar cruzados vs. puros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Animais Charolês possuem medidas de musculosidade maior que animais Nelore, enquanto estes últimos são mais altos.

Nos animais cruzados o aumento da predominância Charolês nos genótipos não eleva as características de musculosidade em relação aos genótipos com predominância Nelore, exceto aos 365 dias de idade nos animais da segunda geração. Entretanto a predominância de gens Nelore gera animais mais altos em todas as idades independente da geração.

Com exceção do nascimento, animais cruzados possuem maior desenvolvimento comparado aos puros nas medidas corporais, determinando valores de heterose significativos até os 365 dias.

Animais puros ou com predominância Charolês de segunda geração de cruzamento possuem maiores ganhos de peso absoluto e diário, bem como de medidas morfométricas relacionadas à musculosidade do que os puros ou com predominância Nelore. Animais puros Nelore apresentam maior ganho em altura, mas sua inclusão gênica não afeta a mesma característica dos genótipos. Já a terceira geração de cruzamento alternado entre Charolês e Nelore gera animais homogêneos em ganhos de peso e de medidas morfométricas.

Animais cruzados possuem superioridade sobre os puros nos ganhos de peso absoluto, comprimento corporal e altura de garupa. Animais cruzados de terceira geração ainda se destacam dos demais nos ganhos de peso médio diário, de perímetro de braço e perímetro torácico.

Nas relações entre ganho de peso por ganho de medida morfométrica não houve diferença entre os animais puros, com exceção da relação entre ganho de peso vivo por ganho de altura de garupa, na qual animais Charolês se mostraram superiores. Os genótipos das gerações de cruzamento se mostraram homogêneos para essas relações, bem como não se observou diferenças entre puros e cruzados.

Com exceção da medida corporal de altura de garupa dentro da geração de animais puros em quase todos os intervalos de tempo e segunda geração de animais cruzados no intervalo entre os 210 e 365 dias de idade, e das medidas de perímetros de braço e torácico na comparação entre sistemas de acasalamento no intervalo dos 210 aos 365 dias de idade, o ganho de peso apresentou forte e homogênea relação com o ganho das medidas morfométricas tanto dentro quanto entre os sistemas de acasalamento. Esse fato sugere que essas medidas podem ser tomadas e utilizadas como bons indicadores do ganho de peso e do desenvolvimento corporal do animal.

REFERÊNCIAS

- ADEYINKA, I.A.; MOHUMMED, I.D. Accuracy of body weight prediction in Nigerian red Sokoto goats raised in northeastern Nigeria using linear body measurement. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, v.9, n.15, p.2828–2830, 2006.
- ARAÚJO, W. A.; PAULINO, P. V.; MARCONDES, M. I.; CARVALHO, C. G. V.; SILVA, F. C. O. Desempenho e característica de carcaça de novilhos cruzados de três grupos genéticos recebendo dietas à base de silagem de sorgo e milho. **Ciência Animal Brasileira**, v.12, n.1, p.101-107, 2011.
- BORGES, I.; SILVA, A.G.M.; ALBUQUERQUE, F.H.M.A.R. Escrituração zootécnica e sua importância no gerenciamento da caprinocultura. In: REUNIÃO TÉCNICA CIENTÍFICA EM OVINOCAPRINOCULTURA, 1. 2004, Anais... Itapetinga: UESB, 2004. p.1-17.
- BOURDON, R.M. Understanding animal breeding. New Jersey: Prentice Hall, 1997. 523 p.
- BRITO M.C.B., SANTOS S.A., ALVES F.V., JULIANO R.S., ABREU U.G.P., SOUZA J.C. Curva de crescimento e alometria de bezerros da raça pantaneira até os 14 meses no pantanal. **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal**, v.5, p.51-59, 2015.
- CALEGARI, A. Uso da barimetria para estimar o peso vivo de caprinos da raça Saanen. Jaboticabal: UNESP, 1999. 34p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).
- CHOY, Y; LEE, J.G.; MAHBOOB, A.; CHOI, T.J.; RHO, S.H. Genetic correlation between live body measurements and beef cutability traits in Hanwoo steers. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, v.30, n.8, p.1074-1080, 2017.
- COSTA C.R.M.; CAMPELO J.E.G.; KLEIN JÚNIOR M.H.; FURUSHU-GARCIA I.F.; PEREIRA I.G.; SILVA, J.A.L. Alometria de cortes da carcaça de caprinos da raça Anglonubiana e F1 Boer-Anglonubiana. **Revista Científica de Produção Animal**, v.11, n.2, p.119-132, 2009.
- EUCLIDES FILHO, K. O Melhoramento Genético e os Cruzamentos em Bovinos de Corte. Documento n. 63, CNPGC, 1997.
- EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G.R.; EUCLIDES, V.P.B.; SILVA, L.O.C.; ROCCO, V.; BARBOSA, R.A.; JUNQUEIRA, C.E. Desempenho de diferentes grupos genéticos de bovinos de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1114-1122, 2003.
- FALCONER, D.S. Introdução à genética quantitativa. Viçosa: Imprensa Universitária UFV, 1987. 279p.
- FERNANDES, H.J.; TEDESCHI, L.O.; PAULINO, M.F.; PAIVA, L. M. Determination of carcass and body fat compositions of grazing crossbred bulls using body measurements. *Journal of Animal Science*, v.88, p.1442–1453, 2010.
- FELÍCIO, P.E. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V. P. (Eds.) *Produção do novilho*

de corte. Piracicaba: Fundação de estudos agrários “Luis de Queiroz”, 1997. p.79-97.

FRISCH, J.E. Manual sistema Frisch. Uberaba: Alta Genetics, 2004. 68 p.

GAMA, L.T. Melhoramento genético animal. Lisboa: Escolar Editora, 2002. 306 p.

GESUALDI JÚNIOR, A.; QUEIROZ, A. C.; RESENDE, F. D.; ALLEONI, G. F.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; GESUALDI, A. C. L. S.; DETMANN, E. Características de carcaça de bovinos Nelore e Caracu selecionados para peso aos 378 dias de idade recebendo alimentação restrita ou à vontade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.131-138, 2006.

GOE, M.R.; ALLDREDGE, J.R.; LIGHT, D. Use of heart to predict body weight of working oxen in the Ethiopian highlands. *Livestock Production Science*, v.69, p.187–195, 2001.

GREEN, R.D.; FIELD, T.G.; HAMMETT, N.S.; RIPLEY, B.M.; DOYLE, S.D. Can cow adaptability and carcass acceptability both achieved? In: RANGE BEEF COW SYMPOSIUM. 1999, Greeley. Proceedings... Greeley: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999. p.130.

GUNAWAN A.; JAKARIA, J. Application of linear body measurements for predicting weaning and yearling weight of bali cattle. **Animal Production**, v.12, p.163-168, 2010.

HAGGER, C.; HOFFER, A. Phenotypic and genetic relationships between wither height, heart girth and milk yield in the Swiss Braunviech and Simmenthal breeds. *Livestock Production Science*, v.28, n.3, p.265-71, 1991.

IGE, A.O.; ADEDEJI, T.A.; OJEDAPO, L.O.; OBAFEMI, S.O.; ARIYO, O.O. Linear Body Measurement Relationship in White Fulani Cattle in Derived Savannah zone of Nigeria. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, v.5, n.15, 2015.

KOCH, R.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E. Beef cattle breed resource utilization. **Brazilian Journal of Genetics**, v.12, p.55-77, 1989.

KOGER, M. Effective crossbreeding systems utilizing Zebu cattle. **Journal of Animal Science**, v.50, p.1215-1220, 1980.

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. Growth of farm animals. 2nd ed. New York: CAB Publishing, 2002.

LEE, J.; KIM, N. Estimation of Genetic Variance Components of Body Size Measurements in Hanwoo (Korean Cattle) Using a Multivariate Linear Model. **Journal of Animal Science and Technology**, v.52, n.3, p.167-174, 2010.

LEME, P.R.; BOIN, C.; MARGARIDO, R.C.C.; TEDESCHI, L.O.; O'FARRIL, J.C.; ALLEONI, G.F.; ALBINO, L.F. Desempenho em confinamento e características de carcaça de bovinos machos de diferentes cruzamentos abatidos em três faixas de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.2347-2353, 2000.

LESOSKY, M.; DUMAS, S.; CONRADIE, I.; HANDEL, I. G.; JENNINGS, A.; THUMBI, S.; TOYE, P.; BRONSVVOORT, B.M. A live weight–Heart girth relationship for accurate dosing of east African shorthorn zebu cattle. **Tropical Animal Health and Production**, v.45, n.1., p.311–316, 2013.

LOPES, L.S.; LADEIRA, M.M.; MACHADO NETO, O.R.; PAULINO, P.V.R.; CHIZZOTTI, M.L.; RAMOS, E.M; OLIVEIRA, D.M. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte e Nelore terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.970-977, 2012.

LUCHIARI FILHO, A. Pecuária da carne bovina. 1ª ed. São Paulo:LinBife. 2000. 134 p.

LUKUYU, M.N.; GIBSON, J.P.; SAVAGE, D.B.; DUNCAN, A.J.; MUJIBI, F.D.N.; OKEYO, A M. Use of body linear measurements to estimate liveweight of crossbred dairy cattle in smallholder farms in Kenya. **SpringerPlus**, v.5, n.1, p. 63-77, 2016.

MAGNABOSCO, C. de U.; OJALA, M.; FERNANDES, A.; CAETANO, A. R.; FAMULA, T. R. Efeitos de fatores ambientais sobre medidas corporais e peso em bovinos da raça Brahman no México. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. Anais... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.139-141.

MARIZ, T. M. A. Caracterização zoométrica, estrutura populacional e índices reprodutivos da raça Sindi no Brasil. 2010. 102f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.

MEMÓRIA, H. Q., REGO, J. P. A., CATUNDA, A. C. V., GUIMARÃES, A. N. C., ROGÉRIO, M. C. P., MARTINS, G. A. Correlação entre peso e medidas corporais em ovinos machos de diferentes idades. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, Pernambuco. Anais...Pernambuco: Zootec 2005.

MOTA, M. D. S.; ARRIGONI, M. B.; SILVEIRA, A. C. Utilização de Cruzamentos na Pecuária de Corte. In: PIREZ, A.V. (ED) Bovinocultura de Corte. Piracicaba: FEALQ, 2010. p.715-758.

MOURÃO, R.C.; RODRIGUES, V.C.; MOUSTACAS, V.S.; DA COSTA, D.P.B.; PINHEIRO, R.S.B.; FIGUEIREDO, M.; VIEIRA, A. Medidas morfométricas de novilhos castrados Nelore e F1 Nelore x Limousin. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.6, p.27-32, 2010.

MUNIZ, C. A. S. D.; QUEIROZ, S. A. Avaliação do peso à desmama e do ganho médio de peso de bezerros cruzados no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.504-512, 1998.

PACHECO, A.; QUIRINO, C. R.; PINHEIRO, O. L. V. M.; ALMEIDA, J. V. C. Medidas morfométricas de touros jovens e adultos da raça Guzerá. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p.426-435, 2008.

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; SILVA, J. H. S.; BRONDANI, L. L.; ARBOITTE, M. Z.; FREITAS, A. K. Desempenho de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos

genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p. 963-975, 2005.

PEREIRA, E. Análise genética de algumas características reprodutivas e de suas relações com desempenho ponderal na raça Nelore. Pirassununga, 2001. 56 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, USP.

PEROTTO, D.; MOLETTA, J. L.; LESSKIU, C. Desempenho em confinamento de machos bovinos inteiros Canchim, Aberdeen Angus e Cruzamentos recíprocos. **Ciência Animal Brasileira**, v.32, n.4, p.669-674, 2002.

PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J.J.S.; MOLETTA, J.L. Características Quantitativas de Carcaça de Bovinos Zebu e de Cruzamentos *Bos taurus* x Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6 (Supl.1), p.2019-2029, 2000.

PINTO L. F. B.; ALMEIDA, F. Q.; QUIRINO, C. R. AZEVEDO, P. C. N.; CABRAL, G. C.; CORASSA, A. Análise multivariada das medidas morfométricas de potros da raça Mangalarga Marchador: análise de componentes principais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.589-599, 2005.

PRADO, C.S.; PÁDUA, J.T.; CORRÊA, M.P.C.; FERRAZ, J.B.S.; MIYAGI, E.S.; RESENDE, L.S. Comparação de diferentes métodos de avaliação da área de olho de lombo e cobertura de gordura em bovinos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v.5, n.3, p.141-149, 2004.

PRAYAGA, K.C. Evaluation of beef cattle genotypes and estimation of direct and maternal genetic effects in a tropical environment. 1. Growth traits. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.54, p.1013-1025, 2003.

RESTLE, J. Confinamento, pastagens e suplementação para produção de bovinos de corte. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999. p.125-146.

RESTLE, J.; FELTEN, H.G.; VAZ, F.N. Efeito da raça e heterose para características quantitativas da carcaça de novilhos de 24 meses terminados em confinamento. In: REUNIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 14, 1995, Mar del Plata, Memorias...Balcare: ALPA, 1995, n.3-4, p.857-859.

RESTLE, J.; QUADROS, A.R.B.; VAZ, F.N. Terminação em confinamento de novilhos de diferentes genótipos Hereford x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.125-130, 2000a.

RESTLE, J.; VAZ, F.N. Eficiência e qualidade na produção de carne bovina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: SBZ, 2003, 34p., cód. Palestra11.

RESTLE, J.; VAZ, F.N.; FEIJÓ, G.L.D.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; BERNARDES, R.A.C.; FATURI, C.; PACHECO, P.S. Características de carcaça de bovinos de corte inteiros ou castrados de diferentes composições raciais Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1371-1379, 2000b.

RESTLE, J.; VAZ, Z. R.; PASCOAL, L. L.; ALVES FILHO, D. C.; VAZ, F. N.; SEGABINAZZI, L. R. Desenvolvimento e desempenho reprodutivo de novilhas de corte submetidas a diferentes idades de desmame. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.3, p.808-817, 2009.

RIBEIRO, E. L. A.; HERNANDES, J. A.; ZANELLA, E. L.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F.; REEVES, J. J. Desempenho e característica de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1669-1673, 2008.

ROSO, V.M.; FRIES, L.A. Avaliação das heteroses materna e individual sobre o ganho de peso do nascimento ao desmame em bovinos Angus x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.732-737, 2000.

SALAKO, A.E. Principal component factor Anaylsis of the morphostructure of immature uda sheep. **International Journal of Morphology**, v.24, n.4, p.571-774, 2006.

SANTANA, A.F.S.; COSTA, G.B.; FONSECA, L.S. Correlações entre peso e medidas corporais em ovinos jovens da raça Santa Inês. **Revista Brasileira de Produção Animal**, v.1, n.1, p.74-77, 2001.

SAWANON, S.; BOONSAEN, P.; INNURUK, P. Body Measurements of Male Kamphaengsaen Beef Cattle as Parameters for Estimation of Live Weight. **Kasetsart Journal (Natural Sciences)**, v.45, p.428-434, 2011.

SCARAPATI, M.T.V.; MAGNABOSCO, C.U.; JOSAHKIAN, L.A.; OLIVEIRA. JÚNIOR, B.C.; OLIVEIRA, H.N.; LÔBO, R.B. Estudo de medidas corporais e peso vivo em animais jovens da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. Anais... Fortaleza: SBZ, 1996. p.110.

SHERIDAN, A.K. Crossbreeding and heterosis. **Animal Breeding Abstracts**, v.49, n.3, p.131-144, 1981.

SILVA, F.L.; FRAGA, A.B.; ESPÍNDOLA FILHO, A.M.; PEDROSA, A.C. Desempenho de bovinos no estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p.219-230, 2008.

SILVA, G.A.; SOUZA, B.B.; ALFARO, C.E.P.; NETO, J.A.; AZEVEDO, S.A.; SILVA, E.M.N.; SILVA, R.M.N. Influência da dieta com diferentes níveis de lipídeo e proteína na resposta fisiológica e hematológica de reprodutores caprinos sob estresse térmico. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.1, p.154-161, 2006.

SOWANDE, O.S.; SOBOLA, O.S. Body measurements of West African dwarf sheep as parameters for estimation of live weight. **Tropical Animal Health and Production**, v.40, p.433-439, 2008.

TISMA, R.; PUTRA, W.P.B. Relationship between body measurements and Body weight in Bali (*Bos javanicus*) and Bali cross (*Bos taurus* x *Bos javanicus*) bulls in

Muaro Jambi Regency of Indonesia. **Journal of Applied Animal Science**, v.8, n.2, p.33-42, 2015.

VALENTIN, J.L.; PERES-NETO, P.R.; FERNANDEZ, F.A.S. Introdução a Análises Morfométricas. **Oecologia Brasiliensis**, v.2, p.57-89, 1995.

VANVANHOSSOU, S.F.U.; DIOGO, R.V.C.; DASSA, L.H. Estimation of live bodyweight from linear body measurements and body condition score in the West African Savannah Shorthorn cattle in North-West Benin. **Cogent Food & Agriculture**, v.4, n. 1549767, p.1-12, 2018.

VAZ, R.Z.; RESTLE, J.; PACHECO, P.S.; VAZ, F.N.; MUEHLMANN, L.D.; ALVES FILHO, D.C.; MISSIO, R.L.; VAZ, M.B. Genetic group and heterosis on morphometric measurements during the growth of male beef cattle. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, n.4 (Supl. 1), p. 2759-2772, 2016.

VIEIRA, H.C.M.; FREITAS, M.A.R.; LÔBO, R.B.; ZAMBIANCHI, A.R.; BEZERRA, L.F.; OLIVEIRA, J.A. Evolução das características de crescimento em rebanhos da raça Guzerá participantes de programa de melhoramento genético. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 5., 2004, Pirassununga. Anais... Pirassununga: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2004.

WANGCHUK, K.; WANGDI, J.; MINDU, M. Comparison and reliability of techniques to estimate live cattle body weight. **Journal of Applied Animal Research**, v.46, n.1, p.349–352, 2018.

WHEELER, T. L.; CUNDIFF, L. V.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. Characterization of biological types of cattle (cycle V): carcass traits and Longissimus palatability. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1209-1222, 2001.

WIJONO, D.B.; HARTATI; DICKY, M.D. Correlation of body size with growth rate of live weight of Ongole crossbred cattle. In: National Animal and Veterinary Technology Conference, 20, 2007, Bogor. Proceedings... Bogor: National Animal and Veterinary Technology Council, 2007, p.236-239.

WINKLER, R.; PENNA, V.M.; MADALENA, F.E; PEREIRA, C. S. Estudo de parâmetros genéticos e ambientais de medidas de tamanho corporal em fêmeas bovinas adultas da raça Guzerá. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, Rio de Janeiro, 1993. Anais. Rio de Janeiro: SBZ, 1993. p. 293.

WINKLER, R.; PENNA, V.M.; PEREIRA, C.S.; MADALENA, F.E. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de peso e de medidas corporais em fêmeas bovinas adultas da raça Guzerá. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.49, n.3, p.353-363, 1997.