



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

RICARDO FAVERO

**ESTRATÉGIAS DE CRUZAMENTOS UTILIZANDO GRUPOS  
GENÉTICOS ADAPTADOS AO CLIMA TROPICAL PARA A  
PRODUÇÃO DE NOVILHOS PRECOSES**

**RICARDO FAVERO**

**ESTRATÉGIAS DE CRUZAMENTOS UTILIZANDO GRUPOS  
GENÉTICOS ADAPTADOS AO CLIMA TROPICAL PARA A  
PRODUÇÃO DE NOVILHOS PRECOSES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Animal da Universidade Estadual de  
Londrina como requisito parcial para a obtenção do  
título de Doutor.

Orientadora: Profa. Dra. Ivone Yurika Mizubuti

Coorientador: Dr. Rodrigo da Costa Gomes

Londrina  
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Favero, Ricardo.

Estratégias de cruzamentos utilizando grupos genéticos adaptados ao clima tropical para a produção de novilhos precoces / Ricardo Favero. - Londrina, 2018.  
134 f.

Orientador: Ivone Yurika Mizubuti.

Coorientador: Rodrigo da Costa Gomes.

Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2018.  
Inclui bibliografia.

1. Bovino de corte - Tese. 2. Cruzamentos - Tese. 3. Novilho precoce - Tese. 4. Raças adaptadas - Tese. I. Mizubuti, Ivone Yurika. II. Gomes, Rodrigo da Costa. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. IV. Título.

RICARDO FAVERO

**ESTRATÉGIAS DE CRUZAMENTOS UTILIZANDO GRUPOS  
GENÉTICOS ADAPTADOS AO CLIMA TROPICAL PARA A  
PRODUÇÃO DE NOVILHOS PRECOSES**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em  
Ciência Animal da Universidade Estadual de  
Londrina como requisito parcial para a obtenção do  
título de Doutor.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Ivone Yurika Mizubuti  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Dr. Gilberto Romeiro de Oliveira Menezes  
Centro Nacional de Pesquisas em Gado de Corte –  
Embrapa – CNPGC/EMBRAPA

---

Profa. Dra. Odimari Pricila Prado Calixto  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Sandra Galbeiro  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. Sergio Rodrigo Fernandes  
Universidade Federal do Paraná - IFPR

Londrina, 28 de Março de 2018.

***Dedico:***

*Aos meus pais Sanie e Mariano*

*Aos meus avós Nadime, Mahmoud, Cacilda e Eduardo (in memoriam)*

*À minha namorada Isadora*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a **Deus**, pelo que o resume... “**Tudo**”;

Aos meus pais **Sanie** e **Mariano**, pelo amor, confiança depositada, imensurável apoio durante toda minha vida, ensinamentos extremamente valiosos, paciência e compreensão pela distância de casa todos esses anos. Graças a vocês consegui finalizar esta jornada e alcançar mais uma vitória;

Aos meus irmãos **Marianinho** e **Eduardo**, exemplos de perseverança, competência e caráter;

À minha namorada **Isadora**, que se tornou essencial em minha vida, pelo seu amor, ajuda, incentivo e paciência, e toda sua **família** pelo ótimo acolhimento e grande apoio em todos os momentos;

À **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ivone Yurika Mizubuti**, pela oportunidade de desenvolver minha pós-graduação sob sua orientação, amizade, confiança depositada e apoio em todos os momentos que precisei;

Ao **Dr. Rodrigo da Costa Gomes**, pela orientação, amizade, grande oportunidade oferecida de desenvolver este trabalho, apoio e ensinamentos valiosos;

Ao **Dr. Gilberto Romeiro de Oliveira Menezes**, pela amizade, apoio e ensinamentos durante o período em que estive na Embrapa;

Ao **Dr. Gelson Luis Dias Feijó**, à **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marina de Nadai Bonin Gomes** e à **Lucy Mery**, pela ajuda nas avaliações de carcaça e qualidade da carne;

À **Embrapa Gado de Corte**, por ceder toda a infraestrutura e os animais, possibilitando a realização deste trabalho;

Aos professores participantes das bancas examinadoras de qualificação e defesa, **Prof. Dr. Edson Luis de Azambuja Ribeiro**, **Prof. Dr. Filipe Alexandre Boscaro de Castro**, **Prof. Dr. Valter Harry Bumbieris Junior**, **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Odimari Pricila Prado Calixto**, **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sandra Galbeiro** e **Prof. Dr. Sergio Rodrigo Fernandes**, pela disponibilidade e colocações importantes e valiosas para melhorar este trabalho;

Aos funcionários da Embrapa Gado de Corte **Benício**, **Boaventura** e **Valdir**, pela grande ajuda no decorrer do experimento e amizade;

Aos estagiários **Técio**, **José Lucas**, **Pollyana**, **Henrique**, **Taynara**, **Flávio** e **Karen**, pela enorme ajuda durante a realização do experimento e pelos momentos de amizade;

Ao grande amigo **João Paulo (Bandiido!)**, parceiro desde a graduação, pela amizade e enorme apoio em momentos cruciais;

Aos amigos de pós-graduação **Fernando** e **João Antônio** e colegas da Embrapa **Andrei, Thiago** e **Antônio**, pelos bons momentos de amizade e ajuda;

À **Helenice**, pela disponibilidade e toda a ajuda cedida nestes seis anos de pós-graduação;

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela concessão da bolsa de estudos;

**MUITO OBRIGADO A TODOS!**

*“Through all the happiness and sorrow  
I guess I'd do it all again  
Live for today and not tomorrow  
It's still the road that never ends...”*

“Road to Nowhere” – Ozzy Osbourne

FAVERO, Ricardo. **Estratégias de cruzamentos utilizando grupos genéticos adaptados ao clima tropical para produção de novilhos precoces**. 2018. 134 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes grupos genéticos maternos e paternos no desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos cruzados. Durante dois anos foram avaliados 173 animais (87 fêmeas e 86 machos castrados) nos períodos de cria e recria, e destes, 123 (60 fêmeas e 63 machos) foram terminados em confinamento. Os animais foram oriundos da inseminação de matrizes Nelore, ½ Angus + ½ Nelore (AN) e ½ Caracu + ½ Nelore (CN) com touros Braford, Canchim e Caracu. Após a desmama, os animais foram mantidos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu por 12 meses e depois terminados em confinamento, sendo abatidos com média de 24,7±1,4 meses e 554±60 kg de peso corporal (PC). Durante as fases de recria e terminação foram aferidas por ultrassonografia a área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea sobre o lombo (EGS) e sobre a picanha (EGP). Ao abate foi obtido o peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça (RC), pH, as medidas de AOL e EGS, escores visuais de acabamento, distribuição de gordura e marmoreio, o comprimento de carcaça e profundidade de tórax, peso do fígado e gordura perirrenal e os componentes de cor (L\*, a\*, b\*). Amostras do músculo *longissimus* foram analisadas quanto ao teor de extrato etéreo (EE), força de cisalhamento (FC), perdas por cozimento, perdas por exsudação e cor (L\*, a\*, b\*) após zero e sete dias de maturação. Vacas AN pariram bezerros mais pesados que vacas Nelore (34,0 vs. 31,5 kg; P=0,015) e a progênie de touros Braford apresentou maior peso ao nascimento que a progênie de touros Caracu (33,5 vs. 31,0 kg; P=0,043). Maiores pesos a desmama foram observados nos filhos de vacas AN e CN em relação aos de vacas Nelore (228 e 225 vs. 208 kg; P=0,0005 e P=0,0017). Maior ganho de peso médio diário (GMD) durante a recria foi verificado nos filhos de vacas Nelore em comparação aos de vacas CN (0,596 vs. 0,549 kg/dia; P=0,010), entretanto não houve efeito dos grupos genéticos maternos e paternos no peso ao final da recria (P>0,05). Filhos de vacas Nelore apresentaram maiores medidas de EGS e EGP ao final da recria em relação aos filhos de vacas CN (4,02 e 5,66 vs. 3,13 e 5,17 mm; P=0,024 e P=0,005). Foram observadas maiores medidas de AOL na progênie de touros Caracu em relação à de touros Braford (70,67 vs. 65,26 cm<sup>2</sup>; P=0,015), que apresentou maior EGP que a progênie de touros Canchim ao final da recria (5,65 vs. 4,42 mm; P=0,044). Não foram observados efeitos dos grupos maternos e paternos no peso final em confinamento e nos índices de eficiência alimentar (P>0,05). Filhos de vacas AN foram superiores quanto às medidas finais de EGS na terminação em relação aos filhos de vacas CN (9,11 vs. 7,36 mm; P=0,007) e a progênie de touros Braford foi superior quanto à medida final de EGP em relação à progênie de touros Canchim (11,30 vs. 9,08 mm; P=0,050). Maior RC foi observado nos filhos de vacas Nelore em relação aos de vacas CN (53,46 vs. 52,59%; P=0,037). A progênie de touros Canchim apresentou maior PCQ (302 vs. 287 kg; P=0,027) e RC (53,79 vs. 52,29%; P=0,010) que a de touros Caracu. Maiores escores visuais de acabamento (3,6 vs. 3,3; P=0,038), distribuição de gordura (2,5 vs. 2,2; P=0,003) e marmoreio (9,0 vs. 7,7; P=0,035) foram verificados em filhos de vacas AN em relação aos de vacas CN. A progênie de touros Braford apresentou maior EGS (9,43 vs. 7,40 e 7,69 mm; P=0,030 e P=0,050) e melhor distribuição de gordura na carcaça (2,6 vs. 2,3 e 2,2; P=0,008 e P=0,0008) que as progênies dos touros Canchim e Caracu, não havendo diferenças na AOL (P>0,05). Maiores valores de EE foram obtidos nas amostras do músculo *longissimus* de filhos de vacas

AN e Nelore em relação aos filhos de vacas CN (2,14 e 2,15 vs. 1,77%;  $P=0,050$  e  $P=0,046$ ). Maiores valores de FC foram observados nas amostras não maturadas obtidas de filhos de vacas Nelore em comparação às obtidas de filhos de vacas AN e CN (8,01 vs. 6,87 e 6,51 kg;  $P=0,042$  e  $P=0,003$ ). Não foram observados efeitos das raças paternas nos valores de EE e FC ( $P>0,05$ ). Filhos de matrizes cruzadas apresentam melhor desempenho até desmama, porém isto não se mantém nas fases de recria e terminação. A utilização de matrizes Nelore resulta em animais com maior rendimento de carcaça e com carne não maturada menos macia, contudo, o processo de maturação por sete dias é suficiente para desfazer esta diferença. O uso de matrizes AN permite maiores níveis de acabamento e distribuição de gordura na carcaça, e maior marmoreio na carne em relação aos animais oriundos de vacas CN. A utilização de touros Braford produz resultados semelhantes às raças Canchim e Caracu quanto ao desempenho nas diferentes fases de criação, entretanto gera animais com maior acabamento de gordura ao final da terminação. Raças paternas compostas geram melhores resultados que a raça Caracu, pois touros Canchim produzem animais com carcaças mais pesadas e de maior rendimento e touros Braford geram animais com melhor deposição de gordura. Entretanto, tal superioridade não ocorre nas características de qualidade da carne.

**Palavras-chave:** *Bos indicus*. *Bos taurus*. Cor. Gordura subcutânea. Maciez. Musculosidade. Peso corporal.

FAVERO, Ricardo. **Crossbred strategies using tropically adapted genetic groups for early steers production.** 2018. 134p. Thesis (Doctor's Degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate sire and dam breed effects on performance and carcass traits of crossbred cattle. Over a two year experiment 173 animals (87 heifers and 86 steers) were evaluated during the rearing period and 123 (60 heifers and 63 steers) were finished in feedlot. Animals were produced from mating Nellore, ½ Nellore + ½ Angus (AN) and ½ Nellore + ½ Caracu (CN) dams with Braford, Charbray and Caracu sires. After weaning, animals were raised grazing *Brachiaria brizantha* cv. Marandu for 12 months and finished feedlot, being slaughtered with  $24.7 \pm 1.4$  months of age and  $554 \pm 60$  kg of body weight. Ultrasound carcass evaluations were performed at rearing and feedlot periods to determine the measurements of ribeye area (REA), backfat thickness (BFT) and rump fat thickness (RFT). At slaughter, hot carcass weight (HCW), carcass dressing percentage (CD), ultimate pH, REA, BFT, carcass backfat, fat distribution, *longissimus* marbling visual scores, carcass length, chest depth, liver and perirenal fat weight and color components (L\*, a\*, b\*) were measured. *Longissimus* samples were analyzed for ether extract (EE), Warner Bratzler shear force (WBSF), cooking and exudation losses and color (L\*, a\*, b\*) after aging for 0 and 7 days. AN calves were heavier at birth than Nellore calves (34.0 vs. 31.5 kg;  $P=0.015$ ) and Braford progeny had a greater birth weight than Caracu progeny (33.5 vs. 31.0 kg;  $P=0.043$ ). Greater weaning weights were observed in the offspring of AN and CN cows compared to Nellore cows (228 and 225 vs. 208 kg;  $P=0.0005$  and  $P=0.0017$ ). The greatest daily average weight gain (ADG) during rearing period was verified in Nellore cows offspring compared to CN cows ( $0.596$  vs.  $0.549$  kg day<sup>-1</sup>;  $P=0.010$ ), however no dam and sire breeds effects were observed in the weight at the end of rearing period ( $P>0.05$ ). Offspring of Nellore cows presented greater BFT and RFT at the end of rearing period in relation to the offspring of CN cows (4.02 and 5.66 vs. 3.13 and 5.17 mm;  $P=0.024$  and  $P=0.005$ ). Greater REA were observed in the progeny of Caracu than Braford bulls (70.67 vs. 65.26 cm<sup>2</sup>;  $P=0.015$ ), which presented greater RFT than Charbray progeny at the end of rearing period (5.65 vs. 4.42 mm;  $P=0.044$ ). No dam and sire breed effects were verified on initial and final weights at feedlot and on feed efficiency traits ( $P>0.05$ ). Offspring of AN cows were superior for final BFT in relation to CN cows offspring (9.11 vs. 7.36 mm;  $P=0.007$ ) and Braford progeny has greater RFT at the end of feedlot compared to Charbray progeny (11.30 vs. 9.08 mm;  $P=0.050$ ). Greater CD was observed in the offspring of Nellore cows compared to those of CN cows (53.46 vs. 52.59%;  $P=0.037$ ). The progeny of Charbray bulls presented greater HCW (302 vs. 287 kg;  $P=0.027$ ) and CD (53.79 vs. 52.29%;  $P=0.010$ ) than that of Caracu bulls. Greater backfat (3.6 vs. 3.3;  $P=0.038$ ), fat distribution (2.5 vs. 2.2;  $P=0.003$ ) and marbling scores (9.0 vs. 7.7;  $P=0.035$ ) were verified in offspring of AN cows compared to CN cows. Braford progeny presented greater BFT (9.43 vs. 7.40 and 7.69 mm;  $P=0.030$  and  $P=0.050$ ) and better fat distribution score (2.6 vs. 2.3 and 2.2;  $P=0.008$  and  $P=0.0008$ ) than the Charbray and Caracu progenies, with no difference in REA ( $P>0.05$ ). Greater EE values were obtained from the *longissimus* muscle samples from the offspring of AN and Nellore cows in relation to offspring of CN cows (2.14 and 2.15 vs. 1.77%;  $P=0.050$  and  $P=0.046$ ). Greater WBSF values were observed in non aged samples obtained from Nellore cows offspring compared to those obtained from AN and CN offspring (8.01 vs. 6.87 and 6.51 kg;  $P=0.042$  and  $P=0.003$ ). No effects of sire breed were observed in EE and WBSF values ( $P>0.05$ ). Offspring of crossbred

cows presents better performance until weaning, but this is not maintained in the rearing and finishing periods. The use of Nellore dams results in animals with greater carcass dressing, but less tender meat when not aged, however, the maturation process for seven days is sufficient to undo this difference. The use of AN dams allows greater levels of carcass backfat, fat distribution and marbling in relation to animals from CN cows. The use of Braford sires produces similar results to Canchim and Caracu sires in terms of performance in the different stages of production system, however generates animals with higher fat thickness at the end of feedlot. Composite sire breeds produce better results than Caracu, since Charbray bulls produces heavier carcass with greater dressing percentage and Braford bulls produces animals with better fat deposition. However, such superiority does not occur in meat quality traits.

**Keywords:** *Bos indicus*. *Bos taurus*. Gbody weight. Color. Muscularity. Subcutaneous fat. Tenderness.

## LISTA DE TABELAS

<b>ARTIGO 1 – Diferentes grupos genéticos aplicados a sistemas tropicais de produção de bovinos de corte visando o abate de animais jovens: desempenho e características de carcaça na recria e terminação.</b>	
<b>Tabela 1 –</b>	Grupos genéticos avaliados no estudo ..... 47
<b>Tabela 2 –</b>	Disponibilidade de forragem, relação folha:colmo, taxas de lotação e composição química do componente foliar observadas na pastagem de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu onde os animais foram recriados, nos dois anos de experimento ..... 50
<b>Tabela 3 –</b>	Ingredientes, composição química e teores de energia da dieta experimental fornecida aos animais no período de confinamento nos dois anos de avaliação ..... 53
<b>Tabela 4 –</b>	Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para as variáveis de desempenho nas fases de cria e recria de acordo com os grupos genéticos maternos e paternos ..... 57
<b>Tabela 5 –</b>	Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para as características de desempenho na fase de recria de acordo com os grupos genéticos dos animais avaliados ..... 58
<b>Tabela 6 –</b>	Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de carcaça aferidas por ultrassonografia ao final da recria de acordo com os grupos genéticos maternos e paternos..... 60
<b>Tabela 7 –</b>	Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para as variáveis de desempenho nas fases de cria e recria, e características de carcaça aferidas por ultrassonografia de acordo com o grupo genético da matriz ..... 61
<b>Tabela 8 –</b>	Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de desempenho no período de terminação em confinamento de acordo com os grupos genéticos maternos e paternos ..... 64

<b>Tabela 9 –</b>	Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia no início e final do período de terminação em confinamento de acordo com os grupos genéticos maternos e paternos.....	66
<b>Tabela 10 –</b>	Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para as variáveis de desempenho em confinamento e características de carcaça aferidas por ultrassonografia de acordo com o grupo genético do touro.....	67
<b>ARTIGO 2 –</b>	<b>Diferentes grupos genéticos aplicados a sistemas tropicais de produção de bovinos de corte visando o abate de animais jovens: características de carcaça e qualidade da carne.</b>	
<b>Tabela 1 –</b>	Grupos genéticos avaliados no estudo .....	89
<b>Tabela 2 –</b>	Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de carcaça de acordo com os grupos genéticos das matrizes e dos touros.....	96
<b>Tabela 3 –</b>	Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para variáveis de qualidade da carne de acordo com o grupo genético das matrizes e dos touros.....	100
<b>Tabela 4 –</b>	Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de carcaça e qualidade de carne de acordo com o grupo genético do touro .....	101

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a*	Componente vermelho-verde
ACAB	Escore de acabamento de gordura na carcaça
AOL	Área do músculo <i>longissimus</i> (área de olho de lombo)
AN	Grupo genético: ½ Angus + ½ Nelore
b*	Componente azul-amarelo
Bf	Braford
CA	Conversão alimentar
Cc	Canchim
CMS	Consumo de matéria seca
CMS % PC	Consumo de matéria seca avaliado em porcentagem do peso corporal
CN	Grupo genético: ½ Caracu + ½ Nelore
COMPcarcaça	Comprimento de carcaça
Cr	Caracu
DEP	Diferença esperada na progênie
DISTRIB	Escore de distribuição de gordura na carcaça
DP	Desvio padrão
EA	Eficiência alimentar bruta
ED	Energia digestível
EE	Extrato etéreo
EGP	Espessura de gordura sobre o músculo <i>Biceps femoris</i>
EGS	Espessura de gordura sobre o músculo <i>longissimus</i>
EM	Energia metabolizável
EPM	Erro padrão da média
FC	Força de cisalhamento
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FÍGADO	Peso de fígado
GMD	Ganho de peso médio diário
GORDperirrenal	Peso de gordura perirrenal
IATF	Inseminação artificial em tempo fixo
L*	Luminosidade
LDA	Lignina em detergente ácido

MAR	Escore de marmoreio no músculo <i>longissimus</i>
MM	Matéria mineral
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
N	Nelore
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NIDA	Nitrogênio insolúvel ligado à fibra em detergente ácido
NIDN	Nitrogênio insolúvel ligado à fibra em detergente neutro
P240	Peso à desmama corrigido para 240 dias de idade
PB	Proteína bruta
PC	Peso corporal
PCOZ	Perdas por cozimento
PCQ	Peso de carcaça quente
PD	Peso à desmama
PEX	Perdas por exsudação
PF	Peso final
pH	Potencial hidrogeniônico
PI	Peso inicial
PIDA	Proteína insolúvel ligada à fibra em detergente ácido
PIDN	Proteína insolúvel ligada à fibra em detergente neutro
PN	Peso ao nascimento
PROF	Profundidade de tórax
PV	Peso vivo
RC	Rendimento de carcaça
RTM	Ração total misturada
UA	Unidade animal

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	19
2.1	PANORAMA ATUAL DO MERCADO BRASILEIRO DE CARNE BOVINA .....	19
2.2	SISTEMA DE PRODUÇÃO DO NOVILHO PRECOCE .....	20
2.3	CRUZAMENTOS EM BOVINOS DE CORTE .....	21
2.4	RAÇAS BOVINAS UTILIZADAS NO PRESENTE ESTUDO .....	27
2.4.1	Nelore .....	27
2.4.2	Angus.....	28
2.4.3	Caracu.....	29
2.4.4	Braford e Canchim .....	30
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	32
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	40
3.1	OBJETIVO GERAL .....	40
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	40
<b>4</b>	<b>ARTIGO 1 – Diferentes grupos genéticos aplicados a sistemas tropicais de produção de bovinos de corte visando o abate de animais jovens: desempenho e características de carcaça na recria e terminação</b> .....	41
	RESUMO .....	42
	ABSTRACT .....	43
	INTRODUÇÃO .....	45
	MATERIAL E MÉTODOS .....	46
	RESULTADOS .....	55
	DISCUSSÃO .....	67
	CONCLUSÕES .....	76
	LITERATURA CITADA .....	77

<b>5</b>	<b>ARTIGO 2 – Diferentes grupos genéticos aplicados a sistemas tropicais de produção de bovinos de corte visando o abate de animais jovens: características de carcaça e qualidade da carne .....</b>	<b>83</b>
	RESUMO .....	84
	ABSTRACT .....	85
	INTRODUÇÃO .....	87
	MATERIAL E MÉTODOS .....	88
	RESULTADOS .....	93
	DISCUSSÃO .....	102
	CONCLUSÕES .....	110
	LITERATURA CITADA .....	111
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>118</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>120</b>
	ANEXO A – Parecer de aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da Embrapa Gado de Corte .....	120
	ANEXO B – Normas para publicação no periódico Journal of Animal Science .....	121

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017), até o ano de 2020 a expectativa é que a produção brasileira de carne bovina suprirá 24,5% do mercado mundial. Embora o Brasil esteja hoje entre os dois maiores produtores, juntamente com os Estados Unidos, e seja o maior exportador mundial de carne bovina, ainda apresenta baixos índices produtivos e é reconhecido por exportar carne de baixa qualidade. Neste contexto, é de suma importância a busca por sistemas de produção mais eficientes, sustentáveis tanto ambiental quanto economicamente, e que forneçam carne de boa qualidade para os mercados interno e externo.

A produção do novilho precoce consiste em um dos principais alicerces para o incremento da produtividade e qualidade da pecuária brasileira, por meio da redução do ciclo de produção e aumento da eficiência biológica. Isto permite a produção de maior quantidade de carne por área explorada, o que acarreta na diminuição da emissão de gás metano por quilograma de carne produzida, contribuindo para a sustentabilidade ambiental da atividade. Além disso, a possibilidade de investimento na produção de carne de maior valor agregado permite a exploração de nichos de mercado mais exigentes e que remuneram melhor, contribuindo assim para o incremento da lucratividade do sistema produtivo.

Para que se possa atender a essas demandas é importante o desenvolvimento de estratégias que envolvam desde a escolha do material genético até a adequação do manejo nutricional e sanitário, de acordo com os objetivos pretendidos, visando à padronização da oferta de matéria-prima às indústrias, principalmente quanto ao peso, rendimento e grau de acabamento (LUCHIARI FILHO, 2006).

Com relação à escolha do material genético a ser trabalhado, a utilização de cruzamentos entre raças taurinas e zebuínas vem sendo bastante difundida no país. As diferenças no mérito genético entre *Bos indicus* e *Bos taurus* podem ser empregadas para incrementar a produtividade do sistema, por meio da heterose e da complementaridade entre as raças, aliando o maior potencial de crescimento, acabamento de carcaça e qualidade da carne dos animais taurinos com a adaptabilidade ao clima tropical e resistência a doenças dos animais zebuínos (PEROTTO et al., 2000b; CALEGARE et al., 2009; MAGGIONI et al., 2010; WHEELER et al., 2010).

Em razão do grande número de raças bovinas biologicamente diferentes, é necessário avaliar diferentes estratégias de cruzamento, com o intuito de encontrar grupos

genéticos que melhor se adéquam às condições ambientais e ao sistema precoce de produção, desenvolvendo-se assim, tecnologias apropriadas à realidade brasileira.

Deste modo, tendo em vista a importância da aplicação de cruzamentos para o desenvolvimento da pecuária de corte nacional, este estudo buscou avaliar os efeitos de diferentes grupos genéticos maternos (Nelore,  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore e  $\frac{1}{2}$  Caracu +  $\frac{1}{2}$  Nelore) e paternos (Braford, Canchim e Caracu) adaptados ao clima tropical, no desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos cruzados recriados em pastagem tropical e terminados em confinamento.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PANORAMA ATUAL DO MERCADO BRASILEIRO DE CARNE BOVINA

Atualmente o Brasil ocupa o posto de segundo maior produtor mundial de carne bovina, responsável por 15,4% do total produzido, além de ser o maior exportador do mundo, superando países como a Índia e os Estados Unidos (USDA, 2017). De acordo com a Confederação da Agricultura e Pecuária no Brasil (CNA, 2018) o agronegócio contribuiu com 23,5% do produto interno bruto (PIB) do país no ano de 2017, sendo que 31% deste valor se deve a atividade pecuária (ABIEC, 2017).

No ano de 2017 foram abatidas 25.493.612 de cabeças (MAPA, 2018) e, considerando o rebanho nacional de 218.225.177 de cabeças (IBGE, 2016) é possível verificar uma taxa de abate de 11,7%, valor consideravelmente inferior ao de países como os Estados Unidos da América e Austrália, que apresentam taxas em torno de 25 a 30%. Apesar de possuírem um menor efetivo bovino, a maior taxa de abate está relacionada com a maior eficiência produtiva dos sistemas mais intensificados utilizados nesses países.

O estado de Mato Grosso, que possui o maior rebanho nacional com 30.296.096 de cabeças, apresentou o maior número de cabeças abatidas em 2017, de 4.899.206, representando uma taxa de abate de 19,2%, seguido pelo estado de Mato Grosso do Sul, com 3.661.052 de cabeças abatidas frente a um rebanho de 21.800.990 de cabeças, resultando em uma taxa de abate de 16,8%, ambas superiores a média nacional (MAPA, 2018).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC, 2017) o Brasil produziu 7.032.947 de toneladas de carne *in natura* no ano de 2016, sendo que 84,7% deste total permaneceram no mercado interno e os 15,3% restantes, equivalentes a 1.076.041 toneladas, foram destinados à exportação gerando uma receita de US\$ 4,35 bilhões. Neste ano, o peso médio de carcaça obtido foi de 247,75 kg com rendimento médio de 52,3 a 55,0%, e o consumo *per capita* foi de 35,8 kg.

Com relação ao ano de 2017, foram exportadas 1.210.081 de toneladas de carne *in natura*, valor 11% maior frente ao exportado no ano de 2016, gerando uma receita de US\$ 5,08 bilhões. Dentre os principais países importadores se encontram Hong Kong (20,4%), China (17,7%), Egito (12,1%), Rússia (11,4%), Irã (11,0%), Chile (5,4%), Arábia Saudita (3,4%), Itália (2,1%), Emirados Árabes Unidos (1,7%), Israel (1,5%) e Holanda (1,4%) (ABIEC, 2018).

Entretanto, o Brasil é conhecido por tratar a carne bovina como uma *commodity*, onde o importante é o volume de venda com preço baixo e pequena margem de lucro, e exportar carne “ingrediente”, ou seja, carne de qualidade inferior quando comparado a exportadores de carne *premium* tais como Austrália, Argentina, Estados Unidos da América, Nova Zelândia e Uruguai. Isto se deve à grande variação quanto ao padrão das carcaças comercializadas, o que não é compatível com a qualidade exigida pelos países que melhor remuneram o produto, os quais requerem carcaças uniformes, padronizadas, com bom peso e apropriada quantidade de gordura de acabamento (PARMIGIANI; TORRES, 2009; ARBOITTE et al., 2012).

Assim, para atender às exigências do mercado atual quanto à entrega de carne de qualidade, produzida com maior sustentabilidade ambiental e econômica, é importante a otimização da produção animal. Este processo deve englobar desde a escolha do material genético e utilização de cruzamentos entre raças zebuínas e taurinas, adequando os genótipos aos variados ambientes e sistemas de produção. Integrando também um rigoroso controle sanitário e reprodutivo dos rebanhos, além da utilização de estratégias alimentares que permitam o abate de bovinos jovens, com bons pesos, além de conformação de carcaça e grau de acabamento adequados (PRADO et al., 2002; SAÑUDO et al., 2004; ALBERTÍ et al., 2005; BIANCHINI et al., 2007; PEREIRA et al., 2009; LAGE et al., 2012).

## 2.2 SISTEMA DE PRODUÇÃO DO NOVILHO PRECOCE

O aumento da demanda mundial por carne bovina e das exigências do mercado consumidor quanto à qualidade do produto têm requerido sistemas de produção mais eficientes, sustentáveis tanto ambiental quanto economicamente e que forneçam carne com melhores características físicas e organolépticas. Neste contexto, o sistema precoce de produção vem sendo adotado por atender tais exigências e trazer maior retorno econômico ao produtor por meio do aumento da taxa de desfrute do rebanho, maior giro de capital e das bonificações pagas na arroba produzida conforme os padrões de qualidade exigidos, através de incentivos fiscais ou alianças mercadológicas.

A cadeia produtiva do novilho precoce tem como objetivo prover maior produtividade e qualidade à pecuária de corte brasileira, se inserindo como uma importante alternativa para a melhoria da carne bovina. No entanto, este sistema exige maiores cuidados e a manutenção de altos índices produtivos durante todo o ciclo, e para isso é necessário aliar

a utilização de animais com bom potencial genético e estratégias alimentares que permitam a expressão deste potencial.

As normas de produção do novilho precoce e os incentivos fiscais oferecidos aos criadores são geralmente estabelecidos por Associações e Secretarias Estaduais de Agricultura. São exigidas as seguintes condições para a classificação dos animais como novilho precoce: peso de carcaça de no mínimo 225 kg para machos castrados e inteiros e 180 kg para fêmeas. Machos castrados e fêmeas devem apresentar no máximo quatro dentes incisivos permanentes (J0, J2 ou J4), ou seja, no máximo 36 meses, e machos inteiros até dois dentes incisivos permanentes (J0 ou J2). Em relação ao grau de acabamento de carcaça, a espessura de gordura subcutânea avaliada sobre o músculo *Longissimus* na região entre a 12ª e 13ª costelas deve estar entre três e dez milímetros, correspondendo às categorias 2, 3 e 4 (Escassa – de 1 a 3 milímetros, Mediana – de 3 a 6 milímetros e Uniforme – de 6 a 10 milímetros) (ABNT, 2006).

Diversas são as alternativas tecnológicas passíveis de utilização para a produção de novilho precoce. Dentre elas se destacam a suplementação do bezerro na fase de cria, procedimento conhecido como *creep feeding*, suplementação dos animais na primeira seca após a desmama e terminação em confinamento ou semi-confinamento na segunda seca, ou ainda também lançar mão de estratégias de suplementação a pasto no segundo período seco (EUCLIDES FILHO, 1995). O emprego de tais alternativas de criação deve ser estudado em função da disponibilidade de recursos forrageiros, da suplementação alimentar a pasto utilizada, da disponibilidade de insumos e custos da dieta a ser fornecida na terminação em confinamento ou semi-confinamento, entre outros (EUCLIDES; MEDEIROS, 2005).

Vale destacar que juntamente com estas estratégias de manejo é importante a utilização de animais geneticamente superiores, que sejam oriundos de seleção e/ou de cruzamentos, permitindo assim a obtenção de bovinos que irão fornecer carcaças com maior peso, melhor conformação muscular e bom grau de acabamento, além de carne mais macia e com adequado teor de marmoreio, características que atendem à demanda de mercados que exigem animais abatidos em idade jovem, mas com peso de carcaça adequado (MAGGIONI et al., 2010).

### 2.3 CRUZAMENTOS EM BOVINOS DE CORTE

O desenvolvimento da bovinocultura de corte brasileira observado nos últimos anos se deve a aplicação de tecnologias que permitiram o incremento dos índices

zootécnicos, a redução do ciclo de produção e a melhoria da carne obtida. Quanto ao sistema de produção e manejo nutricional, é possível citar o desenvolvimento de estratégias de suplementação a pasto e também a intensificação da produção através da terminação de animais em regime de confinamento ou semi-confinamento. Já sob o ponto de vista genético, tais tecnologias consistem na seleção de animais superiores e no cruzamento entre diferentes raças.

No contexto dos cruzamentos, tal estratégia é empregada com o objetivo de aumentar a eficiência da pecuária de corte, melhor direcionando os recursos genéticos disponíveis às condições ambientais presentes, além de permitir a melhoria da qualidade da carne (GREGORY, 1961; CARTWRIGHT, 1970; BIDNER et al., 2009; MAGGIONI et al., 2010; WHEELER et al., 2010; LEMA et al., 2011). Estes fatores são importantes para que o Brasil possa ser inserido em um mercado de maior valor agregado e, conseqüentemente mais competitivo, no qual a qualidade desempenha papel fundamental, seja para os consumidores do mercado interno, quanto para os países importadores.

De acordo com Ferraz e Felício (2010), aproximadamente 80% do gado brasileiro é composto por raças zebuínas, predominantemente a raça Nelore. No entanto, é reconhecido que tais raças apresentam menor produtividade e geram carne de qualidade inferior em comparação às de origem europeia (ROTTA et al., 2009b; GAMA et al., 2013; DINIZ et al., 2016). Assim, é importante explorar as diferenças existentes em relação ao desempenho produtivo, reprodutivo e a composição de carcaça e unir as características desejáveis presentes nas diferentes raças através de cruzamentos (WHEELER et al., 2010).

Segundo Berg e Butterfield (1976), dentre os principais fatores que influenciam a composição de carcaça destacam-se: raça, sexo, idade, manejo nutricional e o peso de abate. Com relação às raças, diferenças podem ser verificadas na curva de crescimento e deposição tecidual, podendo-se distinguir diferentes tipos biológicos que são classificados em função do tamanho à maturidade (ou *frame size*), e quanto ao grau de musculatura e deposição de gordura.

Quanto ao tamanho à maturidade, os bovinos podem ser classificados como de pequeno, médio ou grande porte, e quanto ao grau de musculabilidade em musculatura fina, moderada ou grossa (NRC, 1996). Neste sentido, animais de raças de grande porte e com musculatura grossa possuem taxas de crescimento maiores, contudo depositam gordura em pesos mais elevados, por isso são considerados mais tardios, sendo incluídas nesta categoria as raças taurinas continentais. Por outro lado, raças de pequeno porte e musculatura moderada são mais precoces em depositar gordura, pois apresentam peso a maturidade mais baixo, se

destacando nesta categoria as raças taurinas britânicas (BERG; BUTTERFIELD, 1976; LUCHIARI FILHO, 2000). Os zebuínos se enquadram em uma categoria intermediária, apresentando geralmente tamanho médio e grau de musculatura moderada (SANTOS, 1999).

Não existe uma raça que se destaque em todos os aspectos produtivos relacionados ao desempenho, adaptabilidade ao ambiente e composição de carcaça (BARTON et al., 2006). Neste contexto, é importante explorar a diversidade genética entre as raças quando da concepção de estratégias de cruzamentos, visando combinar as características de cada uma com vista aos objetivos a serem alcançados (CALEGARE et al., 2009).

Sistemas de cruzamentos são utilizados na bovinocultura de corte com o intuito principal de se obter ganhos genéticos através da heterose e complementaridade entre raças, utilizando as diferenças no mérito genético aditivo entre as raças para adequar de forma mais eficiente as características de desempenho e de adaptabilidade ao ambiente, seja ele relacionado ao clima, manejo nutricional ou outros fatores, dando maior flexibilidade ao produtor quanto ao sistema de produção a ser adotado (GREGORY; CUNDIFF 1980).

O termo heterose foi proposto por Shull (1948) e, de acordo com a definição original, refere-se a uma medida relativa à média das linhagens paternas, ou seja, a qualquer desvio da aditividade observada nas populações mestiças, sendo este desvio mais intenso quanto mais afastadas geneticamente forem as raças ou linhagens cruzadas em relação à sua origem. Outros autores referem-se à heterose como aumento do vigor da progênie em relação ao dos pais, quando indivíduos não aparentados são acasalados (LASLEY, 1973; SHERIDAN, 1981).

De acordo com Dickerson (1973), a heterose corresponde às mudanças de desempenho observadas quando linhagens, raças ou grupos genéticos distintos são cruzados, sendo uma consequência do aumento da heterozigose na progênie resultante destes cruzamentos. Este aumento na heterozigose permite a produção de maior número de enzimas, garantindo ao indivíduo mestiço maior “versatilidade bioquímica”, e melhor adaptação de seus mecanismos fisiológicos às condições do ambiente (FALCONER; MACKAY, 1996).

As teorias que buscam explicar as bases genéticas da heterose foram resumidas por Sheridan (1981) e consistem nas teorias da dominância, sobredominância e epistasia. O princípio da dominância descreve que raças ou linhagens puras utilizadas em cruzamentos são homozigotas dominantes para genes favoráveis, sendo estes presentes em diferentes posições cromossômicas (*loci*). Assim, os animais cruzados, por serem heterozigotos, possuem genes favoráveis em um maior número de *loci* que as raças paternas. A teoria da sobredominância aponta a superioridade do heterozigoto sobre qualquer um dos

homozigotos, e a hipótese da epistasia postula que a heterose é um fenômeno resultante de interações não alélicas, ou seja, resulta das interações de genes situados em diferentes posições cromossômicas. No entanto, é importante destacar que não existe apenas uma base genética para a heterose e sim a ação e combinação em diferentes proporções de variados graus de dominância e sobredominância, assim como de várias formas de epistasia (BOWMAN, 1974).

O grau de heterose é diretamente proporcional à diferença das frequências gênicas que afetam determinada característica nas raças utilizadas (GREEN et al., 1999). Portanto, os cruzamentos de animais *Bos indicus* x *Bos taurus* resultam em maior heterose do que os cruzamentos entre animais *Bos indicus* x *Bos indicus* e *Bos taurus* x *Bos taurus* (SYRSTAD, 1985; ROSO; FRIES, 2000).

Gregory et al. (1965) realizaram o primeiro estudo que demonstrou os ganhos advindos da heterose obtida por meio do cruzamento de dois indivíduos puros de raças diferentes. Desde então, diversos estudos têm destacado os benefícios da utilização dos cruzamentos para a pecuária de corte, sendo estes relacionados ao desempenho, composição corporal, adaptabilidade, características reprodutivas, qualidade da carne, entre outros (DICKERSON, 1969; SLANGER et al., 1985; DEROUEN et al., 1992; GREGORY et al., 1994; EUCLIDES FILHO et al., 2001; FACÓ et al. 2002 ; JAEGER et al., 2004; MENEZES et al., 2005; VITTORI et al., 2006; RILEY et al., 2007; PRADO et al., 2008a; PRADO et al., 2008b; CALEGARE et al., 2009; CRUZ et al., 2009; DUCATTI et al., 2009; PEROTTO et al., 2009; LAGE et al., 2012; GAMA et al., 2013; NASSU et al., 2017).

Existem três tipos de heterose: individual, materna e paterna. A heterose individual ou direta consiste na superioridade da progênie cruzada em relação à média dos pais puros, que não pode ser atribuída aos efeitos maternos, paternos ou ligados ao sexo. A heterose materna representa a superioridade da mãe relacionada à sua composição mestiça, proporcionando vantagens ao bezerro, seja no ambiente intrauterino ou na fase pós-natal, devido a melhor habilidade materna e maior produção de leite. A heterose paterna é definida como a superioridade da progênie cruzada devido ao uso de touros cruzados em substituição aos puros (NOTTER, 1987).

Além da heterose, outra vantagem da utilização de cruzamentos são os ganhos obtidos por meio da complementaridade entre as raças, que se refere à vantagem de um animal cruzado sobre outro cruzado ou puro resultante da maneira como duas ou mais características se combinam ou se complementam. O grau de complementaridade depende da extensão das diferenças e da interação entre as raças a serem cruzadas, e os efeitos da

complementaridade são em grande parte, senão inteiramente, livres de efeitos heteróticos, sendo resultantes tanto de componentes genéticos quanto de fatores ambientais (CARTWRIGHT, 1970).

A adaptação tropical foi definida por Burrow et al. (2012) como a capacidade de um animal sobreviver, crescer e se reproduzir na presença dos estressores endêmicos de ambientes tropicais, tais como clima quente e úmido e presença substancial de ectoparasitos. O nível de adaptação dos bovinos ao ambiente disponível é um fator importante para o sucesso da atividade pecuária, pois animais mais adaptados possuem níveis de estresse fisiológico reduzido (PRAYAGA et al., 2009), podendo assim, melhor direcionar os nutrientes ingeridos para os aspectos produtivos, como por exemplo, deposição tecidual e ganho de peso, produção leiteira e reprodução.

Entretanto, sabe-se que animais mais adaptados ao clima tropical têm menor precocidade reprodutiva e apresentam menores taxas de crescimento, além de piores atributos relacionados à qualidade da carne quando comparados aos animais de origem europeia. Assim, o principal aspecto a ser buscado ao explorar a complementaridade entre raças utilizadas em esquemas de cruzamento é unir o desempenho e qualidade de carne superiores observados nos animais *Bos taurus* e a adaptabilidade ao clima tropical presente em animais *Bos indicus* (DICKERSON, 1973; PEROTTO et al., 2000a; VAZ et al., 2002; PRADO et al., 2008c; GAMA et al., 2013; DINIZ et al., 2016). Neste aspecto, esta estratégia se mostra capaz de viabilizar o binômio genótipo-ambiente, o qual constitui fator essencial para o aumento da eficiência de qualquer sistema de produção de bovinos de corte (EUCLIDES FILHO et al., 1999).

No entanto é importante destacar que, apesar das vantagens do uso de cruzamentos, esta ferramenta deve ser aplicada com vista a objetivos bem definidos e o produtor deve possuir toda a estrutura necessária, seja no tocante a mão de obra e instalações, seja quanto à disponibilidade de alimento para suprir as exigências nutricionais de manutenção e ganho dos animais, para que estes alcancem o desempenho esperado (EUCLIDES FILHO; FIGUEIREDO, 2003). Além disso, no caso da utilização de animais *Bos taurus* puros como raça paterna, a utilização da monta natural em regiões de clima tropical pode ser inviabilizada, sendo necessário lançar mão de técnicas reprodutivas como a inseminação artificial, resultando em maior manejo dos animais (ALENCAR; PACKER, 2005).

Com relação a esta limitação na utilização de animais de raças taurinas na estação de monta, outra alternativa seria a utilização de touros de raças taurinas adaptadas ou compostas em sistemas de cruzamento, visando manter alta proporção de sangue taurino para

atender os critérios de desempenho e qualidade de carne, mantendo-se as características de adaptabilidade dos animais produzidos.

Além destes fatores, vale destacar que o cruzamento não substitui e nem dispensa a prática da seleção, pois quanto melhor, do ponto de vista genético, forem os animais a serem cruzados, melhores serão suas progênes. Segundo Trenkle e Willham (1977), tanto a variância genética dentro das raças (variância aditiva) como aquela entre raças (em parte variância não aditiva) são importantes, e por isso a combinação da seleção com os cruzamentos representa a melhor maneira de acelerar a taxa de progresso genético. Neste contexto, é imprescindível que os criadores de raças puras selecionem características de alta herdabilidade para que os produtores comerciais tenham a disposição animais superiores para incluir em seus programas de cruzamento, obtendo ganhos além daqueles advindos da heterose e complementaridade (ALENCAR; PACKER, 2005).

De acordo com EUCLIDES FILHO (1996) existem três sistemas principais de cruzamentos: terminal ou industrial, sendo ele simples ou triplo; contínuo ou absorvente e rotacionado ou alternado. O cruzamento terminal simples envolve apenas duas raças e tem como objetivo a formação de animais mestiços, denominados “F1”, sendo que os machos e fêmeas são encaminhados ao abate não havendo, portanto, formação de gerações subsequentes. Neste tipo de cruzamento os níveis de complementaridade, heterozigose e heterose individual são máximos, no entanto a heterose materna não é explorada (SOUZA JUNIOR, 2011). Com relação ao cruzamento terminal triplo, as matrizes “F1” produzidas no sistema simples são acasaladas com uma terceira raça, diferente das parentais, produzindo machos e fêmeas com 25% de cada uma das raças parentais e 50% da terceira raça. Neste tipo de cruzamento, a heterose materna e individual são aproveitadas plenamente, além de forte utilização da complementaridade entre as raças (MOTA et al., 2010; GOMES et al., 2013). Estes tipos de cruzamento permitem rápidos ajustes às demandas de mercado ou imposições do sistema de produção, graças à flexibilidade na escolha da raça terminal.

Nos cruzamentos terminais, geralmente as raças de origem europeia são utilizadas como raças paternas, por exibir maior ganho de peso e melhores características de carcaça e qualidade da carne, enquanto as zebuínas são utilizadas como raças maternas, por apresentarem melhor adaptabilidade e menores exigências de manutenção (RIBEIRO et al., 2008). Adicionalmente, a utilização de fêmeas mestiças em cruzamentos terminais triplos pode incrementar os índices produtivos na fase de cria, por essas apresentarem alta eficiência reprodutiva e habilidade materna, quando comparadas às fêmeas de raças puras (ALENCAR

et al., 1999; EUCLIDES FILHO et al., 1999), permitindo o aproveitamento da heterose materna conforme destacado anteriormente.

O cruzamento contínuo, também chamado de absorvente, tem o intuito de substituir uma raça ou grupo genético por outro por meio do uso contínuo de um deles em cruzamentos subsequentes (EUCLIDES FILHO, 1996). Por fim, o cruzamento rotacionado ou alternado é aquele em que a raça paterna é alternada a cada geração, podendo ser realizado com duas ou mais raças, sendo que quanto maior o número de raças, menor o mérito aditivo médio das raças envolvidas, maior a retenção de heterose e maior a complexidade do manejo. Neste sistema, devido ao fato das fêmeas de todas as composições produzidas serem aproveitadas na reprodução, pode-se empregar maior pressão de seleção nestas fêmeas ou utilizar sistemas de alta reposição para melhorar a taxa de desfrute do rebanho e reduzir o abate de novilhas com baixo peso de carcaça. Quando se aplica o sistema rotacionado de duas raças, a retenção de heterose média é de 67% bem como a retenção de heterose materna, e quando são utilizadas três raças, a retenção de heterose mantém-se em 86% (SOUZA JUNIOR, 2011).

Devido à grande variabilidade de raças bovinas e suas diferenças biológicas, a técnica de cruzamentos pode ser empregada também para a formação de novas raças, denominadas compostas. De acordo com Barbosa e Alencar (2005), a utilização de populações compostas pode promover um incremento na produtividade e, ao mesmo tempo, manter elevado grau de adaptação ao clima tropical, pelo aproveitamento das diferenças genéticas existentes entre as raças e das vantagens da heterose. Entretanto, os autores destacam que as raças formadoras e a proporção de cada uma na composição final do grupo genético composto devem ser definidas de forma criteriosa. Além disso, deve haver uma base genética ampla e um programa de seleção bem delineado.

Dentre alguns exemplos de raças compostas estão: Braford ( $\frac{5}{8}$  Hereford +  $\frac{3}{8}$  Zebu), Brangus ( $\frac{5}{8}$  Angus +  $\frac{3}{8}$  Zebu), Canchim ( $\frac{5}{8}$  Charolês +  $\frac{3}{8}$  Nelore), Bonsmara ( $\frac{5}{8}$  Afrikaner +  $\frac{3}{16}$  Hereford +  $\frac{3}{16}$  Shorthorn), Purunã ( $\frac{1}{4}$  Charolês +  $\frac{1}{4}$  Caracu +  $\frac{1}{4}$  Aberdeen Angus +  $\frac{1}{4}$  Canchim), Santa Gertrudis ( $\frac{5}{8}$  Shorthorn +  $\frac{3}{8}$  Brahman) e Simbrasil ( $\frac{5}{8}$  Simental +  $\frac{3}{8}$  Zebu).

## 2.4 RAÇAS BOVINAS UTILIZADAS NO PRESENTE ESTUDO

### 2.4.1 Nelore

Oriunda do Ongole indiano, a raça Nelore se adaptou muito bem às

condições brasileiras, sendo amplamente difundida pelo país (PEIXOTO, 2010). Na primeira metade do século XIX foram realizados os primeiros desembarques de animais zebuínos no Brasil, e a primeira aparição do Nelore no país teria ocorrido em 1868 quando um navio, que se destinava à Inglaterra, ancorou em Salvador com um casal de animais dessa raça a bordo. Dez anos depois, Manoel Ubelhart Lemgruber teve contato com a raça Ongole durante uma visita ao zoológico de Hamburgo, na Alemanha, e de lá promoveu a importação de um casal de animais da raça em Outubro de 1878. As duas últimas e significativas importações de reprodutores da raça Nelore aconteceram entre os anos de 1960 e 1962, em que desembarcaram no país grandes genearcas como Kavardi, Golias, Rastã, Checurupadu, Godhavari, Padu e Akasamu que são a base formadora das principais linhagens da raça (ACNB, 2017).

De acordo com Ferraz e Felício (2010), a raça Nelore predomina atualmente no cenário pecuário brasileiro, estimando-se que represente 80% da força produtiva da indústria da carne no país. Algumas características da raça que a torna tão forte no país são a adaptabilidade ao clima tropical, alta resistência a ectoparasitos e doenças, elevada eficiência alimentar, além da capacidade para aproveitamento de forragens de baixa qualidade, boa habilidade materna e facilidade de parto, longevidade produtiva, altas taxas de crescimento e bom rendimento de carcaça (SANTIAGO, 1975; EUCLIDES FILHO, 1996).

Restle et al. (2003) salientaram que o rebanho Nelore brasileiro representa uma fonte genética de grande valor para cruzamentos em virtude do grande número de exemplares disponíveis, dos ganhos advindos da heterose e também da complementaridade desta raça com as de origem européia, sejam britânicas ou continentais.

#### 2.4.2 Angus

A raça Aberdeen Angus é originária de um grupo relacionado às raças mochas locais do Nordeste e Centro da Escócia, em um clima que exigia animais vigorosos, sendo oficialmente reconhecida no ano de 1835 (WILLIANS, 1967; FELIUS, 1985). De acordo com Santiago (1975), criadores da região de Angus e do condado de Aberdeen se empenharam na formação da raça, daí o nome Aberdeen Angus.

Segundo Willians (1967), existem duas variedades da raça que diferem apenas quanto à cor dos pêlos, uma com animais de pelagem negra e outra de pelagem vermelha. Esta última é denominada Red Aberdeen Angus ou simplesmente Red Angus, que

foi especialmente trabalhada nos estados do Texas e Oklahoma nos Estados Unidos da América (FELIUS, 1985).

Quanto às características reprodutivas, esta raça taurina britânica se destaca por apresentar alta fertilidade, baixo peso ao nascimento, o que diminui a ocorrência de distocias, boa habilidade materna, precocidade sexual e longevidade produtiva. Com relação ao desempenho produtivo, demonstra elevadas taxas de crescimento, alto rendimento de carcaça e precocidade na deposição de gordura na carcaça, no entanto, menor peso adulto que animais de raças taurinas continentais, além de pouca capacidade de adaptação à climas quentes (EUCLIDES FILHO, 1996). A carne obtida de animais da raça Angus apresenta elevada maciez e alto grau de marmorização, o que contribui para o sabor e suculência característicos (SANTOS, 1999).

É uma das raças mais indicadas para utilização em esquemas de cruzamento com raças zebuínas visando à produção de animais com qualidade de carne superior e boa adaptação ao clima tropical, graças às vantagens obtidas pela heterose e complementaridade (TORRES et al. 1982). No entanto, com exceção da região Sul do Brasil, os touros não podem ser utilizados em sistemas de monta natural, havendo a necessidade do emprego da técnica de inseminação artificial.

#### 2.4.3 Caracu

As raças taurinas adaptadas ou naturalizadas são aquelas formadas a partir do gado europeu, que, em função de desafios ambientais e do processo de seleção natural pelo qual passaram durante séculos, se tornaram animais que associam algumas características comuns às raças taurinas, como habilidade materna, fertilidade e qualidade de carne, e outras de raças zebuínas, principalmente relacionadas à adaptabilidade ao clima tropical, resistência a ectoparasitos e melhor tolerância a ambientes com restrições alimentares (EUCLIDES FILHO, 1996; ROSA et al., 2013).

Dentre elas estão incluídas a raças chamadas “crioulas”, que foram trazidas da Europa no início da colonização da América do Sul, onde passaram, desde então, por um processo de seleção natural para sobrevivência em clima tropical como, por exemplo, as raças Caracu, Curraleiro, Pantaneiro e Mocha Nacional, e raças formadas na América Central, como a Senepol (Red Poll + N'Dama), ou na África do Sul, como a Bonsmara (Afrikaner + Shorthorn + Hereford) (EUCLIDES FILHO, 1997; CHASE et al., 1998; EUCLIDES FILHO et al., 2002).

A raça Caracu foi formada por cruzamentos entre raças originárias basicamente de dois troncos: o Aquitânico, representado pelas raças Transtagana, Minhota e Alentejana, e o tronco Ibérico, composto pelas raças Barrosã, Arouquesa, Mirandesa e Brava (EL FARO, 1996). Animais da raça Caracu foram trazidos ao Brasil pelos primeiros colonizadores por volta do ano de 1534, inicialmente com o objetivo de serem utilizados para tração e posteriormente foram direcionados para produção de carne e leite (TROVO; DUARTE, 1981; ROTTA et al., 2009a; ABCC, 2018). Esta raça foi amplamente utilizada no Brasil até o início do século XX, porém foi deixada de lado devido à introdução das raças indianas no país, motivo pelo qual chegou a ser ameaçada de extinção (QUEIROZ et al., 2005).

É um gado reconhecido por sua rusticidade, tolerância ao calor, resistência a ectoparasitos, facilidade de parto, habilidade materna e carne de boa qualidade, no entanto possui potencial de crescimento mais baixo que raças taurinas britânicas ou continentais (EUCLIDES FILHO, 1996). Por unir boas características de raças taurinas e zebuínas vem sendo amplamente utilizado em programas de cruzamento industrial, sendo umas das poucas raças taurinas que suportam servir em monta natural no Brasil Central (QUEIROZ et al., 2005).

#### 2.4.4 Braford e Canchim

As raças compostas são formadas a partir de cruzamentos envolvendo duas ou mais raças das subespécies *Bos taurus* e/ou *Bos indicus*, com o objetivo de se agregar, nos produtos compostos, características relacionadas à produtividade e qualidade da carne das raças europeias com a rusticidade e adaptabilidade das raças zebuínas (ROSA et al., 2013).

A raça Braford surgiu na Flórida, Estados Unidos da América, na década de 1960, sendo produto do cruzamento de touros da raça taurina britânica Hereford e matrizes zebuínas da raça Brahman. Foi disseminada na América Latina chegando ao Brasil na década de 1980 por meio da Associação dos Criadores de Hereford e Embrapa Pecuária Sul, tornando-se raça registrada em 1993 (ABHB, 2018).

A proporção racial definida para a formação desta raça composta foi de 5/8 Hereford x 3/8 Brahman, gerando ganhos em função da heterose e complementaridade. O Braford agrega características como precocidade de acabamento, volume de carcaça, qualidade de carne, boa habilidade materna, fertilidade e temperamento dócil herdadas do Hereford; com alto rendimento de carcaça, boa adaptabilidade ao clima tropical e resistência a

ectoparasitos vindos da raça Brahman, possibilitando a obtenção de bons resultados com a utilização de touros em sistema de monta natural (PEIXOTO, 2010).

Já a raça Canchim foi desenvolvida em 1940 na Fazenda de Criação de São Carlos, antiga Fazenda Canchim, localizada no município de São Carlos, estado de São Paulo. Os criadores buscavam obter a proporção ideal do cruzamento de touros da raça taurina continental Charolês com fêmeas zebuínas (Indubrasil, Nelore e Guzerá), o que resultou na obtenção do mestiço  $5/8$  Charolês +  $3/8$  Zebu, que mais tarde viria a ser denominado Canchim (VIANNA et al., 1978; BARBOSA et al., 2004).

Esta raça foi desenvolvida objetivando-se produzir animais com altas taxas de crescimento, elevado peso de abate e rendimento de carcaça e, ao mesmo tempo, boa adaptabilidade ao clima tropical, mais precisamente às condições climáticas presentes no Brasil Central, além de resistência a ectoparasitos (ALENCAR, 1994; BARBOSA et al., 2004). Estes resultados foram possíveis graças aos ganhos oriundos da heterose e complementaridade devido ao cruzamento de touros da raça Charolesa com matrizes zebuínas (ALENCAR, 1988).

Touros da raça Canchim podem ser utilizados em sistemas de monta natural, principalmente em sistemas de cruzamento terminal com vacas Nelore ou matrizes mestiças, por originar animais com bom desenvolvimento ponderal e conformação muscular, alto peso e rendimento de carcaça, mantendo as características de adaptabilidade e rusticidade (SOUZA JUNIOR, 2011).

## REFERÊNCIAS

- ALBERTÍ, P.; RIPOLL, G.; GOYACHE, F.; LAHOZ, F.; OLLETA, J.L.; PANEA, B.; SAÑUDO, C. Carcass characterization of seven Spanish beef breeds slaughtered at two commercial weights. **Meat Science**, v. 71, p. 514–521, 2005.
- ALENCAR, M.M. **Bovino – Raça Canchim: origem e desenvolvimento**. Brasília: EMBRAPA – DPU, 1988. 102p. (EMBRAPA – DPU. Documentos, 4).
- ALENCAR, M.M. **Utilização do touro Canchim em cruzamento comercial**. São Carlos: EMBRAPA-CPPSE, 1994. 20p. (EMBRAPA-CPPSE. Documentos, 24).
- ALENCAR, M.M.; OLIVEIRA, J.A.L.; ALMEIDA, M.A. Idade ao Primeiro Parto, Peso ao Parto e Desempenho Produtivo de Vacas Nelores e Cruzadas Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.681-686, 1999.
- ALENCAR, M.M.; PACKER, I.U. Competitividade depende do cruzamento de raças . **Visão Agrícola**, n.3, p. 11-13, 2005.
- ARBOITTE, M.Z.; BRONDANI, I.L.; RESTLE, J.; SILVA, L.F.; PEREIRA, L.B.; SANTOS, C.G. Carcass characteristics of small and medium-frame Aberdeen angus young steers. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.34, p.49-56, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE - ABIEC. **Estatísticas: Balanço da Pecuária 2016. Brazilian Beef Perfil**. 2016. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/download/Anual-jan-dez-2016.pdf>> Acesso em: 06 de Janeiro de 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE - ABIEC. **Estatísticas: Balanço da Pecuária 2017. Brazilian Beef Perfil**. 2017. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/download/Anual-jan-dez-2017.pdf>> Acesso em: 06 de Janeiro de 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CARACU - ABCC. Disponível em: <<http://www.abccaracu.com.br>>. Acesso em: 07 de Janeiro de 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE HEREFORD E BRAFORD - ABHB. Disponível em: <<http://www.hereford.com.br/>>. Acesso em: 05 de Janeiro de 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15477 - Novilho precoce – requisitos**. 2p. 2006.
- ASSOCIAÇÃO DOS CRIADORES DE NELORE DO BRASIL - ACNB. Disponível em: <<http://www.nelore.org.br>> Acesso em: 20 de Dezembro de 2017.
- BARBOSA, P.F. **Circular Técnica: A raça Canchim em cruzamentos para produção de carne bovina**. Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, 2004.

BARBOSA, P.F.; ALENCAR, M.M. Formação de populações compostas em bovinos de corte; Curso de Melhoramento de Gado de Corte do CNPGC – In: XIII GENEPLUS; 2005; Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, XIII GENEPLUS.

BARTOŇ, L.; ŘEHÁK, D.; TESLÍK, V.; BUREŠ, D.; ZHRÁDKOVÁ, R. Effect of breed on growth performance and carcass composition of Aberdeen Angus, Charolais, Hereford and Simmental bulls **Czech Journal of Animal Science**, v.51, p.47-53, 2006.

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

BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A.C.; JORGE, A.M.; ARRIGONI, M.B.; MARTINS, C.L.; RODRIGUES, E.; HADLICH, J.C.; ANDRIGUETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.2109-2177, 2007.

BIDNER, T.D.; HUMES, P.E.; WYATT, W.E.; FRANKE, D.E.; PERSICA, W.A.; GENTRY, G.T.; BLOUIN, D.C. Influence of Angus and Belgian Blue bulls mated to Hereford x Brahman cows on growth, carcass traits, and longissimus steak shear force. **Journal of Animal Science**, v.87, p.1167-1173, 2009.

BOWMAN, J.C. **An Introduction to Animal Breeding**. Edward Arnold (Publishers) Ltd. London. 1974.

BURROW, H.M. Importance of adaptation and genotype x environment interactions in tropical beef breeding systems. **Animal**, v.6, p.729-740, 2012.

CALEGARE, L.; ALENCAR, M.M.; PACKER, I.U.; LEME, P.R.; FERRELL, C.L.; LANNA, D.P.D. Pre-weaning performance and body composition of calves from straightbred Nellore and *Bos taurus* x Nellore crosses. **Journal of Animal Science**, v.87, p.1814-1820, 2009.

CARTWRIGHT, T.C. Selection criteria for beef cattle for the future. Beef Cattle Session of the 61st Annual Meeting of the American Society of Animal Science, Purdue University, 1970.

CHASE JUNIOR, C.C.; OLSON, T.A.; HAMMOND, A.C.; MENCHACA, M.A.; WEST, R.L.; JOHNSON, D.D.; BUTTS JUNIOR, W.T. Pre-weaning growth traits for Senepol, Hereford, and reciprocal crossbred calves and feedlot performance and carcass characteristics of steers. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 12, p. 2967-2975, 1998.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL - CNA. **Balanco 2017 e Perspectivas 2018**. Disponível em: <[http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/balanco\\_2017\\_perspectivas2018\\_web.pdf](http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/balanco_2017_perspectivas2018_web.pdf)>. Acesso em: 20 de Janeiro de 2018.

CRUZ, G.M., RODRIGUES, A.A., TULLIO, R.R., ALENCAR, M.M., ALLEONI, G.F., OLIVEIRA, G.P. Desempenho de bezerros da raça Nelore e cruzados desmamados recebendo concentrado em pastagem adubada de *Cynodon dactylon* cv. *Coastcross*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.139-148, 2009.

DEROUEN, S.M.; FRANKE, D.E.; BIDNER, T.D.; BLOUIN, D.C. 1992. Two- three-, and fourbreed rotational crossbreeding of beef cattle: carcass traits. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3665-3676, 1992.

DICKERSON, G.E. Experimental approaches in utilizing breed resources. **Animal Breeding Abstracts**, v.37, p.191-202, 1969.

DICKERSON, G.E. Inbreeding and heterosis in animals. In L. V. Cundiff (Ed.), *Animal Breeding and Genetics Symposium*, Champaign, IL: **Proceedings...** American Society of Animal Science and Dairy Science, 1973.

DINIZ, F.B.; VILLELA, S.D.J.; MOURTHÉ, H.F.; PAULINO, V.R.; BOARI, C.A.; RIBEIRO, J.S.; BARROSO, J.A.; PIRES, A.V.; MARTINS, P.G.M.A. Evaluation of carcass traits and meat characteristics of Guzerat-crossbred bulls. **Meat Science**, v.112, p.58-62, 2016.

DUCATTI, T.; PRADO, I.N.; ROTTA, P.P.; PRADO, R.M.; PEROTTO, D.; VISENTAINER, J.V. Chemical composition and fatty acid profile in crossbred (*Bos taurus* vs. *Bos indicus*) young bulls finished in feedlot. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.22, p.433-439, 2009.

EL FARO, L. **Estudo da curva de lactação de um rebanho da raça Caracu**. 1996. 190P. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

EUCLIDES FILHO, K. **Produção de novilho precoce e seu efeito na produtividade do sistema**. CNPGC Divulga n. 4, 1995. 3p.

EUCLIDES FILHO, K. **Cruzamento em Gado de Corte**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa Gado de Corte – Brasília: EMBRAPA – SPI, (Coleção Criar: 1), 1996. 68p.

EUCLIDES FILHO, K. **O Melhoramento Genético e os Cruzamentos em Bovinos de Corte**. Documento n. 63, CNPGC, 1997.

EUCLIDES FILHO, K. FIGUEIREDO, G.R.; ALVES, R.G.O. SILVA, L.O.C. Efeitos Genéticos Aditivos Direto e Materno sobre o Peso à Desmama em Animais Mestiços Europeu-Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.275-278, 1999.

EUCLIDES FILHO, K.; FEIJÓ, G.L.D.; FIGUEIREDO, G.R.; EUCLIDES, V.P.B.; SILVA, L.O.C.; CUSINATO, C.Q. Efeito da idade à castração e de grupos genéticos sobre o desempenho em confinamento e características de carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.71-76, 2001.

EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G.R.; EUCLIDES, V.P.B.; SILVA, L.O.C.; CUSINATO, V.R. Eficiência bionutricional de animais da raça Nelore e seus mestiços com Caracu, Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.331-334, 2002.

EUCLIDES FILHO, K.; FIGUEIREDO, G. R. Retrospectiva e perspectivas de cruzamentos no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CRUZAMENTO DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2003, Londrina-PR. **Anais...** Londrina: Iapar, 2003.

EUCLIDES, V.P.B.; MEDEIROS, S.R. Suplementação animal em pastagens e seu impacto na utilização da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 22, 2005, Piracicaba-SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ. 33-70, 2005.

FACÓ, O.; LÔBO, R.N.B.; FILHO, R.M.; MOURA, A.A.A Análise do desempenho produtivo de diversos grupos genéticos Holandês x Gir no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1944-1952, 2002.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. Introduction to quantitative genetics. 4 th ed. New York. Longman, 1996. 464p.

FELIUS, M. **Genus Bos**: cattle breeds of the world. [S.l.]: MSD AGVET, 1985. p.4-5.

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

GAMA, L.T.; BRESSAN, M.C.; RODRIGUES, E.C.; ROSSATO, L.V.; MOREIRA, O.C.; ALVES, S.P.; BESSA, R.J.B. Heterosis for meat quality and fatty acid profiles in crosses among Bos indicus and Bos taurus finished on pasture or grain. **Meat Science**, v.93, p.98-104, 2013.

GOMES, F.J.; TORRES JUNIOR, R.A.A. MENEZES, G.R.O.; MEDEIROS, S.R.; BATTISTELLI, J.V.F.; REGGIORI, M.R. Alternativas de raças como terminais para cruzamento triplo em sistemas intensificados. In: X Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal Uberaba-MG. **Anais...**, Uberaba, 2013.

GREEN, R.D.; FIELD, T.G.; HAMMETT, N.S.; RIPLEY, B.M.; DOYLE, S.D. Can cow adaptability and carcass acceptability both achieved? In: Symposium: American Society of Animal Science. 1999, Indianapolis. **Proceedings...**, Indianapolis, 1999.

GREGORY, K.E.; SWIGER, L.A.; KOCH, R.M.; SUMPTION, L.J.; ROWDEN, W.W.; INGALLS J.E. Heterosis in preweaning traits of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.24, p.21-28, 1965.

GREGORY, K.E.; CUNDIFF, L.V. Crossbreeding in beef cattle: evaluation of systems. **Journal of Animal Science**, v.51, p.1224-1242, 1980.

GREGORY, K.E.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R.M.; DIKEMAN, M.E.; KOOHMARAIE, M. Breed effects, retained heterosis, and estimates of genetic and phenotypic parameters for carcass and meat traits of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.72, p.1174-1183, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção da Pecuária Municipal**. Volume 44, 2016, Brasil. ISSN 0101-4234. Produção da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro, v.44, p.1-53, 2016.

JAEGER, S.M.P.L.; DUTRA, A.R.; PEREIRA, J.C.; OLIVEIRA, I.S.C. Características da carcaça de bovinos de quatro grupos genéticos submetidos a dietas com ou sem adição de gordura protegida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1876-1887, 2004.

LAGE, J.F.; PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SOUZA, E.J.O.; DUARTE, M.S.; BENEDETI, P.D.B.; SOUZA N.K.P.; COX, R.B. Influence of genetic type and level of concentrate in the finishing diet on carcass and meat quality traits in beef heifers. **Meat Science**, v. 90, p.770-774, 2012.

LASLEY, J.F., SIBBIT, B.; LANGFORD, L.; COMFORT, J.E.; DYER, A.J.; KRAUSE, G.F.; HEDRICK, H.B. Growth traits in straightbred and reciprocally crossed Angus, Hereford and Charolais steers. **Journal of Animal Science**, v.36, p.1044-1056, 1973.

LEMA, O.M.; GIMENO, D.; DIONELLO, N.J.L.; NAVAJAS, E.A. Pre-weaning performance of Hereford, Angus, Salers and Nelore crossbred calves: Individual and maternal additive and non-additive effects **Livestock Science**, v.142, p.288-297, 2011.

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

LUCHIARI FILHO, A. Produção de carne bovina no Brasil, qualidade, quantidade ou ambas? In: SIMBOI. Simpósio sobre Desafios e Novas Tecnologias na Bovinocultura de Corte, 2, 2006, Brasília-DF. **Anais...** Brasília, DF: SIMBOI, 2006.

MAGGIONI, D.; MARQUES, J.A.; ROTTA, P.P.; PEROTTO, D.; DUCATTI, T.; VISENTAINER, J.V.; PRADO, I.N. Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. **Livestock Science**, v.127, p.176-182, 2010.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. SISTEMA DE INFORMAÇÕES GERENCIAIS DO SIF – SIGSIF. **Qualidade de abate estadual por ano/espécie**. 2018. Disponível em: <[http://sigsif.agricultura.gov.br/sigsif\\_cons/ap\\_abate\\_esta\\_duais\\_cons?p\\_select=SIM](http://sigsif.agricultura.gov.br/sigsif_cons/ap_abate_esta_duais_cons?p_select=SIM)>. Acesso em: 08 de Janeiro de 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. Disponível em: [http://www.srb.org.br/noticias/article.php?article\\_id=3320](http://www.srb.org.br/noticias/article.php?article_id=3320). Acesso em: 17 de Dezembro de 2017.

MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; FILHO, D.C.A.; 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, p.934-945, 2005.

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

NASSU, R.T.; TULLIO, R.R.; BERNDT, A.; FRANCISCO, V.C.; DIESEL, T.A. ALENCAR, M.M. Effect of the genetic group, production system and sex on the meat quality and sensory traits of beef from crossbred animals. **Tropical Animal Health and Production**, v.49, p.289-1294, 2017.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7. Revised Ed., Washington: National Academy Press. 1996. 242p.

NOTTER, D.R. The crossbred sire: theory. **Journal Animal Science**, v.65, p.99-109, 1987.

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

PEIXOTO, A.M. **Raças de bovinos de corte que interessam ao Brasil**. In: PIRES, A.V. Bovinocultura de corte. Piracicaba: FEALQ, 2010. p.55-73, cap.4, V. II.

PEREIRA, P. M.R.C.; PINTO, M.F.; ABREU, U.G.P.; LARA, J.A.F. Características de carcaça e qualidade de carne de novilhos superprecoces de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1520-1527, 2009.

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, p.2019-2029, Suplemento 1, 2000a.

PEROTTO, D.; CUBAS, A.C.; MOLETTA, J.L.; LESSKIU, C. Heterose sobre os pesos de bovinos Canchim e aberdeen angus e de seus cruzamentos recíprocos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.2511-2520, 2000b.

PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J.J.S.; MOLETTA, J.L.; PAULA, M.C.; KUSS, F. Physical composition, primary cuts and meat cuts of carcasses from Zebu and *Bos taurus* x *Bos indicus* crossbred cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1712-1718, 2009.

PRADO, I.N.; MOREIRA, F.B.; CECATO, U.; SOUZA, N.E. de; WADA, F.Y.; NASCIMENTO, W.G. Desempenho de bovinos em crescimento e terminação mantidos em pastagem durante o período das águas e suplementados com sal proteinado. **Acta Scientiarum**, v.24, p.1059-1064, 2002.

PRADO, I.N.; ARICETTI, J.A.; ROTTA, P.P.; PRADO, R.M.; PEROTTO, D.; VISENTAINER, J.V.; MATSUSHITA, M. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of bulls (*Bos taurus indicus* vs. *Bos taurus taurus*) finished in pasture systems. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.21, p.1449-1457, 2008a.

PRADO, I.N.; PRADO, R.M.; ROTTA, P.P.; VISENTAINER, J.V.; MOLETTA, J.L.; PEROTTO, D. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of crossbred bulls (*Bos taurus indicus* vs *Bos taurus taurus*) finished in feedlot. **Journal of Animal and Feed Sciences**, v.17, p.295-306, 2008b.

PRADO, I.N.; ROTTA, P.P.; PRADO, R.M.; VISENTAINER, J.V.; MOLETTA, J.L.; PEROTTO, D. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Purunã and ½ Puruna vs. ½ Canchin bulls. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.21, p.1296- 1302, 2008c.

PRAYAGA, K.C.; CORBET, N.J.; JOHNSTON, D.J.; WOLCOT, M.L.; FORDYCE, G.; BURROW, H.M. Genetics of adaptive traits in heifers and their relationship to growth,

pubertal and carcass traits in two tropical beef cattle genotypes **Animal Production Science**, v.49, p.413–425, 2009.

QUEIROZ, S.A.; PELICIONI, L.C.; SILVA, B.F.; SESANA, J.C.; MARTINS, M.I.E.G.; SANCHES, A. Índices de seleção para um rebanho Caracu de duplo propósito. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.827-837, 2005.

RESTLE, J.; VAZ, F.N.; PACHECO, P.S. Uso de animais zebuínos em cruzamentos de bovinos de corte no Sul do Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE CRUZAMENTOS DE BOVINOS DE CORTE 1, Londrina, 2003. **Anais...** Londrina: Iapar, 2003.

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

RILEY, D.G.; CHASE JR., C.C.; COLEMAN, S.W.; OLSON, T.A. Evaluation of birth and weaning traits of Romosinuano calves as purebreds and crosses with Brahman and Angus. **Journal of Animal Science**, v.85, p.289-298, 2007.

ROSA, A.N.; MARTINS, E.N.; MENEZES, G.R.O.; SILVA, L.O.C. Melhoramento genético aplicado em gado de corte: Programa Geneplus-Embrapa. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 256p.

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.

ROTTA, P.P.; PRADO, I.N.; PRADO, R.M.; MOLETTA, J.L.; SILVA, R.R.; PEROTTO, D. Carcass Characteristics and Chemical Composition of the *Longissimus* Muscle of Nellore, Caracu and Holstein-friesian Bulls Finished in a Feedlot. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.22, p.598-604, 2009a.

ROTTA, P.P.; PRADO, R.M.; PRADO, I.N.; VALERO, M.V.; VISENTAINER, J.V.; SILVA, R.R. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: A review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.22, p.1718-1734, 2009b.

SANTIAGO, A.A. **Os cruzamentos na pecuária bovina**. [S.I.]: IZ, 1975. p.268-271.

SANTOS, R. **Os cruzamentos na pecuária moderna**. [S.I.]: Agropecuária Tropical, 1999.

SAÑUDO, D.; MACIE, E.S.; OLLETA, J.L.; VILLARROEL, M.; PANEA, B.; ALBERTÍ, P. The effects of slaughter weight, breed type and ageing time on beef meat quality using two different texture devices. **Meat Science**, v.66, p.925-932, 2004.

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

SHULL, G.H. What is “heterosis”? **Genetics**, v.33, p.439-446, 1948.

SLANGER, W.D.; MARCHE, M.J.; DANIELSON, R.B.; HAUGSE, C.N.; JOHNSON, V.K.; VIDAL, A.S. Muscle tenderness, other carcass traits and the effect of crossbreeding on these traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.61, p.1402-1410, 1985.

SOUZA JÚNIOR, M.D. **Alternativas de raças maternas e terminais na produção de novilhos cruzados em sistema superprecoce**. Dissertação (Mestrado). 77p. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2011.

SYRSTAD, O. Heterosis in Bos taurus x Bos indicus crosses. **Livestock Production Science**, v.12, p.299-307, 1985.

TORRES, A.P. **Manual de Zootecnia**. São Paulo, Agronômica Ceres, 2ª ed. 1982. 303p.

TRENKLE, A.; WILLHAM, R.L. Beef production efficiency. **Science**, v.198, p.1009-1014, 1977.

TROVO, J.B.F.; DUARTE, F.A.M. Levantamento de núcleos de criação de bovinos da raça Caracu no Brasil. **Zootecnia**, v.19, p.245-263, 1981

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. Disponível em: <<http://usda01.library.cornell.edu/usda/current/livestock-poultry-ma/livestock-poultryma>>. Acesso em: 06 de Janeiro de 2018.

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

VIANNA, A.T.; GOMES, F.P.; SANTIAGO, M. Formação do Gado Canchim pelo Cruzamento Charolês-Zebu: trabalho realizado na Fazenda de Criação de São Carlos, SP. 2.ed. São Paulo: **Nobel**, 1978. 193p.

VITTORI, A.; QUEIROZ, A.C.; RESENDE, F.D.; GESUALDI JUNIOR, A.; ALLEONI, G.F.; RAZOOK, A G.; FIGUEIREDO, L.A.; GESUALDI, A.C.L.S. Características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos, castrados e não castrados, em fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2085-2092, 2006.

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

WILLIAMS, D.W. **Produção de gado de corte no sul dos EUA**, USAID, p.86-87, 1967, 447p.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar os efeitos de diferentes grupos genéticos maternos (Nelore,  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore e  $\frac{1}{2}$  Caracu +  $\frac{1}{2}$  Nelore) e paternos (Braford, Canchim e Caracu), adaptados ao clima tropical, no desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos cruzados recriados em pastagem tropical e terminados em confinamento.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o desempenho de bovinos provenientes do cruzamento de matrizes Nelore,  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore e  $\frac{1}{2}$  Caracu +  $\frac{1}{2}$  Nelore com touros Braford, Canchim e Caracu nas fases de cria, recria e terminação.
- Avaliar as características de carcaça por ultrassonografia de bovinos provenientes do cruzamento de matrizes Nelore,  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore e  $\frac{1}{2}$  Caracu +  $\frac{1}{2}$  Nelore com touros Braford, Canchim e Caracu nas fases de recria e terminação.
- Avaliar as características de carcaça após o abate e a qualidade da carne de bovinos provenientes do cruzamento de matrizes Nelore,  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore e  $\frac{1}{2}$  Caracu +  $\frac{1}{2}$  Nelore com touros Braford, Canchim e Caracu.

#### **4 ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO**

**Artigo 1 – Diferentes grupos genéticos aplicados a sistemas tropicais de produção de bovinos de corte visando o abate de animais jovens: desempenho e características de carcaça na recria e terminação<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Artigo científico escrito com base nas normas para publicação do periódico Journal of Animal Science (ANEXO B), exceto o idioma, que está em português.

1 **Diferentes grupos genéticos aplicados a sistemas tropicais de produção de bovinos de**  
2 **corte visando o abate de animais jovens: desempenho e características de carcaça na**  
3 **recria e terminação**

4 **Resumo**

5 Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes grupos genéticos maternos e paternos no  
6 desempenho e nas características de carcaça de bovinos cruzados produzidos em ambiente  
7 tropical. Durante dois anos de experimento foram avaliados 173 animais (87 fêmeas e 86  
8 machos castrados) nos períodos de cria e recria, e destes, 123 (60 fêmeas e 63 machos  
9 castrados) foram terminados em confinamento. Os animais foram oriundos da inseminação de  
10 matrizes Nelore,  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore (AN) e  $\frac{1}{2}$  Caracu +  $\frac{1}{2}$  Nelore (CN) com touros  
11 Braford, Canchim e Caracu. Após a desmama, os animais foram mantidos em pastagem de  
12 *Brachiaria brizantha* cv. Marandu por 12 meses, recebendo suplementação proteica na época  
13 seca e mineral na fase das águas, sendo pesados a cada 56 dias. Após este período, foram  
14 alojados em baias individuais e receberam dieta contendo 11,6 g/kg MS de proteína bruta e  
15 73,7 g/kg MS de nutrientes digestíveis totais por cerca de 90 dias, sendo pesados a cada 28  
16 dias. Avaliações de carcaça por ultrassonografia foram realizadas para determinação das  
17 medidas de área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea sobre o lombo  
18 (EGS) e sobre a picanha (EGP). Vacas AN pariram bezerros mais pesados que vacas Nelore  
19 ( $P=0,015$ ), e a progênie de touros Braford apresentou maior peso ao nascimento que a  
20 progênie de touros Caracu ( $P=0,043$ ). Maiores pesos a desmama foram observados nos filhos  
21 de vacas cruzadas AN e CN em relação aos de vacas Nelore ( $P=0,0005$ ;  $P=0,0017$ ).  
22 Verificou-se maior ganho de peso diário durante a recria nos filhos de vacas Nelore em  
23 comparação aos de vacas CN ( $P=0,010$ ). Não foram observados efeitos dos grupos genéticos  
24 maternos e paternos no peso ao final da recria ( $P>0,05$ ). Filhos de vacas Nelore apresentaram  
25 maiores medidas de EGS ( $P=0,024$ ) e EGP ( $P=0,005$ ) ao final da recria em relação aos filhos

26 de vacas CN. Observou-se maiores medidas de AOL na progênie de touros Caracu em relação  
27 à de touros Braford ( $P=0,015$ ), que apresentou maior EGP que a progênie de touros Canchim  
28 ao final da recria ( $P=0,044$ ). Não foram observados efeitos dos grupos maternos e paternos  
29 nos pesos inicial e final em confinamento e nos índices de eficiência alimentar ( $P>0,05$ ).  
30 Filhos de vacas AN foram superiores quanto às medidas finais de EGS em relação aos filhos  
31 de vacas CN ( $P=0,007$ ), e a progênie de touros Braford foi superior quanto à medida final de  
32 EGP em relação à progênie de touros Canchim ( $P=0,05$ ). A utilização de matrizes cruzadas  
33 permite incremento na produtividade até desmama, porém isto não se mantém nas fases de  
34 recria e terminação. A utilização de touros Braford produz resultados semelhantes às raças  
35 Canchim e Caracu quanto ao desempenho nas diferentes fases de criação, entretanto gera  
36 animais com maior acabamento de gordura ao final da terminação.

37

38 **Palavras-chave:** *Bos indicus*, *Bos taurus*, cruzamentos, ganho de peso, gordura subcutânea  
39 sobre o lombo, raças adaptadas.

40

41 **Different genetic groups applied to tropical systems of beef cattle production aiming to**  
42 **slaughter young animals: performance and carcass traits in rearing period and feedlot**

43

44 **Abstract**

45 The aim of this study was to evaluate sire and dam breed effects on performance and carcass  
46 traits of crossbred cattle produced in a tropical environment. Over a two year experiment, 173  
47 animals (87 heifers and 86 castrated steers) were evaluated during the rearing period and 123  
48 (60 heifers and 63 castrated steers) were finished in feedlot. Animals were produced from  
49 mating Nellore,  $\frac{1}{2}$  Nellore +  $\frac{1}{2}$  Angus (AN) and  $\frac{1}{2}$  Nellore +  $\frac{1}{2}$  Caracu (CN) dams with  
50 Braford, Charbray and Caracu sires. After weaning, animals were raised grazing *Brachiaria*

51 *brizantha* cv. Marandu for 12 months, receiving protein supplementation in dry season and  
52 mineral supplementation in rainy season, being weighed every 56 days. After this period, they  
53 were housed in individual pens and received a diet containing 11.6 g kg DM<sup>-1</sup> of crude protein  
54 and 73.7 g kg DM<sup>-1</sup> of total digestible nutrients for about 90 days, being weighed every 28  
55 days. Ultrasound carcass evaluations were performed to determine the measurements of  
56 ribeye area (REA), backfat thickness (BFT) and rump fat thickness (RFT). AN calves were  
57 heavier at birth than Nelore calves ( $P=0.015$ ), and Braford progeny had a greater birth weight  
58 than Caracu progeny ( $P=0.043$ ). Greater weaning weights were observed in the offspring of  
59 AN and CN cows compared to Nelore cows ( $P=0.0005$ ;  $P=0.0017$ ). Greater average daily  
60 gain during rearing period was verified in the offspring of Nelore cows compared to CN cows  
61 offspring ( $P=0.01$ ). No dam and sire breeds effects were observed in the weight at the end of  
62 rearing period ( $P>0.05$ ). Offspring of Nelore cows presented greater BFT ( $P=0.024$ ), and  
63 RFT ( $P=0.005$ ) at the end of rearing period in relation to the offspring of CN cows. Greater  
64 REA were observed in the progeny of Caracu than Braford bulls ( $P=0.015$ ), which presented  
65 greater RFT than Charbray progeny at the end of rearing period ( $P=0.044$ ). No dam and sire  
66 breed effects were verified on initial and final weights at feedlot and on feed efficiency traits  
67 ( $P>0.05$ ). Offspring of AN cows were superior for final BFT in relation to CN cows offspring  
68 ( $P=0.007$ ) and Braford progeny had greater RFT at the end of feedlot compared to Charbray  
69 progeny ( $P=0.05$ ). The use of crossbred dams allows an increase in productivity until  
70 weaning, but this is not maintained in the rearing and finishing periods. The use of Braford  
71 sires produces similar results to Charbray and Caracu sires on performance in the different  
72 stages of production system, however generates animals with higher fat thickness at the end of  
73 feedlot.

74

75 **Keywords:** adapted breeds, backfat, *Bos indicus*, *Bos taurus*, crossbreeds, weight gain.

## 76 **Introdução**

77           Estimativas apontam que a população mundial crescerá 33% até 2050, atingindo 9,7  
78 bilhões de habitantes (UN, 2013). Com isso, a demanda por alimentos aumentará de forma  
79 significativa nos próximos anos e a carne bovina tem grande importância neste cenário por ser  
80 uma das principais fontes de proteína animal, vitaminas do complexo B e outros nutrientes  
81 para os seres humanos (De Smet e Vossen, 2016). Desta forma, é imprescindível a busca por  
82 sistemas de produção mais eficientes, sustentáveis tanto ambiental quanto economicamente, e  
83 que forneçam carne de qualidade para o mercado consumidor.

84           O sucesso na produção de carne bovina depende dos efeitos dos recursos ambientais,  
85 dentre eles os fatores nutricionais, sanitários e climáticos, e dos recursos genéticos  
86 disponíveis, além da interação entre tais elementos (Lema et al., 2011; Santana Jr. et al.,  
87 2012). Sabe-se que aproximadamente 80% da carne produzida no Brasil provém de animais  
88 *Bos indicus*, predominantemente da raça Nelore (Ferraz e Felício, 2010). Os zebuínos se  
89 destacam pela maior adaptabilidade às condições climáticas presentes nos trópicos, maior  
90 resistência aos ectoparasitos e a determinadas doenças, no entanto, apresentam taxas de  
91 crescimento e atributos de qualidade da carne, principalmente no que se refere à maciez,  
92 inferiores aos animais *Bos taurus* (Whipple et al., 1990; Wheeler et al., 2010; Elzo et al.,  
93 2012).

94           Neste contexto, a utilização de cruzamentos entre animais *Bos indicus* e *Bos taurus*  
95 consiste em uma estratégia eficaz para otimizar o uso dos recursos genéticos e ambientais,  
96 pois permite ganhos genéticos através da heterose ou vigor híbrido (Gregory et al., 1965;  
97 Gama et al., 2013) e a combinação de características desejáveis por meio da  
98 complementaridade entre raças, promovendo incremento no potencial produtivo dos animais  
99 em ambientes tropicais (Miguel et al., 2014).

100           Contudo é importante destacar que quanto maior é a proporção de genes provenientes  
101 de animais zebuínos na progênie cruzada, menor é precocidade reprodutiva, a deposição de  
102 gordura na carcaça e a maciez na carne desses animais (Rotta et al., 2009). Assim, uma  
103 alternativa para contornar este problema, mantendo boa proporção de genes taurinos, a  
104 característica de adaptabilidade e a possibilidade de utilização da monta natural, consiste na  
105 utilização de raças paternas compostas (*Bos taurus x Bos indicus*) como Braford e Canchim,  
106 ou taurinas adaptadas às condições tropicais (*Bos taurus*) como a raça Caracu, em esquemas  
107 de cruzamentos com matrizes Nelore ou cruzadas (*Bos taurus x Bos indicus*).

108           Apesar das vantagens da utilização de cruzamentos em termos de desempenho e  
109 qualidade de carcaça e da carne, torna-se necessário identificar esquemas de cruzamento que  
110 melhor se adéquam a determinados ambientes e sistemas de produção, como por exemplo, os  
111 sistemas desenvolvidos em ambientes tropicais e que visam o abate de animais jovens. Assim,  
112 diante do exposto, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes grupos  
113 genéticos paternos e maternos, adaptados ao clima tropical, no desempenho e nas  
114 características de carcaça aferidas por ultrassonografia de bovinos cruzados recriados em  
115 pastagem tropical e terminados em confinamento.

116

## 117 **Material e Métodos**

118           O estudo foi conduzido no Centro Nacional de Pesquisas em Gado de Corte (Embrapa  
119 Gado de Corte), situado na cidade de Campo Grande, estado de Mato Grosso do Sul (MS),  
120 Brasil. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, situa-se na faixa de transição  
121 entre o subtipo Cfa (mesotérmico úmido sem estiagem) e o subtipo Aw (tropical úmido com  
122 estação chuvosa no verão e seca no inverno), apresentando temperatura e pluviosidade médias  
123 anuais de 23,4°C e 1449 milímetros, respectivamente (RAA, 2018).

124 Todos os procedimentos adotados foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de  
125 Animais da instituição de pesquisa em questão (Processo nº 12/2014 – Anexo A).

126 Durante dois anos de experimento (Ano 1 = 2013 a 2014 e Ano 2 = 2014 a 2015)  
127 foram avaliados 173 bovinos cruzados nos períodos de cria e recria (Ano 1 = 42 machos e 46  
128 fêmeas; Ano 2 = 44 machos e 41 fêmeas), e destes, 123 foram terminados em confinamento  
129 (Ano 1 = 29 machos e 26 fêmeas; Ano 2 = 34 machos e 34 fêmeas). Os grupos genéticos  
130 avaliados estão apresentados na Tabela 1 e foram oriundos do acasalamento de matrizes  
131 contemporâneas Nelore,  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore (AN) e  $\frac{1}{2}$  Caracu +  $\frac{1}{2}$  Nelore (CN), nascidas  
132 nos anos de 2007, 2008 e 2009, com touros das raças Braford (n=09), Canchim (n=10) e  
133 Caracu (n=18, incluindo os utilizados para repasse), por meio da técnica de inseminação  
134 artificial em tempo fixo (IATF).

135 Para a produção das matrizes e dos animais experimentais foram escolhidos touros  
136 participantes de programas de melhoramento genético de suas respectivas raças (Angus,  
137 Nelore, Braford, Canchim e Caracu). Nesta escolha optou-se por touros de diferentes  
138 linhagens de cada uma das raças, visando-se obter boa representatividade das mesmas.

139

140 **Tabela 1.** Grupos genéticos avaliados no estudo.

Raças paternas	Grupos genéticos maternos		
	Nelore	$\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore	$\frac{1}{2}$ Caracu + $\frac{1}{2}$ Nelore
Braford	$\frac{1}{2}$ Braford + $\frac{1}{2}$ Nelore	$\frac{1}{2}$ Braford + $\frac{1}{4}$ Angus + $\frac{1}{4}$ Nelore	$\frac{1}{2}$ Braford + $\frac{1}{4}$ Caracu + $\frac{1}{4}$ Nelore
Canchim	$\frac{1}{2}$ Canchim + $\frac{1}{2}$ Nelore	$\frac{1}{2}$ Canchim + $\frac{1}{4}$ Angus + $\frac{1}{4}$ Nelore	$\frac{1}{2}$ Canchim + $\frac{1}{4}$ Caracu + $\frac{1}{4}$ Nelore
Caracu	$\frac{1}{2}$ Caracu + $\frac{1}{2}$ Nelore	$\frac{1}{2}$ Caracu + $\frac{1}{4}$ Angus + $\frac{1}{4}$ Nelore	$\frac{3}{4}$ Caracu + $\frac{1}{4}$ Nelore

141 Durante a estação de monta, realizada entre os meses de Dezembro e Fevereiro dos  
142 anos de 2012 (Ano 1) e 2013 (Ano 2), e o período de cria dos bezerros, as vacas

143 permaneceram em pastagens de *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp., com lotação aproximada de  
 144 1 unidade animal (UA) por hectare (ha), respeitando-se as alturas máximas e mínimas de  
 145 pastejo de acordo com o preconizado para as forrageiras em uso. Neste período, as matrizes  
 146 receberam suplementação mineral (Níveis de garantia de macro e microminerais por kg de  
 147 produto: Cálcio (máx/mín) – 111/135 g/kg; Fósforo (mín) – 90 g/kg; Enxofre (mín) – 18 g/kg;  
 148 Sódio (mín) – 141 g/kg; Cobalto (mín) – 60 mg/kg; Cobre (mín) – 1500 mg/kg; Cromo (mín)  
 149 – 20 mg/kg; Flúor (máx) – 900 mg/kg; Iodo (mín) – 75 mg/kg; Manganês (mín) – 1800  
 150 mg/kg; Selênio (mín) – 17 mg/kg; Zinco (mín) – 4500 mg/kg).

151 Os animais foram pesados ao nascimento (PN, kg) e a desmama (PDES), realizada  
 152 com média de oito meses de idade nos meses de Junho e Julho de 2013 (Ano 1) e Junho e  
 153 Julho de 2014 (Ano 2). Para determinação do peso a desmama corrigido para 240 dias de  
 154 idade (P240, kg) utilizou-se a fórmula:

$$155 \quad P240 = \{[(PDES - PN) / (Idade a desmama em dias)] * 240\} + PN$$

156 Com os valores de PN e P240 foi calculado o ganho de peso médio diário no período  
 157 de cria (GMDcria, kg/dia) e também foi determinada a relação entre o peso do bezerro e da  
 158 vaca ao desmame (PCbez/PCvaca), dividindo-se o peso do bezerro a desmama pelo peso da  
 159 vaca na ocasião da desmama do bezerro.

160 Após a realização da pesagem inicial do período de recria (PIrecria), os animais foram  
 161 divididos em oito lotes, sendo quatro lotes de machos e quatro lotes de fêmeas, balanceados  
 162 em função dos grupos genéticos e peso médio dos animais. Os lotes foram alocados em oito  
 163 piquetes com média de oito hectares cada, formados por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu  
 164 (latitude 20° 25' 02.06'' Sul e longitude 54° 43' 34.82'' Oeste).

165 Os animais permaneceram por 12 meses nesta área em sistema de pastejo de lotação  
 166 contínua, recebendo suplementação proteica (0,1% do peso corporal (PC); 35 g/kg de proteína  
 167 bruta (PB)) na época seca, considerada como o período entre os meses de Junho e Outubro

168 (Fase 1), e suplementação mineral (*ad libitum*) na época das águas, entre os meses de  
169 Novembro e Maio (Fase 2).

170 Com o objetivo de avaliar a disponibilidade de forragem no decorrer do período  
171 experimental foram realizadas cinco amostragens da pastagem em cada ano, sendo que nestas  
172 ocasiões foram coletadas aleatoriamente 40 amostras de 1 m<sup>2</sup> rentes ao solo em cada piquete.  
173 Cada amostra foi dividida em duas partes, sendo uma delas pesada para determinação do peso  
174 verde e em seguida seca em estufa a 65°C por 72 horas, para posterior pesagem, determinação  
175 do teor de matéria seca (MS) e cálculo da massa de forragem disponível (toneladas de MS/ha;  
176 Tabela 2).

177 A outra parte foi utilizada para a composição de quatro amostras compostas por  
178 piquete, cada uma contendo dez subamostras. Estas amostras compostas foram separadas  
179 manualmente nos componentes morfológicos: folha, pseudocolmo (colmo e bainha) e material  
180 morto, sendo posteriormente pré-secas em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C por 72  
181 horas para obtenção da massa de forragem verde (toneladas de MS/ha), massa de lâmina foliar  
182 (toneladas de MS/ha) e relação folha:colmo. A oferta de forragem verde (kg MS/kg PC) foi  
183 calculada por meio da razão entre a massa total de forragem verde por hectare (toneladas de  
184 MS/ha) e o peso corporal animal médio presente por hectare (kg PC/ha). Para o cálculo das  
185 taxas de lotação foi utilizada a fórmula:

186 Taxa de lotação = [(Peso total do lote / Área do piquete) / 450 kg de peso corporal]

187 Posteriormente, as amostras pré-secas do componente foliar foram moídas em moinho  
188 de facas tipo Willey com peneira de 1,0 mm, para estimativa dos teores de proteína bruta,  
189 fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, lignina em detergente ácido e  
190 digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, por meio de espectrofotometria de reflectância no  
191 infravermelho próximo (NIRS).

192 **Tabela 2.** Disponibilidade de forragem, relação folha:colmo, taxas de lotação e composição  
 193 química do componente foliar observadas na pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu  
 194 onde os animais foram recriados, nos dois anos de experimento.

Item	Dias de coleta				
	Ano 1				
	08/10/13	25/11/13	20/01/14	31/03/14	04/06/14
Massa de forragem, t MS/ha <sup>1</sup>	16,13	10,88	14,82	14,72	16,10
Massa de forragem verde, t MS/ha	5,33	4,67	7,91	8,13	6,87
Massa de lâmina foliar, t MS/ha	2,29	2,65	4,69	3,83	3,43
Oferta de forragem verde <sup>3</sup>	15,58	12,35	18,50	16,58	12,41
Relação folha:colmo	0,79	1,23	1,61	0,94	1,13
Taxa de lotação <sup>2</sup> , UA/ha	0,76	0,84	0,95	1,09	1,23
Proteína bruta, g/kg MS	70,2	71,2	66,2	78,9	86,5
Fibra em detergente neutro, g/kg MS	732,2	735,2	737,9	706,4	694,7
Fibra em detergente ácido, g/kg MS	366,9	382,5	377,4	352,7	342,2
Lignina em detergente ácido, g/kg MS	29,1	29,2	29,3	26,6	26,3
Digest. <i>in vitro</i> da MO, g/kg MS <sup>4</sup>	523,2	528,5	517,1	558,6	598,9
	Ano 2				
	14/08/14	06/10/14	22/01/15	24/03/15	19/05/15
Massa de forragem, t MS/ha	14,59	11,65	10,52	11,16	13,22
Massa de forragem verde, t MS/ha	5,94	4,40	5,93	7,55	7,90
Massa de lâmina foliar, t MS/ha	3,10	2,43	3,56	4,27	3,84
Oferta de forragem verde <sup>3</sup>	16,30	11,37	12,92	14,22	13,50
Relação folha:colmo	1,11	1,26	1,50	1,31	0,94
Taxa de lotação <sup>2</sup> , UA/ha	0,81	0,86	1,02	1,18	1,30
Proteína bruta, g/kg MS	84,5	79,2	67,9	83,6	83,0
Fibra em detergente neutro, g/kg MS	722,7	668,9	734,9	690,6	716,6
Fibra em detergente ácido, g/kg MS	356,2	315,4	371,5	341,3	340,0
Lignina em detergente ácido, g/kg MS	28,8	21,6	26,3	24,6	23,4
Digest. <i>in vitro</i> da MO, g/kg MS <sup>4</sup>	562,4	628,2	530,0	589,0	556,8

195 <sup>1</sup>t MS/ha = toneladas de matéria seca por hectare.

196 <sup>2</sup>Taxa de lotação avaliada em unidade animal (450 kg) por hectare (UA/ha).

197 <sup>3</sup>Oferta de forragem verde avaliada em kg MS/kg PC.

198 <sup>4</sup>Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica.

199 Durante a recria foram realizados protocolos de vermifugação contra endoparasitas  
200 (Doramectina 1%, Vallée, Brasil) e controle de carrapatos e moscas (Cipermetrina Pour-on,  
201 Ceva, Brasil). No mês de Novembro de cada ano os machos, que apresentavam média de 14  
202 meses de idade, foram castrados.

203 Para o cálculo do ganho de peso médio diário (GMD, kg/dia) nos diferentes períodos  
204 da recria, ou seja, época seca (Fase 1; de Junho a Outubro; GMD1), época de águas (Fase 2;  
205 de Novembro a Maio; GMD2) e período total (GMD1+2), pesagens foram realizadas a cada  
206 56 dias, mediante jejum prévio de alimentos de 16 horas.

207 Na ocasião da pesagem ao final da recria foram avaliadas as características de carcaça  
208 através de ultrassonografia utilizando-se um aparelho ESAOTE Pie Medical Aquila VET  
209 (ESAOTE Pie Medical Imaging Inc., Maastricht, Holanda) equipado com uma probe linear de  
210 18 cm e frequência de 3,5 MHz acoplada a uma guia acústica, sendo empregado óleo vegetal  
211 como meio condutor. Foram capturadas imagens do músculo *longissimus* na região entre a 12<sup>a</sup>  
212 e 13<sup>a</sup> costelas para avaliação das medidas de área de olho de lombo (AOLrecria, cm<sup>2</sup>) e  
213 espessura de gordura sobre o lombo (EGSrecria, mm) e do músculo *Biceps femoris* para  
214 avaliação da espessura de gordura sobre a picanha (EGPrecria, mm).

215 Após a fase de recria, os animais foram movidos para um confinamento experimental  
216 parcialmente coberto, dotado de baias individuais (2 x 19 m), providas de bebedouros e  
217 comedouros. Os animais foram submetidos previamente a um período de adaptação às  
218 instalações e à dieta com duração de 24 dias, sendo que a adaptação à dieta foi realizada por  
219 meio do fornecimento inicial *ad libitum* de silagem de sorgo e posterior substituição gradual  
220 por concentrado até atingir a ração total misturada (RTM) final que continha em média, 11,6  
221 g/kg MS de PB e 73,7 g/kg MS de nutrientes digestíveis totais (NDT; equivalente a 2,66 Mcal  
222 de energia metabolizável (EM) por kg de MS; NRC, 1996; Tabela 3). Após a adaptação, o

223 período de terminação foi de 83 e 84 dias para as fêmeas e de 119 e 98 dias para os machos,  
224 nos anos 1 e 2, respectivamente.

225 A RTM foi oferecida duas vezes ao dia, às 8h00 e 15h00 e a oferta diária ajustada em  
226 função das sobras observadas, buscando-se manter no cocho aproximadamente de 5% do total  
227 de alimento fornecido. As sobras foram recolhidas, pesadas e subamostradas diariamente para  
228 composição de uma amostra composta semanal, visando à determinação dos teores de matéria  
229 seca (MS). Amostras semanais do volumoso também foram coletadas para determinação do  
230 teor de MS visando o ajuste de fornecimento da RTM. O consumo de matéria seca médio  
231 diário (CMS) foi calculado pela diferença entre o alimento fornecido e as sobras coletadas  
232 diariamente, ajustados para o teor de MS.

233 Para a realização das análises bromatológicas foram coletadas semanalmente  
234 subamostras do volumoso, da RTM e das sobras, e a cada duas semanas estas subamostras de  
235 cada componente foram unidas e homogeneizadas para formação de amostras compostas. Tais  
236 amostras compostas foram posteriormente analisadas quanto aos teores de matéria seca  
237 definitiva a 105°C (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (PB) de  
238 acordo com a AOAC (1990). Os teores de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente  
239 ácido (FDA), proteína insolúvel ligada à fibra em detergente neutro (PIDN), proteína  
240 insolúvel ligada à fibra em detergente ácido (PIDA) e lignina em detergente ácido (LDA)  
241 foram determinados de acordo com a metodologia sugerida por Van Soest et al. (1991). Com  
242 estes dados foi estimado o teor de NDT pela equação proposta por Weiss et al. (1992).

243 Durante o período de confinamento os animais foram pesados a cada 28 dias, mediante  
244 jejum prévio de alimentos de 16 horas para determinação do GMD. A conversão alimentar  
245 (CA) foi calculada como a razão entre o CMS e o GMD, e a eficiência alimentar bruta (EA)  
246 como a razão entre o GMD e o CMS.

247 **Tabela 3.** Ingredientes, composição química e teores de energia da dieta experimental  
 248 fornecida aos animais no período de confinamento nos dois anos de avaliação.

Ingredientes	g/kg MS		
Silagem de sorgo	350,0		
Milho grão seco moído	498,0		
Casca de Soja	90,0		
Farelo de Soja 45% PB	36,0		
Ureia	11,0		
Núcleo mineral <sup>1</sup>	15,0		
Composição Química	Ano 1 <sup>2</sup>	Ano 2	
	g/kg MS	DP <sup>3</sup>	
Matéria seca (MS), g/kg	674,5	689,8	(± 14,80)
Proteína bruta (PB)	117,6	114,1	(± 7,29)
Extrato etéreo (EE)	23,9	36,6	(± 6,99)
Matéria mineral (MM)	39,4	64,6	(± 6,40)
Fibra em detergente neutro (FDN)	381,3	352,7	(± 15,79)
Fibra em detergente ácido (FDA)	155,1	224,4	(± 5,03)
Proteína insolúvel na FDN (PIDN)	35,6	11,6	(± 0,93)
Proteína insolúvel na FDA (PIDA)	22,8	5,0	(± 0,84)
Lignina em detergente ácido (LDA)	15,5	20,6	(± 2,18)
Nutrientes digestíveis totais (NDT) <sup>4</sup>	736,4	737,1	(±15,72)
Teores de Energia <sup>5</sup>	Mcal/kg MS		
Energia Digestível (ED)	3,25	3,25	
Energia Metabolizável (EM)	2,66	2,66	

249 <sup>1</sup>Níveis de garantia do núcleo mineral = Cálcio (mín/máx) – 250/290 g/kg; Fósforo (mín) – 18 g/kg; Enxofre  
 250 (mín) – 25 g/kg; Sódio (mín) – 30 g/kg; Magnésio (mín) – 15 g/kg; Cobalto (mín) – 25 mg/kg; Cobre (mín) –  
 251 400 mg/kg; Flúor (máx) – 180 mg/kg; Iodo (mín) – 25 mg/kg; Manganês (mín) – 600 mg/kg; Selênio (mín) – 10  
 252 mg/kg; Zinco (mín) 2000 mg/kg; Monensina Sódica – 600 mg/kg; Virginiamicina – 750 mg/kg.

253 <sup>2</sup>Foi confeccionada e analisada apenas uma amostra composta da dieta oferecida aos animais da primeira safra.

254 <sup>3</sup>Desvio-padrão entre as amostras compostas da dieta oferecida para os animais da segunda safra.

255 <sup>4</sup>Estimado de acordo com Weiss et al. (1992) em que:  $NDT = (0,98 \times (100 - PB - MM - EE - (FDN - PIDN^*)) + (PB - PIDA^*) + (2,25 \times (EE - 1))) + 0,75 \times ((FDN - PIDN^*) - LDA) \times (1 - LDA / (FDN - PIDN^*))^{0,667} - 7$ .

256 <sup>\*</sup>Proteína insolúvel na fibra detergente neutro (PIDN) =  $((NIDN \times 6,25) \times FDN) / 100$ ; Proteína insolúvel na fibra  
 257 em detergente ácido (PIDA) =  $((NIDA \times 6,25) \times FDA) / 100$ .

258 <sup>5</sup>Estimado de acordo com o NRC (1996), em que; 1g de NDT = 0,0044 Mcal de Energia digestível (ED) e 1  
 259 Mcal de ED = 0,82 Mcal de Energia metabolizável (EM).  
 260

261 Avaliações de carcaça por ultrassonografia foram realizadas nas pesagens inicial e  
262 final, em que foram obtidas imagens do músculo *longissimus* na região entre a 12ª e 13ª  
263 costelas para aferição das medidas de AOL e EGS, e do músculo *Biceps femoris* para  
264 determinação da medida de EGP.

265 Os dados foram avaliados quanto à presença de outliers, homogeneidade de variância  
266 e normalidade dos resíduos por meio do procedimento UNIVARIATE (SAS, versão 9.2; SAS  
267 Institute Inc., Cary, EUA). Os efeitos dos grupos genéticos sobre as características descritas  
268 foram submetidos à análise de máxima verossimilhança restrita (REML), ajustando-se  
269 modelos mistos específicos para as diferentes fases avaliadas por meio do PROC MIXED do  
270 SAS.

271 Para as características avaliadas nas fases de cria foram considerados como efeitos  
272 fixos o grupo contemporâneo, grupo genético paterno, grupo genético materno, interação  
273 entre grupos genéticos paternos e maternos, idade da vaca ao parto (covariável linear e  
274 quadrática) e desvio da data de nascimento do bezerro em relação ao dia médio da época de  
275 nascimento aninhado dentro de grupo contemporâneo (covariável linear). O efeito de grupo  
276 contemporâneo incluiu as variáveis de safra de nascimento (anos 1 ou 2), época de parição  
277 (época 1 = Agosto e Setembro, época 2 = Outubro e Novembro) e sexo. Foi considerado  
278 como efeito aleatório o touro aninhado dentro de grupo genético paterno.

279 Para a análise das variáveis obtidas na fase de recria o mesmo modelo foi utilizado,  
280 contudo foi adicionada como covariável linear a idade dos animais no final do período seco e  
281 como efeito aleatório o piquete do animal na recria.

282 Para as variáveis obtidas no período de terminação foram considerados como efeitos  
283 fixos o grupo contemporâneo, grupo genético paterno, grupo genético materno, interação  
284 entre grupos genéticos paternos e maternos e como covariáveis lineares a idade dos animais  
285 no início do período de terminação e o número de dias em confinamento. O efeito de grupo

286 contemporâneo incluiu as variáveis de safra de nascimento (anos 1 ou 2), época de parição  
287 (época 1 = Agosto e Setembro, época 2 = Outubro e Novembro) e sexo. Foram considerados  
288 como efeitos aleatórios o touro aninhado dentro de grupo genético paterno e o piquete do  
289 animal na recria.

290 Para algumas características avaliadas foram realizadas análises de contrastes visando  
291 comparar: filhos de vacas cruzadas ( $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore e  $\frac{1}{2}$  Caracu +  $\frac{1}{2}$  Nelore) vs. filhos  
292 de vacas Nelore e progênes de touros de raças compostas (Braford e Canchim) vs. progênie  
293 de touros Caracu. Adotou-se para comparação das médias de quadrados mínimos, o teste  
294 ajustado Tukey-Kramer com nível de significância de 5%.

295

## 296 **Resultados**

297 Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre os grupos genéticos maternos e paternos para peso  
298 ao nascimento (PN), peso a desmama corrigido para 240 dias de idade (P240), ganho de peso  
299 médio diário no período de cria (GMDcria), relação entre o peso do bezerro a desmama e o  
300 peso da vaca na ocasião da desmama do bezerro (PCbez/PCvaca), peso final no período seco  
301 (PFseca), peso final na recria (PFrecria), ganho de peso médio diário na época das águas  
302 (GMD2) e ganho de peso médio diário no período total de recria (GMD1+2). Já em relação ao  
303 peso inicial na recria (PIrecria) e ganho de peso médio diário no período seco (GMD1) esta  
304 interação foi significativa ( $P<0,05$ ; Tabela 4).

305 Comparando-se os grupos genéticos maternos, foi possível observar que vacas  $\frac{1}{2}$   
306 Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore (AN) pariram bezerros 2,5 kg mais pesados que vacas Nelore (34,0 vs.  
307 31,5 kg;  $P=0,015$ ). O grupo de vacas  $\frac{1}{2}$  Caracu +  $\frac{1}{2}$  Nelore (CN) pariu bezerros com média de  
308 32 kg, não diferindo dos outros dois grupos ( $P>0,05$ ). Quanto ao P240, filhos de vacas AN e  
309 CN desmamaram em média, 20 e 17 kg mais pesados que os filhos de vacas Nelore,  
310 respectivamente (228 e 225 vs. 208 kg;  $P=0,0005$  e  $P=0,0017$ ). Maior GMDcria foi verificado

311 nos filhos de vacas AN e CN em relação aos filhos de vacas Nelore (0,809 e 0,808 vs. 0,727  
312 kg/dia;  $P=0,0017$  e  $P=0,0011$ ) e não houve efeito dos grupos maternos na relação  
313 PCbez/PCvaca ( $P=0,184$ ).

314 Quanto ao efeito paterno, a progênie de touros Braford apresentou média de peso ao  
315 nascimento 2,3 kg superior à progênie de touros Caracu (33,5 vs. 31,0 kg;  $P=0,043$ ), sendo a  
316 progênie de touros Canchim intermediária (33 kg;  $P>0,05$ ). As raças paternas não  
317 influenciaram o P240 ( $P=0,391$ ), GMDcria ( $P=0,408$ ) e a relação PCbez/PCvaca ( $P=0,880$ ).

318 Em relação ao desempenho na fase de recria, maior PIrecria foi observado nos filhos  
319 de vacas AN e CN em comparação aos filhos de vacas Nelore (213 e 216 vs. 202 kg;  $P=0,035$   
320 e  $P=0,0061$ ). Entretanto, as raças paternas não influenciaram nesta característica ( $P=0,566$ ).  
321 Não houve efeito dos diferentes grupos genéticos maternos e paternos ( $P>0,05$ ) para o  
322 PFseca, PFrecria e GMD2.

323 Quanto ao GMD1 e GMD1+2, os filhos de vacas Nelore foram superiores aos filhos  
324 de vacas CN (0,432 e 0,596 vs. 0,368 e 0,549 kg/dia;  $P=0,0034$  e  $P=0,010$ ), sendo os filhos de  
325 vacas AN intermediários (0,396 e 0,565 kg/dia;  $P>0,05$ ). Em relação às raças paternas, a  
326 progênie de touros Caracu apresentou maior GMD1 que a progênie de touros Braford (0,423  
327 vs. 0,371 kg/dia;  $P=0,038$ ), ambos não diferenciando da progênie de touros Canchim (0,401  
328 kg/dia;  $P>0,05$ ).

329 Como a interação entre os grupos genéticos maternos e paternos foi significativa para  
330 PIrecria ( $P=0,050$ ) e GMD1 ( $P=0,039$ ), seus efeitos estão apresentados na Tabela 5. Animais  
331 Bf + CN e Cr + AN apresentaram os maiores pesos médios no início do período de recria, 228  
332 e 218 kg respectivamente, sendo superiores ( $P<0,05$ ) aos grupos Bf + N (201 kg) e Cr + N  
333 (200 kg). O grupo Cr + N apresentou o maior ganho de peso diário no período seco da recria  
334 (GMDseca), com média de 0,473 kg/dia ( $P<0,05$ ).

335 **Tabela 4.** Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para as variáveis de desempenho nas fases de cria e recria de acordo  
 336 com os grupos genéticos maternos e paternos.

Variáveis <sup>1</sup>	Grupo Genético da Vaca			$P > F^2$	Grupo Genético do Touro			$P > F^2$
	½ Angus + ½ Nelore (AN)	½ Caracu + ½ Nelore (CN)	Nelore		Braford	Canchim	Caracu	
PN, kg	34,0±0,83 <sup>a</sup>	32,0±0,65 <sup>ab</sup>	31,5±0,81 <sup>b</sup>	0,042	33,5±0,97 <sup>a</sup>	33,0±1,02 <sup>ab</sup>	31,0±0,54 <sup>b</sup>	0,049
P240, kg	228±4,7 <sup>a</sup>	225±3,7 <sup>a</sup>	208±4,7 <sup>b</sup>	0,0008	225±5,3	219±5,6	217±2,8	0,391
GMDcria, kg/dia	0,809±0,019 <sup>a</sup>	0,808±0,016 <sup>a</sup>	0,727±0,019 <sup>b</sup>	0,0003	0,803±0,022	0,765±0,023	0,776±0,012	0,408
PCbez/PCvaca	0,47±0,02	0,49±0,01	0,47±0,01	0,184	0,48±0,02	0,48±0,02	0,47±0,01	0,880
PIrecria, kg	213±4,3 <sup>a</sup>	216±3,4 <sup>a</sup>	202±4,3 <sup>b</sup>	0,018	214±4,7	210±5,0	208±2,5	0,566
PFseca, kg	258±5,1	258±4,1	253±4,9	0,658	257±5,9	255±6,1	257±3,2	0,958
PFrecria, kg	395±7,4	394±6,1	397±7,7	0,918	394±8,3	399±8,5	393±5,0	0,796
GMD1, kg/dia	0,396±0,024 <sup>ab</sup>	0,368±0,021 <sup>b</sup>	0,432±0,024 <sup>a</sup>	0,014	0,371±0,026 <sup>b</sup>	0,401±0,027 <sup>ab</sup>	0,423±0,019 <sup>a</sup>	0,041
GMD2, kg/dia	0,661±0,021	0,657±0,017	0,691±0,022	0,313	0,667±0,024	0,680±0,024	0,661±0,014	0,742
GMD1+2, kg/dia	0,565±0,018 <sup>ab</sup>	0,549±0,015 <sup>b</sup>	0,596±0,018 <sup>a</sup>	0,035	0,555±0,019	0,579±0,019	0,575±0,013	0,421

337 <sup>1</sup>PN = Peso ao nascimento; P240 = Peso a desmama corrigido para 240 dias de idade; GMDcria = Ganho de peso médio diário no período de cria; PCbez/PCvaca = relação  
 338 entre o peso do bezerro à desmama e o peso da vaca na ocasião da desmama do bezerro; PIrecria = Peso inicial na recria; PFseca = Peso final no período seco; PFrecria = Peso  
 339 final na recria; GMD1 = Ganho de peso médio diário no período seco (Junho a Outubro); GMD2 = Ganho de peso médio diário no período das águas (Novembro a Maio);  
 340 GMD1+2 = Ganho de peso médio diário no período total da recria. Médias seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem entre si de acordo com o teste ajustado  
 341 Tukey-Kramer ( $\alpha = 0,05$ ).

342 <sup>2</sup>Probabilidade de erro tipo I.

343 **Tabela 5.** Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para as características de desempenho na fase de recria de acordo com  
 344 os grupos genéticos dos animais avaliados.

Variáveis <sup>1</sup>	Grupos Genéticos <sup>2</sup>									$P > F^3$
	Bf + AN	Bf + CN	Bf + N	Cc + AN	Cc + CN	Cc + N	Cr + AN	Cr + CN	Cr + N	
Pirecria, kg	212 <sup>bcd</sup>	228 <sup>a</sup>	201 <sup>cd</sup>	210 <sup>bcd</sup>	215 <sup>bc</sup>	205 <sup>bcd</sup>	218 <sup>ab</sup>	206 <sup>bcd</sup>	200 <sup>d</sup>	0,041
	(±7,6)	(±6,2)	(±8,1)	(±8,5)	(±6,1)	(±7,8)	(±4,3)	(±3,6)	(±4,2)	
GMD1, kg/dia	0,404 <sup>b</sup>	0,302 <sup>c</sup>	0,408 <sup>b</sup>	0,371 <sup>bc</sup>	0,418 <sup>b</sup>	0,415 <sup>b</sup>	0,414 <sup>b</sup>	0,384 <sup>b</sup>	0,473 <sup>a</sup>	0,038
	(±0,037)	(±0,032)	(±0,038)	(±0,040)	(±0,031)	(±0,037)	(±0,024)	(±0,022)	(±0,024)	

345 <sup>1</sup>Pirecria = Peso inicial na recria; GMD1 = Ganho de peso médio diário no período seco (Junho a Outubro). Médias seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem  
 346 entre si de acordo com o teste ajustado Tukey-Kramer ( $\alpha = 0,05$ ).

347 <sup>2</sup>Bf + AN = ½ Braford + ¼ Angus + ¼ Nelore; Bf + CN = ½ Braford + ¼ Caracu + ¼ Nelore; Bf + N = ½ Braford + ½ Nelore; Cc + AN = ½ Canchim + ¼ Angus + ¼  
 348 Nelore; Cc + CN = ½ Canchim + ¼ Caracu + ¼ Nelore; Cc + N = ½ Canchim + ½ Nelore; Cr + AN = ½ Caracu + ¼ Angus + ¼ Nelore; Cr + CN = ¾ Caracu + ¼ Nelore; Cr  
 349 + N = ½ Caracu + ½ Nelore.

350 <sup>3</sup>Probabilidade de erro tipo I.

351 Não foi observada interação entre os grupos maternos e paternos quanto às  
352 características de carcaça avaliadas por ultrassonografia ao final da recria ( $P>0,05$ ; Tabela 6).

353 Não houve efeito dos grupos genéticos maternos ( $P=0,704$ ) na área de olho de lombo  
354 (AOLrecria), no entanto, filhos de vacas Nelore apresentaram maiores medidas de espessura  
355 de gordura sobre os músculos *longissimus* (EGSrecria; 4,02 vs. 3,13 mm;  $P=0,024$ ) e *Biceps*  
356 *femoris* (EGPrecria; 5,66 vs. 4,41 mm;  $P=0,005$ ) em relação aos filhos de vacas CN. Filhos de  
357 vacas AN foram intermediários ( $P>0,05$ ), apresentando valores de EGSrecria e EGPrecria de  
358 3,68 e 5,17 mm, respectivamente.

359 A progênie de touros Caracu apresentou maiores medidas de AOLrecria em  
360 comparação à progênie de touros Braford (70,67 vs. 65,26 cm<sup>2</sup>;  $P=0,015$ ), sendo a progênie  
361 de touros Canchim semelhante às demais (69,68 cm<sup>2</sup>;  $P>0,05$ ). Não houve diferença nas  
362 medidas de EGSrecria ( $P=0,572$ ), entretanto, a progênie de touros Braford foi superior à de  
363 touros Canchim quanto à medida de EGPrecria (5,65 vs. 4,42 mm;  $P=0,044$ ), sendo os filhos  
364 de touros Caracu semelhantes a ambos os grupos (5,17 mm;  $P>0,05$ ).

365 **Tabela 6.** Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de carcaça aferidas por ultrassonografia ao final da  
 366 recria de acordo com os grupos genéticos maternos e paternos.

Variáveis <sup>1</sup>	Grupo Genético da Vaca			$P > F^2$	Grupo Genético do Touro			$P > F^2$
	½ Angus + ½ Nelore (AN)	½ Caracu + ½ Nelore (CN)	Nelore		Braford	Canchim	Caracu	
AOLrecria, cm <sup>2</sup>	67,68±1,96	69,40±1,63	68,53±2,03	0,704	65,26±2,15 <sup>b</sup>	69,68±2,21 <sup>ab</sup>	70,67±1,33 <sup>a</sup>	0,042
EGSrecria, mm	3,68±0,32 <sup>ab</sup>	3,13±0,27 <sup>b</sup>	4,02±0,35 <sup>a</sup>	0,046	3,71±0,36	3,35±0,38	3,77±0,21	0,572
EGPrecria, mm	5,17±0,43 <sup>ab</sup>	4,41±0,37 <sup>b</sup>	5,66±0,44 <sup>a</sup>	0,014	5,65±0,51 <sup>a</sup>	4,42±0,52 <sup>b</sup>	5,17±0,32 <sup>ab</sup>	0,042

367 <sup>1</sup>AOLrecria = Área de olho de lombo aferida ao final da recria; EGSrecria = Espessura de gordura sobre o músculo *longissimus* na região entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas aferida ao  
 368 final da recria; EGPrecria = Espessura de gordura sobre o músculo *Biceps femoris* aferida ao final da recria. Médias seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem  
 369 entre si de acordo com o teste ajustado Tukey-Kramer ( $\alpha = 0,05$ ).

370 <sup>2</sup>Probabilidade de erro tipo I.

371 Por meio da abordagem de contrastes (Tabela 7), foram comparados os animais filhos  
 372 de vacas cruzadas AN e CN (tricross e F2, no caso do grupo genético  $\frac{3}{4}$  Caracu +  $\frac{1}{4}$  Nelore)  
 373 com os filhos de vacas Nelore (meio-sangue; F1) quanto ao desempenho nas fases de cria e  
 374 recria e às características de carcaça ao final da recria.

375

376 **Tabela 7.** Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para as variáveis de  
 377 desempenho nas fases de cria e recria, e características de carcaça aferidas por  
 378 ultrassonografia de acordo com o grupo genético da matriz.

Variáveis <sup>1</sup>	Grupo Genético da Vaca <sup>2</sup>		EPM <sup>4</sup>	P>F <sup>5</sup>
	Cruzada <sup>3</sup>	Nelore		
PN, kg	33,0±0,74	31,5±0,81	0,83	0,058
P240, kg	227±4,2	208±4,7	4,93	0,0002
GMDcria, kg/dia	0,809±0,018	0,727±0,019	0,020	<0,0001
PCbez/PCvaca	0,48±0,01	0,47±0,01	0,014	0,390
PIrecria, kg	215±3,8	202±4,3	4,60	0,006
PFseca, kg	258±4,6	253±4,9	5,12	0,363
PFrecria, kg	394±6,7	397±7,7	7,41	0,722
GMD1, kg/dia	0,382±0,023	0,432±0,024	0,019	0,009
GMD2, kg/dia	0,659±0,019	0,691±0,022	0,021	0,131
GMD1+2, kg/dia	0,557±0,016	0,596±0,018	0,016	0,017
AOLrecria, cm <sup>2</sup>	68,54±1,80	68,53±2,03	1,92	0,995
EGSrecria, mm	3,41±0,30	4,02±0,35	0,35	0,082
EGPrecria, mm	4,80±0,40	5,66±0,44	0,39	0,026

379 <sup>1</sup>PN = Peso ao nascimento; P240 = Peso a desmama corrigido para 240 dias de idade; GMDcria = Ganho de peso  
 380 médio diário no período de cria; PCbez/PCvaca = relação entre peso do bezerro a desmama e o peso da vaca na  
 381 ocasião da desmama do bezerro; PIrecria = Peso inicial na recria; PFseca = Peso final no período seco; PFrecria  
 382 = Peso final na recria; GMD1 = Ganho de peso médio diário no período seco (Junho a Outubro); GMD2 =  
 383 Ganho de peso médio diário no período das águas (Novembro a Maio); GMD1+2 = Ganho de peso médio diário  
 384 no período total da recria; AOLrecria = Área de olho de lombo aferida ao final da recria; EGSrecria = Espessura  
 385 de gordura sobre o músculo *longissimus* na região entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas aferida ao final da recria; EGPrecria  
 386 = Espessura de gordura sobre o músculo *Biceps femoris* aferida ao final da recria.

387 <sup>2</sup>Médias consideradas diferentes quando  $P < 0,05$ .

388 <sup>3</sup>Vacas cruzadas =  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore e  $\frac{1}{2}$  Caracu +  $\frac{1}{2}$  Nelore

389 <sup>4</sup>Erro padrão da média

390 <sup>5</sup>Probabilidade de erro tipo I.

391 Observou-se tendência de maior PN (33 vs. 31,5 kg;  $P=0,058$ ) e superioridade no  
392 P240 (227 vs. 208 kg;  $P=0,0002$ ), GMDcria (0,809 vs. 0,727;  $P<0,0001$ ) e PIrecria (215 vs.  
393 202 kg;  $P=0,006$ ) para os animais tricross quando comparados aos meio-sangue. Não houve  
394 diferenças entre tais grupos para as características de PCbez/PCvaca ( $P=0,390$ ), PFseca  
395 ( $P=0,363$ ) e PFrecria ( $P=0,722$ ).

396 O GMD1 foi maior para os animais meio-sangue (0,432 vs. 0,382 kg/dia;  $P=0,009$ ) e  
397 não foram observadas diferenças no GMD2 ( $P=0,131$ ). Considerando o ganho médio diário  
398 no período total da recria (GMD1+2), animais meio-sangue foram superiores aos tricross  
399 (0,596 vs. 0,557 kg/dia;  $P=0,017$ ; Tabela 7).

400 Em relação às características de carcaça avaliadas por ultrassonografia ao final da  
401 recria, não foram verificadas diferenças na AOLrecria ( $P=0,995$ ). No entanto, observou-se  
402 nos animais meio-sangue tendência de maior EGSrecria (4,02 vs. 3,41 mm;  $P=0,082$ ) e  
403 superioridade quanto a EGPrecria (5,66 vs. 4,80 mm;  $P=0,026$ ).

404 Não houve interação entre os grupos genéticos maternos e paternos ( $P>0,05$ ) com  
405 relação às variáveis de desempenho em confinamento (Tabela 8) e às características de  
406 carcaça avaliadas por ultrassonografia no início e final deste período (Tabela 9).

407 Não houve influência dos grupos maternos e paternos nos pesos corporais inicial  
408 (PCinicial;  $P=0,842$ ) e final (PCfinal;  $P=0,390$ ) em confinamento. Filhos de vacas AN foram  
409 superiores aos filhos de vacas Nelore quanto ao GMD (1,47 vs. 1,35 kg/dia;  $P=0,046$ ), e o  
410 grupo de filhos de vacas CN foi intermediário (1,38 kg/dia;  $P>0,05$ ).

411 O consumo de matéria seca médio diário (CMS) e proporcional ao peso corporal  
412 (CMS % PC) foi maior para os filhos de vacas AN (11,85 kg MS/dia e 2,43%) e CN (11,53  
413 kg MS/dia e 2,39%) em comparação aos filhos de vacas Nelore (10,93 kg MS/dia e 2,27%;  
414  $P<0,05$ ).

415           A progênie de touros Braford apresentou maior GMD que a progênie de touros Caracu  
416   (1,46 vs. 1,31 kg/dia;  $P=0,019$ ), sendo a progênie de touros Canchim semelhante às demais  
417   (1,43 kg/dia;  $P>0,05$ ). Não foram observados efeitos das raças paternas nas variáveis  
418   relacionadas ao consumo de alimentos ( $P>0,05$ ). As medidas de conversão alimentar (CA) e  
419   eficiência alimentar bruta (EA) em confinamento foram semelhantes, independente dos  
420   grupos paternos e maternos ( $P>0,05$ ).

421 **Tabela 8.** Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de desempenho no período de terminação em  
 422 confinamento de acordo com os grupos genéticos maternos e paternos.

Variáveis <sup>1</sup>	Grupo Genético da Vaca			<i>P</i> > <i>F</i> <sup>2</sup>	Grupo Genético do Touro			<i>P</i> > <i>F</i> <sup>2</sup>
	½ Angus + ½ Nelore (AN)	½ Caracu + ½ Nelore (CN)	Nelore		Braford	Canchim	Caracu	
PCinicial, kg	430±8,0	429±6,9	424±8,1	0,842	422±9,1	432±8,6	429±6,1	0,571
PCfinal, kg	563±9,5	552±7,9	546±9,8	0,390	553±11,2	561±10,3	548±6,8	0,569
GMD, kg/dia	1,47±0,05 <sup>a</sup>	1,38±0,04 <sup>ab</sup>	1,35±0,05 <sup>b</sup>	0,050	1,46±0,06 <sup>a</sup>	1,43±0,05 <sup>ab</sup>	1,31±0,04 <sup>b</sup>	0,045
CMS, kg MS/dia	11,85±0,27 <sup>a</sup>	11,53±0,23 <sup>a</sup>	10,93±0,27 <sup>b</sup>	0,023	11,48±0,32	11,44±0,29	11,39±0,19	0,967
CMS % PC	2,43±0,04 <sup>a</sup>	2,39±0,04 <sup>a</sup>	2,27±0,04 <sup>b</sup>	0,002	2,39±0,05	2,34±0,05	2,35±0,03	0,712
CA	8,44±0,31	8,74±0,26	8,47±0,32	0,564	8,27±0,36	8,39±0,34	8,99±0,23	0,144
EA	0,134±0,007	0,127±0,005	0,135±0,007	0,456	0,135±0,008	0,133±0,007	0,128±0,005	0,652

423 <sup>1</sup>PCinicial = Peso corporal no início do período de confinamento; PCfinal = Peso corporal no final do período de confinamento; GMD = Ganho de peso médio diário; CMS =  
 424 Consumo de matéria seca médio diário observado; CMS % PC = Consumo de matéria seca proporcional ao peso corporal; CA = Conversão alimentar; EA = Eficiência  
 425 alimentar bruta. Médias seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem entre si de acordo com o teste ajustado Tukey-Kramer ( $\alpha = 0,05$ ).

426 <sup>2</sup>Probabilidade de erro tipo I.

427           As medidas de área de olho de lombo obtidas no início (AOLinicial) e no final  
428 (AOLfinal) do período de terminação em confinamento não foram influenciadas pelos  
429 diferentes grupos genéticos maternos e paternos ( $P>0,05$ ). Filhos de vacas Nelore e AN  
430 apresentaram maiores medidas iniciais de espessura de gordura sobre o *longissimus*  
431 (EGSinicial) quando comparados aos filhos de vacas CN (4,92 e 4,89 vs. 3,96 mm;  $P=0,016$  e  
432  $P=0,014$ ) e a superioridade dos filhos de vacas AN em relação ao grupo CN para esta medida  
433 se manteve ao final do confinamento (9,11 vs. 7,36 mm;  $P=0,007$ ), o que não ocorreu com os  
434 filhos de vacas Nelore, que apresentaram valores intermediários (8,22 mm;  $P>0,05$ ). Não  
435 houve diferenças entre as progênes das raças de touros avaliadas para as medidas de  
436 EGSinicial ( $P=0,524$ ) e EGSfinal ( $P=0,251$ ; Tabela 9).

437           As medidas iniciais e finais de espessura de gordura sobre o músculo *Biceps femoris*  
438 foram semelhantes entre os grupos maternos (EGPinicial;  $P=0,156$  e EGPfinal;  $P=0,135$ ). Já  
439 em relação aos grupos paternos, apesar da semelhança nas medidas iniciais ( $P=0,978$ ), ao  
440 final do confinamento a progênie de touros Braford apresentou EGP 2,22 mm superior à de  
441 touros Canchim (11,30 vs. 9,08 mm;  $P=0,050$ ), sendo a progênie Caracu semelhante a ambas  
442 (10,13 mm;  $P>0,05$ ).

443 **Tabela 9.** Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia no início  
 444 e final do período de terminação em confinamento de acordo com os grupos genéticos maternos e paternos.

Variáveis <sup>1</sup>	Grupo Genético da Vaca			$P > F^2$	Grupo Genético do Touro			$P > F^2$
	½ Angus + ½ Nelore (AN)	½ Caracu + ½ Nelore (CN)	Nelore		Braford	Canchim	Caracu	
AOLinicial, cm <sup>2</sup>	77,42±2,26	78,91±1,90	76,95±2,37	0,686	75,94±2,72	77,31±2,51	80,02±1,60	0,374
AOLfinal, cm <sup>2</sup>	87,70±2,58	90,54±2,17	87,77±2,57	0,445	87,59±2,96	89,77±2,85	88,65±1,95	0,805
EGSinicial, mm	4,89±0,47 <sup>a</sup>	3,96±0,43 <sup>b</sup>	4,92±0,48 <sup>a</sup>	0,012	4,87±0,51	4,54±0,50	4,36±0,40	0,524
EGSfinal, mm	9,11±0,71 <sup>a</sup>	7,36±0,64 <sup>b</sup>	8,22±0,73 <sup>ab</sup>	0,023	8,83±0,79	8,26±0,75	7,59±0,59	0,251
EGPinicial, mm	6,35±0,60	5,54±0,55	6,38±0,61	0,156	6,13±0,69	6,01±0,67	6,13±0,52	0,978
EGPfinal, mm	10,67±0,81	9,36±0,72	10,48±0,81	0,135	11,30±0,99 <sup>a</sup>	9,08±0,95 <sup>b</sup>	10,13±0,68 <sup>ab</sup>	0,042

445 <sup>1</sup>AOLinicial = Área de olho de lombo aferida no início do período de confinamento; AOLfinal = Área de olho de lombo aferida no final do período de confinamento;  
 446 EGSinicial = Espessura de gordura sobre o músculo *longissimus* aferida no início do período de confinamento; EGSfinal = Espessura de gordura sobre o músculo *longissimus*  
 447 aferida no final do período de confinamento; EGPinicial = Espessura de gordura sobre o músculo *Biceps femoris* aferida no início do período de confinamento; EGPfinal =  
 448 Espessura de gordura sobre o músculo *Biceps femoris* aferida no final do período de confinamento. Médias seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem entre si de  
 449 acordo com o teste ajustado Tukey-Kramer ( $\alpha = 0,05$ ).

450 <sup>2</sup>Probabilidade de erro tipo I.

451 Por meio da abordagem de contrastes verificou-se que a progênie de touros compostos  
 452 apresentou maior GMD (1,45 vs. 1,31 kg/dia;  $P=0,015$ ) e tendência de melhor CA que a  
 453 progênie de touros Caracu (8,33 vs. 8,99;  $P=0,052$ ). Não foram observadas diferenças entre os  
 454 dois grupos para o PCinicial, PCfinal, CMS, CMS % PC, EA e as medidas de AOL, EGS e  
 455 EGP aferidas ao final do confinamento ( $P>0,05$ ; Tabela 10).

456

457 **Tabela 10.** Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para as variáveis de  
 458 desempenho em confinamento e características de carcaça aferidas por ultrassonografia de  
 459 acordo com o grupo genético do touro.

Variáveis <sup>1</sup>	Grupo Genético do Touro <sup>2</sup>		EPM <sup>4</sup>	$P>F^5$
	Composto <sup>3</sup>	Caracu		
PCinicial, kg	427±8,9	429±6,1	8,28	0,829
PCfinal, kg	557±10,7	548±6,8	10,55	0,406
GMD, kg/dia	1,45±0,05	1,31±0,04	0,05	0,015
CMS, kg MS/dia	11,46±0,31	11,39±0,19	0,30	0,824
CMS % PC	2,37±0,05	2,35±0,03	0,05	0,879
CA	8,33±0,35	8,99±0,23	0,33	0,052
EA	0,134±0,008	0,128±0,005	0,007	0,367
AOLfinal, cm <sup>2</sup>	88,68±2,91	88,65±1,95	2,84	0,993
EGSfinal, mm	8,55±0,77	7,59±0,59	0,63	0,135
EGPfinal, mm	10,20±0,97	10,13±0,68	0,89	0,945

460 <sup>1</sup>PCinicial = Peso corporal no início do período de confinamento; PCfinal = Peso corporal no final do período de  
 461 confinamento; GMD = Ganho de peso médio diário; CMS = Consumo de matéria seca médio diário observado;  
 462 CMS % PC = Consumo de matéria seca proporcional ao peso corporal; CA = Conversão alimentar; EA =  
 463 Eficiência alimentar bruta; AOLfinal = Área de olho de lombo aferida no final do período de confinamento;  
 464 EGSfinal = Espessura de gordura sobre o músculo *longissimus* aferida no final do período de confinamento;  
 465 EGPfinal = Espessura de gordura sobre o músculo *Biceps femoris* aferida no final do período de confinamento.

466 <sup>2</sup>Médias consideradas diferentes quando  $P<0,05$ .

467 <sup>3</sup>Raças compostas = Braford e Canchim

468 <sup>4</sup>Erro padrão da média.

469 <sup>5</sup>Probabilidade de erro tipo I.

470

## 471 **Discussão**

472 Pesos elevados ao nascimento podem levar a problemas de distocia, o que acarreta  
 473 importantes perdas econômicas na pecuária de corte, principalmente em sistemas extensivos

474 onde geralmente existem rebanhos grandes e escassez de mão-de-obra (Ahlberg et al., 2016).  
475 O peso ao nascimento médio observado foi de  $31,7\pm 4,3$  kg, valor considerado de baixo risco  
476 quanto à ocorrência de problemas ao parto e próximo ao obtido por Riley et al. (2014), que  
477 relataram valores de  $33,2\pm 6,0$  kg trabalhando com diferentes grupos genéticos formados pelas  
478 raças Angus, Brahman e Romosinuano. No entanto, os resultados obtidos em ambos os  
479 estudos foram menores que o verificado por Casas et al. (2011) em trabalho com bovinos  
480 cruzados originados de diferentes raças zebuínas, taurinas britânicas e continentais ( $42,7\pm 6,5$   
481 kg).

482 Embora o genótipo seja o componente primário na determinação do potencial de  
483 crescimento do feto bovino (Ferrel et al., 1991), sabe-se que a condição nutricional da matriz  
484 durante a gestação também exerce papel fundamental no desenvolvimento fetal (Radunz et  
485 al., 2012; Du et al., 2015). Além destes fatores, Ferrel et al. (1991) relataram que o ambiente  
486 uterino de vacas *Bos indicus* pode limitar o crescimento fetal, principalmente no terço final de  
487 gestação, em que ocorre cerca de 75% do seu desenvolvimento, o que pode estar relacionado  
488 aos resultados obtidos neste estudo em que foram observados menores pesos ao nascimento  
489 (PN) nos filhos de vacas Nelore em relação aos filhos de vacas cruzadas. Calegare et al.  
490 (2009), Lema et al. (2011) e Reggiori et al. (2016) também verificaram que o uso da raça  
491 Nelore como linha materna em cruzamentos pode reduzir o peso ao nascimento dos bezerros.

492 A influência da raça paterna no peso ao nascimento da progênie também foi observada  
493 por outros autores avaliando diferentes raças taurinas e compostas (Cundiff et al., 2001;  
494 Wheeler et al., 2006; Casas et al., 2011 e Casas et al., 2012). Robinson et al. (2013), em  
495 estudo avaliando as fontes de variação em características de desempenho na fase de cria,  
496 relataram que a raça paterna pode contribuir com até 10,6% da variação no peso ao  
497 nascimento. Corroborando com os resultados obtidos no presente estudo, Perotto et al. (1998)  
498 também observaram menor peso ao nascimento na progênie de touros Caracu comparada à de

499 touros Charolês e seus cruzamentos, o que pode contribuir para a menor ocorrência de  
500 distocias na ocasião do parto.

501 A ocorrência de baixo peso a desmama, devido à fraca habilidade materna da matriz  
502 ou ao baixo potencial de crescimento do bezerro, tem efeito negativo importante sobre a  
503 eficiência da cadeia produtiva como um todo, principalmente quando o objetivo é abater  
504 animais em idades jovens. O peso médio a desmama corrigido para 240 dias obtido no  
505 presente estudo foi de  $218 \pm 26,9$  kg, valor semelhante ao observado por Riley et al. (2007)  
506 trabalhando com cruzamentos das raças Angus, Brahman e Romosinuano ( $219 \pm 35,2$  kg), e  
507 superior ao observado por Calegare et al. (2007) trabalhando com cruzamentos utilizando as  
508 raças Nelore, Canchim, Angus e Simental ( $205 \pm 10,9$  kg).

509 As matrizes Nelore desmamaram bezerros 20 e 17 kg mais leves que vacas AN e CN,  
510 respectivamente, o que representa uma diferença de aproximadamente 8% em relação às  
511 matrizes cruzadas, conforme observado também na abordagem de contrastes. Observando-se  
512 o GMD no período, os filhos das matrizes cruzadas apresentaram desempenho 10% maior em  
513 relação aos filhos de vacas Nelore. Estes resultados indicam que a utilização de fêmeas  
514 zebuínas pode trazer menores receitas aos produtores que trabalham com a venda de bezerros  
515 desmamados, quando comparado ao uso de vacas cruzadas.

516 Diversos estudos constataram a superioridade de vacas cruzadas em relação a vacas de  
517 raças puras quanto à habilidade materna, produção de leite e peso da progênie a desmama,  
518 sendo tais resultados relacionados aos ganhos genéticos obtidos por meio da heterose (Ribeiro  
519 et al., 2001; Cerdótes et al., 2004; Calegare et al., 2007; Riley et al., 2007; Riley et al., 2014).  
520 Rodrigues et al. (2014) observaram maiores pesos a desmama ajustados para 210 dias em  
521 filhos de vacas cruzadas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore ( $219 \pm 6$  kg) e  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Caracu ( $210 \pm 5$  kg)  
522 em relação a vacas Angus puras ( $184 \pm 6$  kg) e cruzadas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Hereford ( $186 \pm 5$  kg), e  
523 concluíram que estes resultados ocorreram devido aos maiores ganhos por meio da heterose

524 nos cruzamentos de raças com maior distanciamento genético (*Bos taurus* x *Bos indicus* ou  
525 *Bos taurus* adaptado) em comparação ao cruzamento de duas raças taurinas britânicas.

526 Corroborando com os resultados obtidos no presente estudo, Calegare et al. (2009),  
527 avaliando o desempenho pré e pós-desmama de filhos de vacas Nelore, ½ Angus + ½ Nelore  
528 e tricross (½ Canchim + ¼ Angus + ¼ Nelore e ½ Canchim + ¼ Simental + ¼ Nelore)  
529 verificaram superioridade dos filhos de vacas cruzadas. Muniz e Queiroz (1998) em estudo  
530 comparando o peso a desmama de bezerros de diferentes grupos genéticos, Nelore e cruzados  
531 das raças Angus, Brangus, Canchim, Gelbvieh e Simental, também relataram superioridade  
532 dos bezerros oriundos de vacas cruzadas quando comparados aos filhos de vacas Nelore.  
533 Reggiori et al. (2016) também verificaram menor peso a desmama em filhos de vacas Nelore  
534 em comparação a AN e CN. Quando consideradas as influências das raças paternas, ao  
535 contrário do observado neste trabalho, Cundiff et al. (2001), Cundiff et al. (2004), Wheeler et  
536 al. (2006) e Casas et al. (2012) observaram efeitos significativos no peso a desmama  
537 avaliando diferentes raças taurinas britânicas e continentais.

538 No contexto do presente estudo, o período de recria foi dividido em duas fases devido  
539 às diferenças nutricionais que apresentaram. A Fase 1 se refere a um período de menor  
540 precipitação (período seco), o que reflete em menor disponibilidade de forragem verde, menor  
541 relação folha:colmo e conseqüentemente menor massa de lâmina foliar disponível quando  
542 comparado a Fase 2, de maior precipitação (período de águas), em que há maior quantidade  
543 de forragem verde, maior relação folha:colmo e massa de lâmina foliar disponível, a qual  
544 possui melhores valores nutricionais. Esta sazonalidade na produção e qualidade das  
545 forragens tropicais tem impacto no desempenho animal, tanto que o desempenho geral foi  
546 40% menor na Fase 1 (seca) em comparação a Fase 2 (águas). Assim, pensando no abate de  
547 animais jovens, visando melhorar a eficiência, a sustentabilidade ambiental do sistema de  
548 produção e a qualidade da carne, esta primeira fase pode ser crítica devido às menores taxas

549 de crescimento apresentadas pelos animais, sendo importante, desta forma, verificar grupos  
550 genéticos que apresentam melhor desempenho neste período.

551 Os grupos apresentaram peso médio ao final da recria de  $395 \pm 50$  kg e não foram  
552 observados efeitos significativos das raças maternas e paternas nos pesos ao final do período  
553 seco (PFseca) e final de recria (PFrecria). Foi possível verificar que as diferenças observadas  
554 nos pesos a desmama foram perdidas durante esta fase, pois apesar dos filhos de vacas Nelore  
555 terem iniciado a recria mais leves, houve superioridade destes no ganho de peso médio diário  
556 total neste período (GMD1+2). Isto ocorreu devido a sua recuperação durante a fase seca  
557 (GMD1), em que apresentaram desempenho em torno de 12% superior aos de filhos de vacas  
558 cruzadas, conforme observado na abordagem de contrastes, e também graças à semelhança  
559 verificada no GMD2 (águas), quando os animais foram submetidos a condições nutricionais  
560 melhores.

561 Este melhor desempenho apresentado pelos filhos de vacas Nelore no período seco  
562 provavelmente está relacionado ao maior grau de adaptação dos animais com maior proporção  
563 de sangue zebuino (Burrow et al., 2012), o que é importante para a intensificação de sistemas  
564 de produção em condições tropicais. Além disso, o aumento de peso ao final desta fase pode  
565 representar uma economia na fase de terminação, que geralmente apresenta elevados custos  
566 de execução.

567 Em relação aos grupos genéticos paternos, o desempenho considerando o período total  
568 (GMD1+2) foi semelhante, porém, no período seco a progênie de touros Caracu apresentou  
569 ganho de peso médio diário (GMD1) em torno de 14% superior à progênie de touros Braford.  
570 Esta diferença pode não estar relacionada à maior adaptabilidade da raça Caracu, já que os  
571 filhos de vacas  $\frac{1}{2}$  Caracu +  $\frac{1}{2}$  Nelore foram inferiores aos outros grupos maternos nesta  
572 mesma característica, mas sim a uma maior dificuldade de adaptação da raça Braford, que é  
573 derivada de uma raça taurina britânica (Hereford).

574 Na avaliação dos grupos genéticos formados, ou seja, em que a interação entre os  
575 grupos maternos e paternos foi significativa, houve maior destaque para os animais  $\frac{1}{2}$  Caracu  
576 +  $\frac{1}{2}$  Nelore (Cr + N), que apresentaram o maior GMD1, chegando a ser 57% superior aos  
577 animais  $\frac{1}{2}$  Braford +  $\frac{1}{4}$  Caracu +  $\frac{1}{4}$  Nelore (Bf+CN), resultado que deve ser considerado na  
578 escolha do grupo genético a ser utilizado, principalmente em regiões onde ocorrem secas mais  
579 prolongadas.

580 Foi possível observar que, nas condições deste experimento, qualquer um dos grupos  
581 genéticos maternos e paternos utilizados podem ser considerados adequados para a produção  
582 de animais jovens para o abate, já que geraram animais que chegaram ao final do período de  
583 recria com média de 395 kg de peso corporal, o que representou cerca de 71% do peso de  
584 abate médio dos animais (554 kg).

585 A medida de área de olho de lombo (AOL) é positivamente correlacionada ao peso  
586 corporal (Costa et al., 2002; Kuss et al., 2008) e tida como boa preditora da porcentagem da  
587 porção comestível dos cortes do traseiro, ou seja, dos cortes mais apreciados pelos  
588 consumidores (Tarouco et al., 2007). As maiores medidas de AOL observadas na progênie de  
589 touros Caracu em relação à de touros Braford ao final da recria pode estar relacionada a  
590 possíveis maiores ganhos por meio da heterose obtidos da utilização de uma raça taurina  
591 adaptada em comparação ao uso de raças compostas no cruzamento com as matrizes  
592 utilizadas no estudo, ou ao maior grau de adaptabilidade às condições tropicais da raça Caracu  
593 em relação ao Braford, se traduzindo em maior deposição muscular.

594 De acordo com Sainz et al. (1995), a gordura é o tecido mais variável da carcaça, tanto  
595 em quantidade quanto em distribuição, e as variações em sua deposição podem estar  
596 associadas a fatores como: raça, categoria sexual, peso, maturidade e nutrição. A gordura  
597 subcutânea tem como uma de suas principais funções garantir o isolamento térmico da  
598 carcaça, prevenindo a ocorrência do *cold-shortening* ou encurtamento das fibras musculares

599 durante o processo de resfriamento, que pode prejudicar a maciez da carne (Koohmaraie et al.,  
600 1996).

601 Os maiores valores de espessura de gordura subcutânea sobre os músculos *longissimus*  
602 (EGS) e *Biceps femoris* (EGP) observados nos filhos de vacas Nelore em relação aos filhos de  
603 vacas  $\frac{1}{2}$  Caracu +  $\frac{1}{2}$  Nelore, provavelmente estão ligados ao melhor desempenho dos  
604 primeiros no período total de recria ou a um perfil de crescimento mais tardio dos últimos.  
605 Além disso, quando realizada a abordagem de contrastes esta diferença foi suficiente para  
606 manter a superioridade dos filhos de vacas Nelore em comparação aos de vacas cruzadas (AN  
607 e CN) na EGP. Vale destacar que os valores médios de EGS obtidos já ao final da recria (3,61  
608 mm) estão dentro dos padrões mínimos exigidos pelos frigoríficos em relação à quantidade de  
609 gordura de cobertura sobre o lombo, que seriam a partir de 3 mm (Prado et al., 2008b).

610 Não foram observados efeitos das raças paternas nas medidas de EGS, entretanto, a  
611 progênie de touros Braford foi superior a de touros Canchim quanto às medidas de EGP, o  
612 que pode estar ligado ao fato da raça Braford possuir em sua composição a raça taurina  
613 britânica Hereford ( $\frac{5}{8}$  Hereford +  $\frac{3}{8}$  Zebu), que apresenta maior precocidade na deposição  
614 de gordura na carcaça em relação às raças taurinas continentais como a Charolês, a qual  
615 participa da formação da raça composta Canchim ( $\frac{5}{8}$  Charolês +  $\frac{3}{8}$  Zebu), que apresenta  
616 maior porte (*frame*) e é mais tardia quanto à deposição de gordura na carcaça. Diversos  
617 estudos mostram que raças continentais quando comparadas com raças britânicas e zebuínas  
618 são maiores e mais pesadas, têm maturidade mais tardia e carcaça mais magra à mesma idade  
619 (Cundiff et al., 2000; Cundiff et al., 2001; Cundiff et al., 2004; Barton et al., 2006; Albertí et  
620 al., 2008; Bidner et al., 2009). Desta forma, para mercados que exigem maior acabamento de  
621 gordura, as melhores alternativas consistem na utilização de touros Braford com matrizes  
622 Nelore ou  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore.

623 Os pesos médios de entrada (PCinicial) e saída (PCfinal) do confinamento foram de  
624 428 e 554 kg, respectivamente, com ganho de peso médio diário observado (GMD) de 1,41  
625 kg/dia. Observou-se que os pesos inicial e final em confinamento foram semelhantes  
626 estatisticamente entre os diferentes grupos genéticos maternos e paternos, no entanto, foram  
627 verificadas diferenças no ganho de peso diário. Ao contrário do observado no presente estudo,  
628 Wyatt et al. (2002), trabalhando com raças taurinas e raças compostas derivadas do  
629 cruzamento da raça Brahman com taurinos britânicos e continentais, verificaram efeitos  
630 paternos e maternos no peso final em confinamento, no entanto não verificaram tais  
631 influências no GMD.

632 O maior ganho de peso médio diário verificado nos filhos de vacas AN em relação aos  
633 filhos de vacas Nelore, na ordem de 8%, não refletiu em diferenças significativas no peso  
634 corporal ao final do confinamento. No entanto, é possível observar uma diferença numérica de  
635 17 kg no PCfinal entre os grupos AN e Nelore, o que significa uma diferença de 9 kg de  
636 carcaça, o que pode interferir na receita do produtor. Esta superioridade no GMD  
637 provavelmente está relacionada ao maior consumo de matéria seca absoluto (CMS) e  
638 proporcional ao peso corporal (CMS % PC) apresentado por estes animais, o que não  
639 ocasionou diferenças na conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar bruta (EA), variáveis  
640 que são bastante relacionadas com a lucratividade. Clímaco et al. (2011) trabalhando com  
641 animais Bonsmara, Tabapuã e cruzados  $\frac{1}{2}$  Bonsmara +  $\frac{1}{2}$  Nelore e  $\frac{1}{2}$  Bonsmara +  $\frac{1}{4}$  Angus +  
642  $\frac{1}{4}$  Nelore também observaram maiores CMS e GMD nos animais oriundos de matrizes  
643 cruzadas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore.

644 Owens et al. (1993) e Rubiano et al. (2009) relataram que animais cruzados  
645 apresentam maiores exigências nutricionais e possuem maior capacidade de ingestão, pois  
646 requerem maiores teores de energia na dieta para ganho de peso e deposição de gordura na  
647 carcaça. Além disso, vários trabalhos verificaram incrementos no desempenho em

648 confinamento em animais cruzados comparados aos *Bos indicus*, relacionando tais resultados  
649 ao maior consumo de alimentos ou aos ganhos em função da heterose (Perotto et al., 2000;  
650 Menezes et al., 2005; Maggioni et al., 2010).

651 Quando comparadas as raças paternas, foi verificado GMD 10% maior na progênie de  
652 touros Braford em relação à progênie de touros Caracu e, assim como nos grupos maternos,  
653 isto não se refletiu em diferença significativa no PCfinal, entretanto observou-se diferença  
654 numérica de 13 kg nesta característica entre tais grupos. Esta diferença no GMD levou  
655 também à superioridade das raças compostas para esta variável na avaliação de contrastes,  
656 entretanto o CMS foi semelhante entre os grupos.

657 Estes resultados também não foram suficientes para interferir nos índices de CA e EA  
658 quando comparadas as progênies separadamente. No entanto, quando avaliados os contrastes,  
659 houve evidência de melhor CA para as progênies de raças compostas comparadas à progênie  
660 de touros Caracu, o que do ponto de vista econômico é uma resposta negativa desta raça  
661 taurina adaptada quando confrontada com as raças Braford e Canchim.

662 No que diz respeito às avaliações de carcaça por ultrassonografia no início e no final  
663 do período de terminação, os valores médios de AOL obtidos nestas ocasiões foram de 77,76  
664 e 88,67 cm<sup>2</sup>, respectivamente, resultando em ganhos médios de 10,91 cm<sup>2</sup> no período. Não  
665 foram observados efeitos maternos e paternos nestas variáveis em ambas as ocasiões,  
666 destacando-se principalmente a medida obtida ao final do período de terminação, que está  
667 relacionada com a musculosidade dos animais na ocasião do abate.

668 As medidas de EGS médias observadas ao início e final do confinamento foram de  
669 4,59 e 8,22 mm, respectivamente, ou seja, os animais depositaram em média de 3,63 mm de  
670 gordura subcutânea no lombo no período. Estes valores são bastante satisfatórios e enquadram  
671 os animais nos padrões desejados pela indústria frigorífica brasileira, que considera como  
672 valores viáveis entre 3 e 10 mm (Lage et al., 2012).

673 A superioridade dos filhos de vacas AN comparados aos de vacas CN quanto às  
674 medidas de EGS aferidas no início do confinamento se manteve ao final do período, o que  
675 pode estar relacionado à presença da raça Angus nos primeiros, promovendo melhor  
676 deposição de gordura. Com relação aos filhos de vacas Nelore, as maiores medidas de EGS  
677 observadas no início do período de terminação em comparação aos filhos de vacas CN se  
678 devem ao melhor desempenho destes no período de recria e, ao final do confinamento, apesar  
679 da diferença numérica média de cerca de 0,9 mm, os valores foram estatisticamente  
680 semelhantes.

681 Com relação às medidas de EGP, as médias no início e no final do período de  
682 terminação foram de 6,09 e 10,17 mm, respectivamente, resultando em ganhos médios de  
683 4,08 mm. Não foram observadas influências dos grupos genéticos maternos em ambas as  
684 mensurações, e quanto às raças paternas a avaliação inicial não foi diferente entre as  
685 progênes. Já quanto à avaliação ao final do confinamento, a progênie de touros Braford  
686 apresentou maior EGP em comparação aos animais provenientes de touros Canchim,  
687 seguindo a tendência observada ao final do período de recria e corroborando com os estudos  
688 que atestam a superioridade de raças taurinas britânicas em relação às continentais quanto à  
689 deposição de gordura na carcaça, sendo estas últimas consideradas mais tardias (Cross et al.  
690 1984; Casas et al., 2006; Prado et al., 2008a; Bidner et al., 2009). Estes resultados sugerem a  
691 necessidade de abater filhos de touros Canchim com pesos mais elevados, visando aumentar o  
692 grau de acabamento.

693

## 694 **Conclusões**

695 No sistema de produção avaliado, o uso de matrizes cruzadas promove incremento na  
696 produtividade até a desmama, porém estes benefícios não se mantêm nas fases de recria e

697 terminação. Quando o objetivo é elevar o grau de acabamento de gordura das carcaças, o uso  
698 de vacas ½ Angus + ½ Nelore e Nelore se colocam como melhores opções.

699 Com relação às raças paternas avaliadas, a utilização de touros Braford permite  
700 melhorias no acabamento de gordura da carcaça no período de terminação, entretanto,  
701 avaliando-se outras variáveis de carcaça e desempenho nas diferentes fases de criação, as  
702 raças Braford, Canchim e Caracu produzem resultados semelhantes.

703

#### 704 **Agradecimentos**

705 Os autores agradecem à Universidade Estadual de Londrina e também à Embrapa  
706 Gado de Corte, ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico -  
707 Processo nº 476203/2013-9) e à Fundect (Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino,  
708 Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul - Processos nº 123/2014 e 037/2015)  
709 pelo suporte financeiro para a realização desta pesquisa, à CAPES (Coordenação de  
710 Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudos e à  
711 Connan Nutrição Animal pelo fornecimento dos suplementos nutricionais.

712

#### 713 **Literatura Citada**

714 Ahlberg, C. W., L. A. Kuehn, R. M. Thallman, S. D. Kachman, W. M. Snelling, and M. L.  
715 Spangler. 2016. Breed effects and genetic parameter estimates for calving difficulty and  
716 birth weight in a multibreed population. *J. Anim. Sci.* 94:1857-1864.

717

718 Albertí, P., B. Panea, C. Sañudo, J. L. Olleta, G. Ripoll, P. Ertjberg, M. Christensen, S. Gigli,  
719 S. Failla, S. Concetti, J. F. Hocquette, R. Jailler, S. Rudel, G. Renand, G. R. Nute, R. I.  
720 Richardson, and J. L. Williams. 2008. Live weight, body size and carcass characteristics  
721 of young bulls of fifteen European breeds. *Livest. Sci.* 114:19-30.

722

723 AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem. Arlington: VA.

724

725 Bartoň, L., D. Řehák, V. Teslík, D. Bureš, and R. Zahrádková. 2006. Effect of breed on  
726 growth performance and carcass composition of Aberdeen Angus, Charolais, Hereford  
727 and Simmental bulls. *Czech J. Anim. Sci.* 51:47-53.

- 728 Bidner, T. D., P. E. Humes, W. E. Wyatt, D. E. Franke, W. A. Perisca, G. T. Gentry, and D.C.  
729 Blouin. 2009. Influence of Angus and Belgian Blue bulls mated to Hereford x Brahman  
730 cows on growth, carcass traits, and longissimus steak shear force. *J. Anim. Sci.*  
731 *87:1167–1173.*  
732
- 733 Burrow, H. M. 2012. Importance of adaptation and genotype x environment interactions in  
734 tropical beef breeding systems. *Anim.*, *6:729-740.*  
735
- 736 Calegare, L., M. M. Alencar, I. U. Packer, and D. P. D. Lanna. 2007. Energy requirements  
737 and cow/calf efficiency of Nellore and Continental and British *Bos taurus* x Nellore  
738 crosses. *J. Anim. Sci.* *85:2413-2422.*  
739
- 740 Calegare, L. M. M., Alencar, I. U. Packer, P. R. Leme, C. L. Ferrell, and D. P. D. Lanna.  
741 2009. Pre-weaning performance and body composition of calves from straightbred  
742 Nellore and *Bos taurus* x Nellore crosses. *J. Anim. Sci.* *87:1814-1820.*  
743
- 744 Casas, E. and L. V. Cundiff. 2006. Postweaning growth and carcass traits in crossbred cattle  
745 from Hereford, Angus, Norwegian Red, Swedish Red and White, Friesian, and Wagyu  
746 maternal grandsires. *J. Anim. Sci.* *84:305-310.*  
747
- 748 Casas, E., R. M., Thallman, and L. V. Cundiff. 2011. Birth and weaning traits in crossbred  
749 cattle from Hereford, Angus, Brahman, Boran, Tuli, and Belgian Blue sires. *J. Anim.*  
750 *Sci.* *89:979-987.*  
751
- 752 Casas, E., R. M., Thallman, and L. V. Cundiff. 2012. Birth and weaning traits in crossbred  
753 cattle from Hereford, Angus, Norwegian Red, Swedish Red and White, Wagyu, and  
754 Friesian sires. *J. Anim. Sci.* *90:2916-2920.*  
755
- 756 Cerdótes, L., J. Restle, D. C. Alves Filho, M. F. B. L. Nörnberg, J. L. Nörnberg, I. Heck, and  
757 M. F. Silveira. 2004. Production and composition of milk of cows of four genetic  
758 groups submitted to two feeding managements during the lactation period. *Rev. Bras.*  
759 *Zootec.* *33:610-622.*  
760
- 761 Clímaco, S. M., E. L. A. Ribeiro, I. Y. Mizubuti, L. D. F. Silva, M. A. F. Barbosa, and A. M.  
762 Bridi. 2011. Desempenho e características de carcaça de bovinos de corte de quatro  
763 grupos genéticos terminados em confinamento. *Rev. Bras. Zootec.* *40:1562-1567.*  
764
- 765 Costa, E. C., J. Restle, F. N. Vaz, D. C. Alves Filho, R. A. L. C. Bernardes, and F. Kuss.  
766 2002. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoce abatidos com  
767 diferentes pesos. *Rev. Bras. Zootec.* *31:119-128.*  
768
- 769 Cross, H. R., J. D. Crouse, and M. D. Macneil. 1984. Influence of breed, sex, age and  
770 electrical stimulation on carcass and palatability traits of three bovine muscles. *J. Anim.*  
771 *Sci.* *58:1358-1365.*  
772
- 773 Cundiff, L. V., K. E. Gregory, T. L. Wheeler, S. D. Shackelford, M. Koohmaraie, H. C.  
774 Freetly, and D. D. Lunstra. 2000. Preliminary results from Cycle V of the cattle  
775 Germplasm Evaluation Program at the Roman L. Hruska U. S. Meat Animal Research  
776 Center. USDA-ARS, RLHUSMARC Beef Cattle Research Program, GPE Progress  
777 Report, n.19, p.1-13. ARS/USDA, Clay Center, NE.

- 778 Cundiff, L. V., T. L. Wheeler, S. D. Shackelford, M. Koohmaraie, R. M. Thallman, K. E.  
779 Gregory, and L.D. Van Vleck. 2001. Preliminary results from Cycle VI of the cattle  
780 Germplasm Evaluation Program at the Roman L. Hruska U. S. Meat Animal Research  
781 Center. USDA-ARS, RLHUSMARC Beef Cattle Research Program, GPE Progress  
782 Report, n.21, p.1-13. ARS/USDA, Clay Center, NE.  
783
- 784 Cundiff, L. V., T. L. Wheeler, K. E. Gregory, S. D. Shackelford, M. Koohmaraie, R. M.  
785 Thallman, G. D. Snowder, and L.D. Van Vleck. 2004. Preliminary results from Cycle  
786 VII of the cattle Germplasm Evaluation Program at the Roman L. Hruska U. S. Meat  
787 Animal Research Center. USDA-ARS, RLHUSMARC Beef Cattle Research Program,  
788 GPE Progress Report, n.22, p.1-16. ARS/USDA, Clay Center, NE..  
789
- 790 De Smet, S. and E. Vossen. 2016. Meat: The balance between nutrition and health. A review.  
791 Meat Sci. 120:145-156.  
792
- 793 Du, M., W. Bo, X. Fu, Q. Yang, and M. Zhu. 2015. Fetal programming in meat production,  
794 Meat Sci. 109:40-47.  
795
- 796 Elzo, M. A., D. D. Johnson, J. G. Wasdin, and J. D. Driver. 2012. Carcass and meat  
797 palatability breed differences and heterosis effects in an Angus–Brahman multibreed  
798 population. Meat Sci. 90:87-92.  
799
- 800 Ferraz, J. B. S. and P. E. Felício. 2010. Production systems – An example from Brazil. Meat  
801 Sci. 84:238-243.  
802
- 803 Ferrel, C. L. Maternal and fetal influences on uterine and conceptus development in the cow:  
804 1. Growth of tissues of the gravid uterus. J. Anim. Sci. v.69, p.1945-1953, 1991.  
805
- 806 Gama, L. T., M. C. Bressan, E. C. Rodrigues, L. V. Rossato, O. C. Moreira, S. P. Alves, and  
807 R. J. B. Bessa. 2013. Heterosis for meat quality and fatty acid profiles in crosses among  
808 *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. Meat Sci. 93:98-104.  
809
- 810 Gregory, K. E., L. A. Swiger, R. M. Koch, L. J. Sumption, W. W. Rowden, and J. E. Ingalls.  
811 1965. Heterosis in preweaning traits of beef cattle. J. Anim. Sci. 24:21-28.  
812
- 813 Koohmaraie, M., M. E. Doumit, and T. L. Wheeler. 1996. Meat toughening does not occur  
814 when rigor shortening is prevented. J. Anim. Sci. 74:2935-2942.  
815
- 816 Kuss, F., J. L. Moletta, D. Perotto, M. C. Paula, A. S. Martins, N. L. Silva, and M. C. J. Leme.  
817 2008. Carça e carne de novilhos cruzas de Pardo Suíço x Canchim e Purunã x  
818 Canchim terminados em confinamento. Cienc. Rural. 38:1061-1066.  
819
- 820 Lage, J. F., P. V. R. Paulino, S. C. Valadares Filho, E. J. O. Souza, M. S. Duarte, P. D. B.  
821 Benedeti, N. K. P. Souza, and R. B. Cox. 2012. Influence of genetic type and level of  
822 concentrate in the finishing diet on carcass and meat quality traits in beef heifers. Meat  
823 Sci. 90:770-774.  
824
- 825 Lema, O. M., D. Gimeno, N. J. L. Dionello, and E. A. Navajas. 2011. Pre-weaning  
826 performance of Hereford, Angus, Salers and Nellore crossbred calves: Individual and  
827 maternal additive and non-additive effects Livest. Sci., 142:288–297.

- 828 Maggioni, D., J. A. Marques, P. P. Rotta, D. Perotto, T. Ducatti, J. V. Visentainer, and I. N.  
829 Prado. 2010. Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. *Livest.*  
830 *Sci.* 127:176-182.  
831
- 832 Menezes, L. F. G. and J. Restle. 2005. Desempenho de novilhos de gerações avançadas do  
833 cruzamento alternado entre as raças Charolês e Nelore, terminados em confinamento.  
834 *Rev. Bras. Zootec.* 34:1927-1937.  
835
- 836 Miguel, G. Z., M. H. Faria, R. O. Roça, C. T. Santos, S. P. Suman, A. B. G. Faitarone, N. L.  
837 C. Delbern, L. V. C. Girao, J. M. Homem, E. K. Barbosa, L. S. Su, F. D. Resende, G. R.  
838 Siqueira, A. D. Moreira, and T. V. Savian. 2014. Immunocastration improves carcass  
839 traits and beef color attributes in Nelore and Nelore × Aberdeen Angus crossbred  
840 animals finished in feedlot. *Meat Sci.* 96:884-891.  
841
- 842 Muniz, C. A. S. D. and S. A. Queiroz. 1998. Avaliação do peso a desmama e do ganho médio  
843 de peso de bezerros cruzados no estado do Mato Grosso do Sul. *Rev. Bras. Zootec.*  
844 27:504-512.  
845
- 846 NRC. 1996. Nutrients requirements of beef cattle. 7th Revised ed. National Research Council.  
847 Washington: National Academy Press. 1996. 242p.  
848
- 849 Owens, F. N., P. Dubeski, and C. F. Hanson. 1993. Factors that alter the growth and  
850 development of ruminants. *J. Anim. Sci.* 71:3138-3150.  
851
- 852 Perotto, D., A. C. Cubas, J. L. Molettra, and C. Lesskiu. 1998. Pesos ao nascimento e à  
853 desmama e ganho de peso do nascimento à desmama de bovinos Charolês, Caracu e  
854 cruzamentos recíprocos. *Rev. Bras. Zootec.* 27:730-737.  
855
- 856 Perotto, D., J. L. Moletta, J. E. P. Oliveira, and C. Lesskiu. 2000. Consumo e conversão  
857 alimentar de machos bovinos inteiros Charolês, Caracu e cruzamentos recíprocos em  
858 confinamento. *Rev. Bras. Zootec.* 29:108-116.  
859
- 860 Prado, I. N., J. A. Aricetti, P. P. Rotta, R. M. Prado, D. Perotto, J. V. Visentainer, and M.  
861 Matsushita. 2008a. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile  
862 of the *longissimus* muscle of bulls (*Bos taurus indicus* vs. *Bos taurus taurus*) finished in  
863 pasture systems. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 21:1449-1457.  
864
- 865 Prado, I. N., P. P. Rotta, R. M. Prado, J. V. Visentainer, J. L. Moletta, and D. Perotto. 2008b.  
866 Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Purunã  
867 and ½ Purunã vs. ½ Canchim bulls. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 21:1296-1302.  
868
- 869 RAA. 2018. Relatório de Avaliação Ambiental - Campo Grande/MS. Disponível em:  
870 <https://www.campogrande.ms.gov.br/planurb/downloads/relatorio-de-avaliacao-ambiental-raa-capitulo-1>. Acesso em: 05 de Janeiro de 2018.  
871  
872
- 873 Radunz, A. E., F. L. Fluharty, A. E. Relling, T. L. Feliz, L. M. Shoup, H. N. Zerby, and S. C.  
874 Loerch. 2012. Parturition dietary energy source fed to beef cows: II. Effects on progeny  
875 postnatal growth, glucose tolerance, and carcass composition. *J. Anim. Sci.* 90:4962-  
876 4974.

- 877 Reggiori, M. R., R. A. A. Torres Júnior, G. R. O. Menezes, J. V. F. Battistelli, L. O. C. Silva,  
878 M. M. Alencar, J. C. K. Oliveira, F. J. C. Faria. 2016. Precocidade sexual, eficiência  
879 reprodutiva e desempenho produtivo de matrizes jovens Nelore e cruzadas. *Arq. Bras.*  
880 *Med. Vet. Zootec.* 68:1563-1572.
- 881
- 882 Ribeiro, E. L. A., J. Restle, M. A. Rocha, I. Y. Mizubuti, and L. D. F. Silva. 2001. Productive  
883 efficiency of Angus and Charolais primiparous cows. *Rev. Bras. Zootec.* 30:125-132.
- 884
- 885 Riley, D. G., C. C. Chase Jr., S. W. Coleman, and T. A. Olson. 2007. Evaluation of birth and  
886 weaning traits of Romosinuano calves as purebreds and crosses with Brahman and  
887 Angus. *J. Anim. Sci.* 85:289-298.
- 888
- 889 Riley, D. G., C. C. Chase Jr., S. W. Coleman, and T. A. Olson. 2014. Evaluation of the  
890 Criollo breed Romosinuano as purebred and crossbred cows with Brahman and Angus  
891 in Florida. II. Maternal influence on calf traits, cow weight, and measures of maternal  
892 efficiency. *J. Anim. Sci.* 92:1911-1919.
- 893
- 894 Robinson, D. L.; L. M. Cafe, and P. L. Greenwood. 2013. Meat science and muscle biology  
895 symposium: Developmental programming in cattle: Consequences for growth,  
896 efficiency, carcass, muscle, and beef quality characteristics. *J. Anim. Sci.* 91:1428-1442.
- 897
- 898 Rodrigues, P. F., L. M. Menezes, R. C. C. Azambuja, R. W. Suñe, I. D. Barbosa Silveira, and  
899 F. F. Cardoso. 2014. Milk yield and composition from Angus and Angus-cross beef  
900 cows raised in southern Brazil. *J. Anim. Sci.* 92:2668-2676.
- 901
- 902 Rotta, P. P., R. M. Prado, I. N. Prado, M. V. Valero, J. V. Visentainer, and R. R. Silva. 2009.  
903 The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of brazilian cattle  
904 on carcass characteristics and beef composition and appearance: A review. *Asian-*  
905 *Australas. J. Anim. Sci.* 22:1718-1734.
- 906
- 907 Rubiano, G. A. G., M. B. Arrigoni, C. L. Martins, E. Rodrigues, H. C. Gonçalves, and C. N.  
908 Angerami. 2009. Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de  
909 bovinos superprecoces das raças Canchim, Nelore e seus mestiços. *Rev. Bras. Zootec.*  
910 38:2490-2498.
- 911
- 912 Sainz, R. D., F. De La Torre, and J. W. Olltjen. 1995. Compensatory growth and carcass  
913 quality in growthrestricted and refered beef steers. *J. Anim. Sci.* 73:2971-2979.
- 914
- 915 Santana Jr., M. L., J. P. Eler, F. F. Cardoso, L. G. Albuquerque, A. B. Bignardi, and J. B. S.  
916 Ferraz. 2012. Genotype by environment interaction for birth and weaning weights of  
917 composite beef cattle in different regions of Brazil. *Livest. Sci.* 149:242-249.
- 918
- 919 SAS. 2008. *Statistics Analysis System – AS User’s Guide: Statistics. Version 9.2.* Cary: NC:  
920 SAS Institute.
- 921
- 922 Tarouco, J. U., J. F. P. Lobato, A. K. Tarouco, and G. I. S. Massia. 2007. Comparação entre  
923 medidas ultra-sônicas e da carcaça na predição da composição corporal em bovinos.  
924 Estimativas do peso e da porcentagem dos cortes comerciais do traseiro. *Rev. Bras.*  
925 *Zootec.* 36:2092-2101.

- 926 UN. 2013. United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Population Division.  
927 World Population Prospects: The 2012 Revision, Highlights and Advance Tables.  
928 Working Paper No. ESA/P/WP.228.  
929
- 930 Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Symposium: carbohydrate  
931 methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*  
932 74:3583-3597.  
933
- 934 Weiss, W. P., H. R. Conrad, and N. R. St. Pierre. 1992. A theoretically-based model for  
935 predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Anim. Feed Sci.*  
936 *Technol.* 39:95-110.  
937
- 938 Wheeler, T. L., L. V. Cundiff, L. D. Van Vleck, G. D. Snowder, R. M. Thallman, S. D.  
939 Shackelford, and M. Koohmaraie. 2006. Preliminary results from Cycle VIII of the  
940 cattle Germplasm Evaluation Program at the Roman L. Hruska U. S. Meat Animal  
941 Research Center. USDA-ARS, RLHUSMARC Beef Cattle Research Program, GPE  
942 Progress Report, n.23, p.1-12. ARS/USDA, Clay Center, NE.  
943
- 944 Wheeler, T. L., L. V. Cundiff, S. D. Shackelford, and M. Koohmaraie. 2010. Characterization  
945 of biological types of cattle (Cycle VIII): Carcass, yield, and longissimus palatability  
946 traits, *J. Anim. Sci.* 88:3070-3083.  
947
- 948 Whipple, G., M. Koohmaraie, M. E. Dikeman, J. D. Crouse, M. C. Hunt, and R. D. Klemm.  
949 1990. Evaluation of attributes that affect longissimus muscle tenderness in *Bos taurus*  
950 and *Bos indicus* cattle. *J. Anim. Sci.* 68:2716-2728.  
951
- 952 Wyatt, W. E., T. D. Bidner, P. E. Humes, D. E. Franke, and D. C. Blouin. 2002. Cow-calf and  
953 feedlot performances of Brahman-derivative breeds. *J. Anim. Sci.* 80:3037-3045.

## **5 ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO**

**Artigo 2 – Diferentes grupos genéticos aplicados a sistemas tropicais de produção de bovinos de corte visando o abate de animais jovens: características de carcaça e qualidade da carne<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Artigo científico escrito com base nas normas para publicação do periódico *Journal of Animal Science* (ANEXO B), exceto o idioma, que está em português.

1 **Diferentes grupos genéticos aplicados a sistemas tropicais de produção de bovinos de**  
2 **corte visando o abate de animais jovens: características de carcaça e qualidade da carne**

3  
4 **Resumo**

5 O presente estudo teve como objetivo avaliar as influências de diferentes grupos genéticos  
6 maternos e paternos nas características de carcaça e qualidade da carne de bovinos cruzados  
7 produzidos em ambiente tropical. Foram avaliados 123 animais, sendo 60 fêmeas e 63 machos  
8 castrados de duas safras consecutivas, oriundos da inseminação de matrizes Nelore, ½ Angus  
9 + ½ Nelore (AN) e ½ Caracu + ½ Nelore (CN) com touros Braford, Canchim e Caracu. Os  
10 animais foram recriados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu por 12 meses,  
11 terminados em confinamento e abatidos com média de  $24,7 \pm 1,4$  meses e  $546 \pm 60$  kg. Ao abate  
12 obteve-se o peso de carcaça quente (PCQ) para o cálculo do rendimento de carcaça (RC).  
13 Após 24 horas de resfriamento das carcaças avaliou-se o pH, a área do músculo *longissimus*  
14 (AOL), a espessura de gordura sobre o *longissimus* (EGS), os escores visuais de acabamento,  
15 distribuição de gordura e marmoreio e os componentes de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ). Amostras do  
16 *longissimus* foram coletadas e analisadas quanto ao teor de extrato etéreo (EE), força de  
17 cisalhamento (FC), perdas por cozimento, perdas por exsudação e cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) após zero e  
18 sete dias de maturação. Observou-se maior RC nos filhos de vacas Nelore em relação aos de  
19 vacas CN ( $P=0,037$ ). Não foram verificados efeitos dos grupos genéticos maternos nas  
20 medidas de AOL e EGS ( $P>0,05$ ). Maiores escores visuais de acabamento ( $P=0,038$ ),  
21 distribuição de gordura ( $P=0,003$ ) e marmoreio ( $P=0,035$ ) foram verificados em filhos de  
22 vacas AN em relação aos de vacas CN. Maiores teores de EE foram observados no músculo  
23 *longissimus* de filhos de vacas AN e Nelore em relação aos de vacas CN ( $P=0,05$ ;  $P=0,046$ ).  
24 Maiores valores de FC foram observados nas amostras não maturadas obtidas de filhos de  
25 vacas Nelore em comparação às de filhos de vacas AN e CN ( $P=0,042$ ;  $P=0,003$ ). A progênie

26 de touros Canchim apresentou maior PCQ ( $P=0,027$ ) e RC ( $P=0,01$ ) que a de touros Caracu.  
27 A progênie de touros Braford apresentou maior EGS ( $P=0,03$ ;  $P=0,05$ ) e melhor distribuição  
28 de gordura na carcaça ( $P=0,008$ ;  $P=0,0008$ ) que as progênies dos touros Canchim e Caracu.  
29 Não houve efeito das raças paternas na AOL e nos valores de EE e FC ( $P>0,05$ ). O uso de  
30 matrizes Nelore resulta em animais com maior rendimento de carcaça, entretanto com carne  
31 não maturada menos macia. Porém, o processo de maturação por sete dias é suficiente para  
32 desfazer esta diferença. A utilização de matrizes  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore permite maiores níveis  
33 de acabamento, distribuição de gordura e marmoreio em relação aos animais oriundos de  
34 vacas  $\frac{1}{2}$  Caracu +  $\frac{1}{2}$  Nelore. Raças paternas compostas geram melhores resultados que a raça  
35 Caracu, pois touros Canchim produzem animais com carcaças mais pesadas e de maior  
36 rendimento, e touros Braford geram animais com melhor deposição de gordura. Entretanto, tal  
37 superioridade não ocorre nas características de qualidade da carne.

38

39 **Palavras-chave:** *Bos indicus*, *Bos taurus*, cor, gordura subcutânea, maciez, raças adaptadas.

40

41 **Different genetic groups applied to tropical systems of beef cattle production aiming to**  
42 **slaughter young animals: carcass and meat quality traits**

43

44 **Abstract**

45 The aim of this study was to evaluate the influence of sire and dam breeds on carcass traits  
46 and meat quality of crossbred cattle produced in a tropical environment. Over a two year  
47 experiment 123 animals were evaluated (60 heifers and 63 castrated steers). Animals were  
48 produced from mating Nelore,  $\frac{1}{2}$  Nelore +  $\frac{1}{2}$  Angus (AN) and  $\frac{1}{2}$  Nelore +  $\frac{1}{2}$  Caracu (CN)  
49 dams with Braford, Charbray and Caracu sires, and raised grazing *Brachiaria brizantha* cv.  
50 Marandu for 12 months, finished in feedlot and slaughtered with  $24.7 \pm 1.4$  months of age and

51 554±60 kg of body weight. At slaughter, hot carcass weight (HCW) was obtained to calculate  
52 carcass dressing percentage (CD). Following 24 hours chill, ultimate pH, *longissimus* muscle  
53 area (REA), backfat thickness (BFT), carcass backfat, fat distribution, *longissimus* marbling  
54 visual scores, and color components (L\*, a\*, b\*) were measured. *Longissimus* samples were  
55 collected and analyzed for ether extract (EE), Warner Bratzler shear force (WBSF), cooking  
56 and exudation losses and color (L\*, a\*, b\*) after aging for 0 and 7 days. Greater CD was  
57 observed in the offspring of Nellore cows compared to those of CN cows ( $P=0.037$ ). There  
58 were no dam breed effect on REA and BFT ( $P>0.05$ ). Greater backfat ( $P=0.038$ ), distribution  
59 ( $P=0.003$ ) and marbling ( $P=0.035$ ) scores were verified in offspring of AN cows compared to  
60 CN cows. Greater EE values were obtained from the *longissimus* muscle from the offspring of  
61 AN and Nellore cows compared to CN cows ( $P=0.05$ ;  $P=0.046$ ). Greater WBSF values were  
62 observed in non aged samples obtained from Nellore cows offspring compared to those  
63 obtained from AN and CN offspring ( $P=0.042$ ;  $P=0.003$ ). The Charbray progeny presented  
64 greater HCW ( $P=0.027$ ) and CD ( $P=0.01$ ) than that of Caracu bulls. Braford progeny  
65 presented greater BFT ( $P=0.03$ ;  $P=0.05$ ) and better fat distribution score ( $P=0.008$ ;  $P=0.0008$ )  
66 than the Charbray and Caracu progenies. No sire breed effects were observed in REA, EE and  
67 WBSF ( $P>0.05$ ). The use of Nellore dams results in animals with greater carcass dressing, but  
68 less tender meat when not aged. However, the maturation process for seven days is sufficient  
69 to undo this difference. The use of ½ Angus + ½ Nellore dams allows greater levels of carcass  
70 backfat, fat distribution and marbling in relation to animals from ½ Caracu + ½ Nellore cows.  
71 Composite sire breeds produce better results than Caracu, since Charbray bulls produces  
72 heavier and greater yielding carcass, and Braford bulls produces animals with better fat  
73 deposition. However, such superiority does not occur in the meat quality traits.

74

75 **Keywords:** adapted breeds, *Bos indicus*, *Bos taurus*, color, subcutaneous fat, tenderness.

## 76 **Introdução**

77           Dentro da cadeia produtiva da pecuária de corte existem diversos fatores que  
78 influenciam na qualidade da carne. Weeranantanaphan et al. (2011) elencaram características  
79 ligadas diretamente ao animal como grupo genético, categoria sexual, maturidade e peso, e  
80 descreveram também aspectos inerentes ao sistema de produção e estratégia nutricional  
81 empregada, além de fatores voltados ao manejo pré-abate e processamento *post mortem*,  
82 industrial e tecnológico.

83           No contexto do fator genético dos animais, a exploração da heterose e da  
84 complementaridade por meio do cruzamento entre diferentes raças tem como principal  
85 objetivo ajustar o sistema produtivo aos recursos nutricionais e climáticos presentes, levando  
86 a um incremento nos índices produtivos e à melhoria da qualidade da carne, de modo que  
87 sejam atendidas as exigências do mercado consumidor (Calegare et al., 2009; Ducatti et al.,  
88 2009; Diniz et al., 2016).

89           Diversos estudos demonstraram que animais *Bos taurus* são mais precoces, expressam  
90 melhor desempenho em confinamento e apresentam carne mais macia e com maior  
91 quantidade de gordura intramuscular quando comparados a animais *Bos indicus* (Prado et al.,  
92 2009; Maggioni et al., 2010; Ito et al., 2012). Em contrapartida, não apresentam o grau de  
93 adaptabilidade às condições tropicais e a resistência a ectoparasitos que os zebuínos possuem  
94 (Burrow et al., 2012), o que pode interferir no seu desempenho e viabilidade quando  
95 utilizadas como raças puras.

96           Diante disso, uma possível alternativa é a utilização de raças taurinas adaptadas como  
97 a Caracu, ou raças compostas como Braford e Canchim em esquemas de cruzamentos, que  
98 podem ser realizados com matrizes Nelore ou cruzadas, buscando-se opções para aumentar a  
99 produtividade e eficiência da pecuária, além de melhorar as características da carne obtida,  
100 mantendo-se bom grau de adaptabilidade (Wheeler et al., 2010).

101 Dentro deste contexto, este estudo teve o objetivo de avaliar as influências de  
102 diferentes grupos genéticos maternos e paternos adaptados ao clima tropical nas  
103 características de carcaça após o abate e na qualidade da carne de bovinos cruzados recriados  
104 em pastagens tropicais e terminados em confinamento.

105

## 106 **Material e Métodos**

107 O estudo foi conduzido no Centro Nacional de Pesquisas em Gado de Corte (Embrapa  
108 Gado de Corte), situado na cidade de Campo Grande, estado de Mato Grosso do Sul (MS),  
109 Brasil, e todos os procedimentos adotados foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de  
110 Animais da instituição de pesquisa em questão (Processo nº 12/2014 – Anexo A).

111 Durante dois anos de experimento (Ano 1 = 2013 a 2014 e Ano 2 = 2014 a 2015)  
112 foram avaliados 123 bovinos cruzados (Ano 1 = 29 machos e 26 fêmeas; Ano 2 = 34 machos  
113 e 34 fêmeas). Os grupos genéticos avaliados estão apresentados na Tabela 1 e foram oriundos  
114 do acasalamento de matrizes contemporâneas Nelore, ½ Angus + ½ Nelore (AN) e ½ Caracu  
115 + ½ Nelore (CN), nascidas nos anos de 2007, 2008 e 2009, com touros das raças Braford  
116 (n=09), Canchim (n=10) e Caracu (n=18, incluindo os utilizados para repasse), por meio da  
117 técnica de inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Durante a estação de monta, realizada  
118 entre os meses de Dezembro e Fevereiro dos anos de 2012 (Ano 1) e 2013 (Ano 2), e o  
119 período de cria dos bezerros, as vacas permaneceram em pastagens de *Brachiaria* spp. e  
120 *Panicum* spp., com lotação aproximada de 1 unidade animal (UA) por hectare (ha), recebendo  
121 suplementação mineral.

122 Para a produção das matrizes e dos animais experimentais foram escolhidos touros  
123 participantes de programas de melhoramento genético de suas respectivas raças (Angus,  
124 Nelore, Braford, Canchim e Caracu). Nesta escolha optou-se por touros de diferentes  
125 linhagens de cada uma das raças, visando-se obter boa representatividade das mesmas.

126 **Tabela 1.** Grupos genéticos avaliados no estudo.

Raças paternas	Grupos genéticos maternos		
	Nelore	½ Angus + ½ Nelore	½ Caracu + ½ Nelore
Braford	½ Braford + ½ Nelore	½ Braford + ¼ Angus + ¼ Nelore	½ Braford + ¼ Caracu + ¼ Nelore
Canchim	½ Canchim + ½ Nelore	½ Canchim + ¼ Angus + ¼ Nelore	½ Canchim + ¼ Caracu + ¼ Nelore
Caracu	½ Caracu + ½ Nelore	½ Caracu + ¼ Angus + ¼ Nelore	¾ Caracu + ¼ Nelore

127

128 Os animais foram desmamados com média de oito meses de idade nos meses de Junho  
 129 de 2013 (Ano 1) e Junho de 2014 (Ano 2), e em seguida foram divididos em oito lotes, sendo  
 130 quatro lotes de machos e quatro lotes de fêmeas, balanceados em função dos grupos genéticos  
 131 e peso médio dos animais. Os lotes foram alocados em oito piquetes com média de oito  
 132 hectares (ha) cada, formados por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (latitude 20° 25' 02.06''  
 133 Sul e longitude 54° 43' 34.82'' Oeste).

134 Os animais permaneceram por 12 meses nesta área em sistema de pastejo de lotação  
 135 contínua, recebendo suplementação proteica (0,1% do peso corporal (PC); 35 g/kg de proteína  
 136 bruta (PB)) na época seca, considerada como o período entre os meses de Junho e Outubro  
 137 (Fase 1), e suplementação mineral (*ad libitum*) na época das águas, entre os meses de  
 138 Novembro e Maio (Fase 2). Durante esta fase foram realizados protocolos de vermifugação  
 139 contra endoparasitas (Doramectina 1%, Vallée, Brasil) e controle de carrapatos e moscas  
 140 (Cipermetrina Pour-on, Ceva, Brasil). No mês de Novembro de cada ano os machos, que  
 141 apresentavam média de 14 meses de idade, foram castrados.

142 Após a fase de recria os animais foram movidos para um confinamento experimental  
 143 parcialmente coberto, dotado de baias individuais (2 x 19 m), providas de bebedouros e  
 144 comedouros. Os animais foram submetidos previamente a um período de adaptação às  
 145 instalações e à dieta com duração de 24 dias, sendo que a adaptação à dieta foi realizada por

146 meio do fornecimento inicial *ad libitum* de silagem de sorgo e posterior substituição gradual  
147 por concentrado até atingir a ração total misturada (RTM) final que continha em média, 11,6  
148 g/kg MS de proteína bruta (PB) e 73,7 g/kg MS de nutrientes digestíveis totais (NDT; o  
149 equivalente a 2,66 Mcal de energia metabolizável (EM) por kg de MS; NRC, 1996).

150 Ao final do período de terminação, que foi de 83 e 84 dias para as fêmeas e de 119 e  
151 98 dias para os machos nos anos 1 e 2, respectivamente, os animais, que apresentavam média  
152 de  $24,7 \pm 1,4$  meses de idade, foram abatidos em frigorífico comercial com sistema de inspeção  
153 federal (Naturafri, Rochedo, MS, Brasil), de acordo com os procedimentos humanitários  
154 exigidos pela legislação brasileira.

155 Os animais foram insensibilizados através do atordoamento com pistola pneumática  
156 penetrante, e imediatamente após a insensibilização foi realizada a sangria pela incisão nas  
157 veias jugulares e artérias carótidas. De acordo com o procedimento padrão do abatedouro  
158 frigorífico foram realizadas a esfola e a evisceração das carcaças, sendo que nesta ocasião  
159 foram recolhidos e pesados o fígado e a gordura perirrenal. Em seguida procederam-se a  
160 divisão longitudinal das carcaças e pesagem das meias-carcaças para obtenção do peso de  
161 carcaça quente (PCQ, kg) e cálculo do rendimento de carcaça (RC, %), e imediatamente após  
162 a lavagem as meias-carcaças foram resfriadas a temperatura de 0-2°C por 24 horas.

163 Após o período de resfriamento foi avaliado o pH no músculo *longissimus* (pH24)  
164 utilizando-se o potenciômetro portátil HI99163 (Hanna Instruments, Woonsocket, EUA)  
165 equipado com sonda de penetração e previamente calibrado. Os escores visuais de  
166 acabamento (ACAB) e distribuição (DISTRIB) de gordura na carcaça foram avaliados de  
167 forma subjetiva por técnico treinado. Para os escores de acabamento foi utilizada a seguinte  
168 escala de pontos: 1 = ausente (0), 2 = escassa (1 a 3 mm), 3 = mediana (3 a 6 mm), 4 =  
169 uniforme (6 a 10 mm) e 5 = excessiva (acima de 10 mm); e para os escores visuais de  
170 distribuição de gordura foi atribuída a seguinte pontuação: 1 = desuniforme, 2 = mediana e 3

171 = uniforme, levando em consideração a quantidade de áreas musculares destituídas de  
172 cobertura de gordura.

173 A medida de comprimento das carcaças (COMPcarça, cm) foi tomada com o auxílio  
174 de trena medindo-se da borda cranial da sínfise ísquio-pubiana até o bordo cranial da primeira  
175 costela. As medidas de profundidade externa e interna do tórax (PROFexterna e PROFinterna,  
176 cm) foram aferidas da borda inferior do canal medular entre a 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> vértebras torácicas até a  
177 borda externa e interna do osso esterno, respectivamente.

178 Expôs-se a seção do *longissimus* entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas para aferição da área de  
179 olho de lombo (AOL, cm<sup>2</sup>), através de delineamento em papel vegetal e posterior leitura em  
180 medidor de área foliar LI-3100C (Li-Cor Inc., Lincoln, EUA), e obtenção da espessura de  
181 gordura sobre o lombo (EGS, mm) com o auxílio de um paquímetro graduado em milímetros.  
182 O escore visual de marmoreio (MAR, pontos) foi avaliado utilizando-se como referência a  
183 escala fotográfica padrão do USDA Quality Grade (1999) convertida para uma escala de 18  
184 pontos, em que cada uma das seis classes foram subdivididas em três subclasses: menos,  
185 médio e mais (1 a 3 = traços, 4 a 6 = leve, 7 a 9 = pequeno, 10 a 12 = médio, 13 a 15 =  
186 moderado e 16 a 18 = abundante).

187 Após 20 minutos da exposição do *longissimus* foram avaliados os componentes de cor  
188 do sistema CIELab: luminosidade (L\*abate), componente vermelho-verde (a\*abate) e  
189 componente amarelo-azul (b\*abate) em três pontos distintos do músculo para obtenção dos  
190 valores médios, utilizando-se um colorímetro MiniScan XE Plus (HunterLab, Reston, EUA)  
191 previamente calibrado.

192 Para as avaliações físico-químicas da carne, foram retirados três bifés do músculo  
193 *longissimus* exposto de cada carcaça, dois com 2,5 cm de espessura e um com 1 cm de  
194 espessura. Os bifés foram embalados à vácuo em sacos de polietileno, sendo que dois deles (o  
195 de 1 cm e um de 2,5 cm) foram imediatamente congelados a -20°C (zero dias – bife não

196 maturado) e o outro de 2,5 cm foi armazenado em geladeira (3 a 4 °C) por sete dias para  
197 maturação e em seguida congelado a -20°C até a realização das análises.

198 Os bifes foram descongelados em geladeira (3 a 4°C) por 24 horas e imediatamente  
199 avaliados quanto ao pH, e pesados para determinação do peso cru. O líquido contido na  
200 embalagem também foi pesado para determinação das perdas por exsudação (PEX, %). Após  
201 20 minutos de retiradas da embalagem as amostras foram avaliadas quanto aos componentes  
202 de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ).

203 Em seguida, os bifes foram assados em forno elétrico com circulação forçada de ar  
204 pré-aquecido a 193°C, até a temperatura interna de cada amostra atingir 71°C (AMSA, 2015),  
205 sendo o monitoramento realizado com o auxílio de termopares posicionados no centro  
206 geométrico de cada amostra. Após o cozimento, os bifes foram mantidos em temperatura  
207 ambiente até atingir 28°C e pesados para determinação das perdas por cocção (PCOZ, %),  
208 sendo posteriormente embalados em filme plástico e resfriados em geladeira (3 a 4°C) por 12  
209 horas.

210 Para a determinação da maciez através do teste de força de cisalhamento (FC)  
211 (AMSA, 2015) foram retiradas, paralelamente ao eixo das fibras musculares, seis subamostras  
212 de aproximadamente 1,27 cm de diâmetro de cada bife, utilizando-se um vazador cilíndrico  
213 acoplado a uma furadeira de bancada FSB13P Pratika (Schulz S.A., Joinville, Brasil). Estas  
214 subamostras foram cisalhadas em aparelho texturômetro TA.XT *Plus* Texture Analyser  
215 (Stable Micro Systems, Godalming, Reino Unido) equipado com lâmina tipo Warner-Bratzler  
216 (1,016 mm de espessura) e conectado a um computador com software específico. Os valores  
217 de maciez (kg) de cada amostra foram representados como a média dos valores de força de  
218 cisalhamento obtidos das seis subamostras.

219 Com os bifes de 1 cm de espessura foram realizadas as análises de extrato etéreo (EE,  
220 %) através de um sistema de extração automática utilizando éter de petróleo a alta

221 temperatura (90°C) e pressão (ANKOM XT15 Extractor, ANKOM Technology, Macedonia,  
222 EUA), segundo metodologia descrita pela AOCS Am 5-04 (2009).

223 Os dados foram avaliados quanto à presença de outliers, homogeneidade de variância  
224 e normalidade dos resíduos, através do procedimento UNIVARIATE (SAS, versão 9.2; SAS  
225 Institute Inc., Cary, EUA).

226 Os efeitos dos grupos genéticos sobre as características descritas foram submetidos à  
227 análise de máxima verossimilhança restrita (REML), ajustando-se um modelo misto através  
228 do PROC MIXED do SAS contendo os fixos de grupo contemporâneo, grupo genético  
229 paterno, grupo genético materno, interação entre grupos genéticos maternos e paternos e  
230 como covariáveis lineares a idade em que os animais foram abatidos e o número de dias em  
231 confinamento. O efeito de grupo contemporâneo incluiu as variáveis de safra de nascimento  
232 (anos 1 ou 2), época de parição (época 1 = Agosto e Setembro, época 2 = Outubro e  
233 Novembro) e sexo. Foram considerados como efeitos aleatórios o touro aninhado dentro de  
234 grupo genético paterno e o piquete do animal na recria.

235 Para algumas características avaliadas foram realizadas análises de contrastes visando  
236 comparar as progênes de touros de raças compostas (Braford e Canchim) vs. progênie de  
237 touros Caracu. Adotou-se, para comparação das médias de quadrados mínimos, o teste  
238 ajustado Tukey-Kramer com nível de significância de 5%.

239

## 240 **Resultados**

241 A interação entre os grupos genéticos maternos e paternos não foi significativa em  
242 relação às características de carcaça avaliadas ao abate ( $P>0,05$ ). Desta forma, seus efeitos  
243 foram apresentados isoladamente (Tabela 2).

244 Não foram observados efeitos dos grupos genéticos maternos no peso corporal ao  
245 abate (PCabate;  $P=0,390$ ), peso de carcaça quente (PCQ;  $P=0,400$ ) e nas medidas de área de

246 olho de lombo (AOL;  $P=0,466$ ) e espessura de gordura subcutânea sobre o lombo (EGS;  
247  $P=0,160$ ) dos animais. O rendimento de carcaça (RC) médio dos filhos de vacas Nelore foi  
248 superior aos filhos de vacas CN (53,46 vs. 52,59%;  $P=0,037$ ), sendo os filhos de vacas AN  
249 semelhantes aos demais (52,97%;  $P>0,05$ ). Filhos de vacas AN apresentaram maiores escores  
250 visuais de acabamento na carcaça (ACAB) e marmoreio (MAR) no músculo *longissimus* que  
251 os filhos de vacas CN (3,6 e 9,0 vs. 3,3 e 7,7,  $P=0,038$  e  $P=0,035$ , respectivamente), e os  
252 filhos de vacas Nelore apresentaram valores intermediários (3,4 e 8,5;  $P>0,05$ ) para tais  
253 variáveis. Com relação ao escore visual de distribuição de gordura subcutânea na carcaça  
254 (DISTRIB) houve superioridade dos grupos de filhos de vacas AN e Nelore sobre o de vacas  
255 CN (2,5 e 2,4 vs. 2,2;  $P=0,034$  e  $P=0,040$ ).

256 As medidas de comprimento de carcaça (COMPcarcaça;  $P=0,122$ ) e profundidades  
257 interna (PROFinterna;  $P=0,617$ ) e externa (PROFexterna;  $P=0,851$ ) de tórax não foram  
258 influenciadas pelos grupos genéticos maternos, assim como os pesos do fígado ( $P=0,219$ ) e da  
259 gordura perirrenal ( $P=0,199$ ). Também não houve efeitos de tais grupos sobre o pH24  
260 ( $P=0,606$ ) e os componentes de cor L\* (luminosidade;  $P=0,124$ ) e a\* (eixo vermelho-verde;  
261  $P=0,392$ ) avaliados no músculo *longissimus* após 24 horas de resfriamento das carcaças.  
262 Foram observados maiores valores do componente b\* (eixo amarelo-azul) em filhos de vacas  
263 AN e Nelore quando comparados aos filhos de vacas CN (16,28 e 16,14 vs. 15,35;  $P=0,017$  e  
264  $P=0,044$ ).

265 Com relação aos efeitos das raças paternas, a progênie de touros Canchim apresentou  
266 maior PCQ e RC que a de touros Caracu (302 kg e 53,79% vs. 287 kg e 52,29%;  $P=0,028$  e  
267  $P=0,010$ ), não diferindo da progênie de touros Braford (294 kg e 52,93%;  $P>0,05$ ). O  
268 PCabate ( $P=0,569$ ), as medidas de AOL ( $P=0,860$ ) e os escores visuais de ACAB ( $P=0,678$ ) e  
269 MAR ( $P=0,820$ ) não foram influenciados pelos grupos genéticos paternos. No entanto, a  
270 progênie de touros Braford apresentou maior EGS e melhor escore de DISTRIB (9,43 mm e

271 2,6) que as progênes dos touros Canchim (7,40 mm e 2,3;  $P=0,030$  e  $P=0,008$ ) e Caracu  
272 (7,69 mm e 2,2;  $P=0,050$  e  $P=0,0008$ ).

273 O comprimento de carcaça ( $P=0,733$ ), as medidas internas ( $P=0,260$ ) e externas de  
274 tórax ( $P=0,595$ ), o pH24 ( $P=0,494$ ) e os pesos do fígado ( $P=0,765$ ) e gordura perirrenal  
275 ( $P=0,420$ ) foram semelhantes, independente da raça paterna. Quanto às variáveis de cor, as  
276 progênes de touros Braford e Canchim apresentaram maiores valores de  $L^*$  no músculo  
277 *longissimus* que a de touros Caracu (38,19 e 38,89 vs. 36,41;  $P=0,006$  e  $P=0,0001$ ), e filhos  
278 de touros Canchim maiores valores de  $b^*$  em comparação aos filhos de Caracu (16,32 vs.  
279 15,40;  $P=0,035$ ), sendo os filhos de touros Braford semelhantes aos demais para esta  
280 característica (16,06;  $P>0,05$ ). Não houve diferenças no componente  $a^*$  entre os grupos  
281 genéticos paternos ( $P=0,857$ ).

282 **Tabela 2.** Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de carcaça de acordo com os grupos genéticos das  
283 matrizes e dos touros.

Variáveis <sup>1</sup>	Grupo Genético da Vaca			$P > F^2$	Grupo Genético do Touro			$P > F^2$
	½ Angus + ½ Nelore (AN)	½ Caracu + ½ Nelore (CN)	Nelore		Braford	Canchim	Caracu	
PCabate, kg	563±9,5	552±7,9	546±9,8	0,390	553±11,2	561±10,3	548±6,8	0,569
PCQ, kg	299±5,4	291±4,5	293±5,6	0,400	294±6,4 <sup>ab</sup>	302±5,9 <sup>a</sup>	287±3,9 <sup>b</sup>	0,047
RC, %	52,97±0,40 <sup>ab</sup>	52,59±0,35 <sup>b</sup>	53,46±0,40 <sup>a</sup>	0,039	52,93±0,50 <sup>ab</sup>	53,79±0,47 <sup>a</sup>	52,29±0,31 <sup>b</sup>	0,035
AOL, cm <sup>2</sup>	77,91±2,31	80,02±2,06	77,88±2,27	0,466	77,67±3,09	78,56±2,98	79,58±2,04	0,860
EGS, mm	8,72±0,74	7,47±0,66	8,32±0,74	0,160	9,43±0,85 <sup>a</sup>	7,40±0,82 <sup>b</sup>	7,69±0,62 <sup>b</sup>	0,050
MAR, pontos	9,0±0,66 <sup>a</sup>	7,7±0,59 <sup>b</sup>	8,5±0,65 <sup>ab</sup>	0,043	8,4±0,88	8,8±0,85	8,1±0,58	0,820
ACAB, pontos	3,6±0,13 <sup>a</sup>	3,3±0,11 <sup>b</sup>	3,4±0,13 <sup>ab</sup>	0,046	3,5±0,16	3,4±0,15	3,5±0,10	0,678
DISTRIB, pontos	2,5±0,09 <sup>a</sup>	2,2±0,08 <sup>b</sup>	2,4±0,09 <sup>a</sup>	0,008	2,6±0,11 <sup>a</sup>	2,3±0,10 <sup>b</sup>	2,2±0,07 <sup>b</sup>	0,002
COMPcarcaça, cm	134,8±0,94	134,6±0,80	132,7±0,95	0,122	133,4±1,11	134,2±1,05	134,4±0,69	0,733
PROFinterna, cm	39,3±0,41	39,6±0,36	39,3±0,40	0,617	38,8±0,52	39,5±0,50	39,8±0,36	0,260
PROFexterna, cm	48,6±0,46	48,8±0,41	48,8±0,45	0,851	48,3±0,62	48,9±0,60	48,9±0,41	0,595
FIGADO, kg	6,02±0,19	5,87±0,17	5,63±0,21	0,219	5,84±0,23	5,93±0,22	5,75±0,16	0,765
GORDperirrenal, kg	8,76±0,59	9,76±0,53	9,44±0,59	0,199	8,69±0,77	9,43±0,73	9,83±0,50	0,420

284 <sup>1</sup>PCabate = Peso corporal de abate; PCQ = Peso de carcaça quente; RC = Rendimento de carcaça; AOL = Área de olho de lombo; EGS = Espessura de gordura sobre o  
285 músculo *longissimus* na região entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas; MAR = Escore visual de marmoreio aferido no músculo *longissimus* na altura da 12<sup>a</sup> costela; ACAB = Escore visual  
286 de acabamento; DISTRIB = Escore visual de distribuição da gordura subcutânea; COMPcarcaça = Comprimento de carcaça; PROFinterna = Profundidade interna do tórax;  
287 PROFexterna = Profundidade externa do tórax; FÍGADO = Peso do fígado; GORDperirrenal = Peso da gordura perirrenal. Médias seguidas por letras distintas numa mesma  
288 linha diferem entre si de acordo com o teste ajustado Tukey-Kramer ( $\alpha = 0,05$ ).

289 <sup>2</sup>Probabilidade de erro tipo I.

290 **Tabela 2.** Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de carcaça de acordo com os grupos genéticos das  
 291 matrizes e dos touros (Continuação).

Variáveis <sup>1</sup>	Grupo Genético da Vaca			<i>P</i> > <i>F</i> <sup>2</sup>	Grupo Genético do Touro			<i>P</i> > <i>F</i> <sup>2</sup>
	½ Angus + ½ Nelore (AN)	½ Caracu + ½ Nelore (CN)	Nelore		Braford	Canchim	Caracu	
pH24	5,64±0,02	5,66±0,02	5,64±0,02	0,606	5,64±0,03	5,67±0,03	5,63±0,02	0,494
L*abate	38,53±0,48	37,55±0,40	37,41±0,50	0,124	38,19±0,57 <sup>a</sup>	38,89±0,52 <sup>a</sup>	36,41±0,36 <sup>b</sup>	0,0004
a*abate	19,88±0,40	19,28±0,34	19,50±0,40	0,392	19,46±0,47	19,72±0,44	19,47±0,29	0,857
b*abate	16,28±0,34 <sup>a</sup>	15,35±0,28 <sup>b</sup>	16,14±0,35 <sup>a</sup>	0,027	16,06±0,40 <sup>ab</sup>	16,32±0,36 <sup>a</sup>	15,40±0,24 <sup>b</sup>	0,045

292 <sup>1</sup>pH24 = pH aferido após 24 horas de resfriamento das carcaças; L\*abate = Luminosidade; a\*abate = Componente vermelho-verde; b\*abate = Componente amarelo-azul.

293 Médias seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem entre si de acordo com o teste ajustado Tukey-Kramer ( $\alpha = 0,05$ ).

294 <sup>2</sup>Probabilidade de erro tipo I.

295 Também não foi observada interação significativa entre os grupos genéticos maternos  
296 e paternos quando avaliadas as características relacionadas à qualidade da carne ( $P>0,05$ ),  
297 assim seus efeitos foram avaliados separadamente (Tabela 3).

298 Maiores valores de extrato etéreo (EE) foram obtidos das amostras do músculo  
299 *longissimus* de filhos de vacas AN e Nelore em relação aos filhos de vacas CN (2,14 e 2,15  
300 vs. 1,77%;  $P=0,050$  e  $P=0,046$ ). Com relação aos valores observados nos testes de força de  
301 cisalhamento do bife não maturado (FC0d), filhos de vacas AN e CN apresentaram carne mais  
302 macia que filhos de vacas Nelore (6,87 e 6,51 vs. 8,01 kg;  $P=0,042$  e  $P=0,0031$ ).

303 Não houve influência dos grupos genéticos maternos no pH ( $P=0,717$ ), nas perdas por  
304 exsudação ( $P=0,998$ ) e por cozimento ( $P=0,505$ ), e nos componentes de cor  $L^*$  ( $P=0,166$ ),  $a^*$   
305 ( $P=0,385$ ) e  $b^*$  ( $P=0,383$ ) do bife não maturado; e na força de cisalhamento ( $P=0,220$ ), pH  
306 ( $P=0,519$ ), nas perdas por exsudação ( $P=0,578$ ) e por cozimento ( $P=0,347$ ), e no componente  
307  $L^*$  ( $P=0,387$ ) do bife maturado por sete dias. Maiores valores de  $a^*7d$  foram observados nas  
308 amostras obtidas de filhos de vacas CN em relação às obtidas de filhos de vacas Nelore (13,57  
309 vs.12,87;  $P=0,041$ ), ambos não diferindo dos filhos de vacas AN (13,48;  $P>0,05$ ). Quanto ao  
310 componente  $b^*7d$ , foram verificados maiores valores nos bifos coletados do grupo de filhos  
311 de vacas AN (12,81) em relação aos outros dois grupos (CN: 12,16;  $P=0,017$  e Nelore: 12,09;  
312  $P=0,019$ ).

313 Quando comparadas as progênies das diferentes raças paternas avaliadas, não houve  
314 diferenças no EE ( $P=0,577$ ), FC ( $P=0,747$ ), pH ( $P=0,725$ ), perdas por exsudação ( $P=0,213$ ) e  
315 por cozimento ( $P=0,862$ ), e nos valores de  $a^*$  ( $P=0,177$ ) e  $b^*$  ( $P=0,170$ ) do bife não  
316 maturado. As progênies de touros Braford e Canchim apresentaram maiores valores de  $L^*$  no  
317 bife não maturado que a progênie de touros Caracu (38,81 e 38,63 vs. 36,72;  $P=0,011$  e  
318  $P=0,022$ ).

319 Os valores de FC ( $P=0,410$ ), pH ( $P=0,543$ ), perdas por cozimento ( $P=0,170$ ) e a\*  
320 ( $P=0,195$ ) dos bifos maturados por sete dias foram semelhantes entre as raças paternas. Em  
321 relação às perdas por exsudação no bife maturado por sete dias, a progênie de touros Canchim  
322 apresentou menores porcentagens de perdas que a progênie de touros Caracu (6,32 vs. 7,36%;  
323  $P=0,045$ ), sendo a progênie de touros Braford semelhante às demais (6,80%;  $P>0,05$ ).  
324 Maiores valores de L\*7d e b\*7d foram verificados nos bifos da progênie de touros Canchim  
325 quando comparada à progênie de touros Caracu (39,40 e 12,74 vs. 37,62 e 11,90;  $P=0,045$  e  
326  $P=0,046$ ), sendo a progênie de touros Braford semelhante aos outros grupos (39,03 e 14,42;  
327  $P>0,05$ ).

328 **Tabela 3.** Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para variáveis de qualidade da carne de acordo com o grupo genético  
 329 das matrizes e dos touros.

Variáveis <sup>1</sup>	Grupo Genético da Vaca			$P>F^2$	Grupo Genético do Touro			$P>F^2$
	½ Angus + ½ Nelore (AN)	½ Caracu + ½ Nelore (CN)	Nelore		Braford	Canchim	Caracu	
EE, %	2,14±0,19 <sup>a</sup>	1,77±0,16 <sup>b</sup>	2,15±0,19 <sup>a</sup>	0,050	1,89±0,24	2,18±0,23	1,98±0,15	0,577
FC0d, kg	6,87±0,49 <sup>a</sup>	6,51±0,43 <sup>a</sup>	8,01±0,49 <sup>b</sup>	0,011	7,21±0,57	6,86±0,55	7,32±0,39	0,747
pH0d	5,53±0,03	5,52±0,03	5,50±0,03	0,717	5,50±0,04	5,53±0,04	5,52±0,02	0,725
PEX0d, %	6,45±0,40	6,42±0,33	6,41±0,41	0,998	5,88±0,47	6,66±0,43	6,74±0,29	0,213
PCOZ0d, %	27,00±0,86	25,92±0,73	26,01±0,89	0,505	25,96±1,01	26,42±0,94	26,56±0,65	0,862
L*0d	38,79±0,59	37,76±0,51	37,61±0,59	0,166	38,81±0,68 <sup>a</sup>	38,63±0,65 <sup>a</sup>	36,72±0,46 <sup>b</sup>	0,023
a*0d	14,91±0,25	14,73±0,21	15,10±0,26	0,385	14,58±0,29	15,16±0,27	15,00±0,19	0,177
b*0d	13,29±0,31	12,87±0,27	12,87±0,31	0,383	13,13±0,37	13,33±0,35	12,57±0,24	0,170
FC7d, kg	4,97±0,36	5,09±0,31	5,62±0,35	0,220	5,57±0,45	4,86±0,43	5,26±0,29	0,410
pH7d	5,57±0,03	5,59±0,03	5,55±0,03	0,519	5,55±0,04	5,56±0,04	5,60±0,02	0,543
PEX7d, %	6,99±0,40	6,58±0,34	6,92±0,41	0,578	6,80±0,47 <sup>ab</sup>	6,32±0,44 <sup>a</sup>	7,36±0,30 <sup>b</sup>	0,043
PCOZ7d, %	24,49±0,93	24,87±0,78	26,13±0,96	0,347	27,22±1,09	24,35±1,00	23,93±0,67	0,170
L*7d	39,03±0,61	38,21±0,53	38,81±0,61	0,387	39,03±0,76 <sup>ab</sup>	39,40±0,72 <sup>a</sup>	37,62±0,48 <sup>b</sup>	0,049
a*7d	13,48±0,29 <sup>ab</sup>	13,57±0,24 <sup>a</sup>	12,87±0,30 <sup>b</sup>	0,041	12,89±0,35	13,47±0,32	13,55±0,21	0,195
b*7d	12,81±0,28 <sup>a</sup>	12,16±0,25 <sup>b</sup>	12,09±0,28 <sup>b</sup>	0,028	12,42±0,36 <sup>ab</sup>	12,74±0,35 <sup>a</sup>	11,90±0,23 <sup>b</sup>	0,049

330 <sup>1</sup>EE = Teor de extrato etéreo avaliado no músculo *longissimus* na altura da 12<sup>a</sup> costela; FC0d = Força de cisalhamento do bife não maturado; pH0d = pH do bife não  
 331 maturado; PEX0d = Perdas por exsudação do bife não maturado; PCOZ0d = Perdas por cozimento do bife não maturado; L\*0d = Luminosidade no bife não maturado; a\*0d =  
 332 Componente vermelho-verde no bife não maturado; b\*0d = Componente amarelo-azul no bife não maturado; FC7d = Força de cisalhamento do bife maturado por sete dias;  
 333 pH7d = pH do bife maturado por sete dias; PEX7d = Perdas por exsudação do bife maturado por sete dias; PCOZ7d = Perdas por cozimento do bife maturado por sete dias;  
 334 L\*7d = Luminosidade no bife maturado por sete dias; a\*7d = Componente vermelho-verde no bife maturado por sete dias; b\*7d = Componente amarelo-azul no bife  
 335 maturado por sete dias. Médias seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem entre si de acordo com o teste ajustado Tukey-Kramer ( $\alpha = 0,05$ ).

336 <sup>2</sup>Probabilidade de erro tipo I.

337 Por meio da abordagem de contrastes, em que foram comparadas as progênes de  
 338 touros compostos (Braford e Canchim) com a progênie de touros Caracu (Tabela 4),  
 339 verificou-se tendência de maior PCQ (298 vs. 287 kg;  $P=0,066$ ), e superioridade no RC e no  
 340 escore de DISTRIB (53,37% e 2,4 vs. 52,29% e 2,2;  $P=0,029$  e  $P=0,016$ ) para a progênie de  
 341 touros compostos em relação à de touros Caracu.

342 As demais características avaliadas, PCabate, medidas de AOL e EGS, escores de  
 343 MAR, ACAB, teores de EE e medidas de FC dos bifes não maturados e maturados por sete  
 344 dias foram semelhantes entre os grupos ( $P>0,05$ ).

345

346 **Tabela 4.** Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características  
 347 de carcaça e qualidade de carne de acordo com o grupo genético do touro.

Variáveis <sup>1</sup>	Grupo Genético do Touro <sup>2</sup>		EPM <sup>4</sup>	$P>F^5$
	Composto <sup>3</sup>	Caracu		
PCabate, kg	557±10,7	548±6,8	10,55	0,406
PCQ, kg	298±6,10	287±3,92	5,94	0,066
RC, %	53,37±0,49	52,29±0,31	0,47	0,029
AOL, cm <sup>2</sup>	78,12±3,04	79,58±2,04	2,96	0,623
EGS, mm	8,42±0,84	7,69±0,62	0,76	0,346
MAR, pontos	8,6±0,87	8,1±0,58	0,85	0,615
ACAB, pontos	3,4±0,15	3,5±0,10	0,15	0,642
DISTRIB, pontos	2,4±0,11	2,2±0,07	0,10	0,016
EE, %	2,04±0,24	1,98±0,15	0,23	0,805
FC0d, kg	7,04±0,56	7,32±0,39	0,53	0,598
FC7d, kg	5,22±0,44	5,26±0,29	0,44	0,921

348 <sup>1</sup>PCabate = Peso corporal de abate; PCQ = Peso de carcaça quente; RC = Rendimento de carcaça; AOL = Área  
 349 de olho de lombo; EGS = Espessura de gordura sobre o músculo *longissimus* na região entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas;  
 350 MAR = Escore visual de marmoreio; ACAB = Escore visual de acabamento; DISTRIB = Escore visual de  
 351 distribuição da gordura subcutânea; <sup>1</sup>EE = Teor de extrato etéreo avaliado no músculo *longissimus* na altura da  
 352 12<sup>a</sup> costela; FC0d = Força de cisalhamento do bife não maturado; FC7d = Força de cisalhamento do bife  
 353 maturado por sete dias.

354 <sup>2</sup>Médias consideradas diferentes quando  $P<0,05$ .

355 <sup>3</sup>Raças compostas = Braford e Canchim

356 <sup>4</sup>Erro padrão da média.

357 <sup>5</sup>Probabilidade de erro tipo I.

## 358 **Discussão**

359 O peso corporal de abate (PCabate) e peso de carcaça quente (PCQ) médios obtidos  
360 foram de 554 kg e 294 kg, respectivamente. Estas variáveis estão fortemente associadas à  
361 lucratividade na pecuária de corte, principalmente o PCQ, que está ligado diretamente ao  
362 valor comercial do animal, uma vez que os frigoríficos remuneram os produtores com base no  
363 peso de carcaça.

364 Apesar da semelhança no PCabate e PCQ entre os grupos genéticos maternos, o maior  
365 rendimento de carcaça (RC) nos filhos de vacas Nelore em relação aos de vacas cruzadas  
366 pode estar relacionado ao menor peso de componentes não carcaça, como os órgãos do trato  
367 gastrointestinal, além do couro e cabeça. O peso desses componentes não foi aferido no  
368 presente trabalho, entretanto, este fato é corroborado por diversos autores que compararam o  
369 RC de animais *Bos indicus* e cruzados com *Bos taurus* terminados em confinamento (Koch et  
370 al., 1982; Sherbeck et al., 1995; Menezes et al., 2007; Lage et al., 2012).

371 Com relação aos efeitos das raças paternas, que também não influenciaram o PCabate,  
372 os maiores valores de PCQ e RC observados na progênie de touros compostos por meio da  
373 abordagem de contrastes se devem, principalmente, à superioridade verificada na progênie de  
374 touros Canchim nestas características em relação à progênie de touros Caracu. Isto se deve ao  
375 fato desta raça composta ser derivada de uma raça taurina continental (Charolês) de grande  
376 porte (*frame*), que apresenta peso adulto mais elevado, com tendência de apresentar maior  
377 proporção de tecidos ósseo e muscular e menor quantidade de gordura quando comparada a  
378 raças de *frame* médio tal como a Caracu e Braford (Yokoo et al., 2010), o que é corroborado  
379 por outros estudos com a raça Canchim (Cruz et al., 2004; Ito et al., 2012).

380 Segundo Berg e Butterfield (1976), uma carcaça superior deve ter quantidade máxima  
381 de músculo, mínima de ossos e ótima de gordura, a qual varia de acordo com as preferências  
382 do mercado consumidor. Com relação à avaliação do grau de musculosidade na carcaça, não

383 foram observados efeitos dos grupos genéticos maternos e paternos nas medidas de área de  
384 olho de lombo (AOL), mostrando que, independente do grupo genético empregado, os  
385 animais gerados apresentaram boa proporção de músculos na carcaça ao abate. Cundiff et al.  
386 (2001), avaliando as progênes de touros de raças britânicas e continentais também não  
387 observaram efeitos significativos das raças paternas nas medidas de AOL.

388 A deposição de gordura na carcaça varia em função de fatores como grupo genético,  
389 categoria sexual e manejo nutricional empregado (Aricetti et al., 2008; Rotta et al., 2009). As  
390 normas brasileiras exigem cobertura de gordura sobre o *longissimus* (EGS) variando de 3 a 10  
391 mm (mediana a uniforme; Lage et al., 2012) e neste estudo todos os grupos genéticos  
392 apresentaram valores dentro dos exigidos, variando de 7,0 a 10,1 mm, o que, de acordo com  
393 Koohmaraie et al. (1996), permite melhor isolamento térmico da carcaça prevenindo a  
394 ocorrência do *cold-shortening* durante o processo de resfriamento.

395 Não houve efeito dos grupos genéticos maternos nesta variável, no entanto o uso de  
396 touros Braford originou animais com maior EGS em relação às progênes de touros Canchim  
397 e Caracu, o que pode ser explicado pelo fato do Braford ser formado a partir de uma raça  
398 taurina britânica (Hereford), que apresenta maior precocidade para deposição de gordura na  
399 carcaça que as raças taurinas continentais e adaptadas, demonstrando sua aptidão para  
400 sistemas que requerem deposição de gordura em idades mais jovens. Cundiff et al. (2001),  
401 Cundiff et al. (2004), Wheeler et al. (2006) e Casas et al. (2010) também verificaram efeitos  
402 da raça paterna nas medidas de EGS, com superioridade para raças britânicas.

403 Quanto aos escores visuais de acabamento, os animais foram classificados na categoria  
404 mediana (3 a 6 mm) e, apesar das diferenças na EGS, não foram observados efeitos das raças  
405 paternas nesta característica. Contudo, com relação aos grupos genéticos maternos, foi  
406 observada superioridade neste escore para os filhos de vacas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore (AN) em  
407 relação aos filhos de  $\frac{1}{2}$  Caracu +  $\frac{1}{2}$  Nelore (CN). Esta superioridade pode estar ligada à

408 diferença numérica de 1,3 mm observada na medida de EGS entre os filhos de vacas AN e  
409 CN, pois o escore visual trata-se de uma medida subjetiva, que leva em conta a interpretação  
410 do avaliador.

411 Com relação aos escores de distribuição de gordura, a maior pontuação observada na  
412 progênie de touros Braford pode estar relacionada às maiores medidas de EGS observadas  
413 nestes animais. Considerando os grupos genéticos maternos, a superioridade dos filhos de  
414 vacas AN e Nelore em relação aos filhos de vacas CN também pode ter ocorrido em razão das  
415 diferenças numéricas observadas nas medidas de EGS entre esses grupos. Maiores medidas de  
416 EGS têm relação direta com o escore de distribuição de gordura e são um indicativo de que a  
417 gordura se depositou de forma adequada em toda a carcaça, pelo fato deste tecido se depositar  
418 primeiramente nas extremidades e depois seguir para o centro da região lombar. DeRouen et  
419 al. (1992) e Brondani et al. (2006) relataram que raças taurinas britânicas como Angus e  
420 Hereford apresentam gordura bem distribuída na carcaça, além de carne com alto grau de  
421 marmoreio.

422 A gordura intramuscular (marmoreio) tem influência na palatabilidade, sabor,  
423 suculência e maciez da carne, e um alto grau de marmoreio geralmente está associado a um  
424 produto de melhor qualidade (Chambaz et al., 2003). Os animais avaliados apresentaram  
425 escores de marmoreio que se enquadram na categoria “pequeno” da escala do USDA (1999),  
426 com valores entre 7,3 a 9,6. Estudos apontam que grupos genéticos que possuem raças  
427 taurinas britânicas em sua composição apresentam maiores escores de marmoreio (Moreira et  
428 al., 2003; Wheeler et al., 2005; Rotta et al., 2009) o que pôde ser observado neste estudo pela  
429 superioridade dos filhos de vacas AN em relação aos filhos de vacas CN para esta  
430 característica.

431 Ribeiro et al. (2004) relataram que o comprimento de carcaça está associado ao  
432 desenvolvimento ósseo em bovinos de corte, e que carcaças mais curtas são observadas em

433 raças de desenvolvimento mais tardio, além do que maior participação do genótipo *Bos*  
434 *indicus* em cruzamentos resulta em tendência de menor comprimento de carcaça. Tal fato não  
435 foi confirmado no presente estudo, pois não foram verificados efeitos dos diferentes grupos  
436 genéticos maternos e paternos nesta característica e, também, nas profundidades interna e  
437 externa do tórax. Maggioni et al. (2010) também não observaram diferenças no comprimento  
438 de carcaça de animais cruzados, no entanto observaram superioridade em relação aos da raça  
439 Nelore.

440 O fígado participa ativamente do metabolismo e seu peso está ligado ao consumo de  
441 alimentos e às exigências de manutenção e ganho de peso dos animais (Owens et al. 1993).  
442 Apesar do menor consumo de matéria seca apresentado pelos filhos de vacas Nelore durante o  
443 período de confinamento (vide Capítulo 4), não foram observadas influências dos diferentes  
444 grupos genéticos maternos e paternos no peso deste órgão, assim como no peso de gordura  
445 perirrenal. Bulle et al. (2002) avaliando cruzamentos com raças taurinas britânicas e  
446 continentais não verificaram diferenças no peso do fígado e gordura perirrenal entre os  
447 animais, e Barton et al. (2006) e Highfill et al. (2012) não observaram diferenças no peso de  
448 gordura interna entre animais *Bos taurus* e entre cruzados *Bos indicus* e *Bos taurus*.

449 Sabe-se que o estresse pré-abate ao qual os animais podem ser submetidos tem a  
450 capacidade de alterar alguns atributos da carne como pH, cor, capacidade de retenção de água  
451 e maciez (Ferguson; Warner, 2008 Miguel et al., 2014). Isto ocorre devido ao maior consumo  
452 de glicogênio muscular antes do abate, o que acarretará em menor queda do pH *post mortem*  
453 (Jeleníková et al., 2008). Esta susceptibilidade ao estresse está associada ao grupo genético do  
454 animal, sendo que, geralmente, quanto maior é o grau de sangue zebuíno mais estressados são  
455 os animais.

456 Vários estudos que verificaram diferenças no pH das carcaças de animais de diferentes  
457 raças e cruzamentos atribuem tal diferença ao fator racial (Wulf et al., 2002; Miguel et al.,

458 2014; Nassu et al., 2017). No presente estudo, o pH avaliado após 24 horas de resfriamento  
459 das carcaças se manteve dentro do intervalo adequado, ou seja, entre 5,5 e 5,7 (Holdstock et  
460 al. 2014) e não sofreu influência dos diferentes grupos genéticos maternos e paternos, o que  
461 pode estar relacionado ao correto manejo pré-abate realizado, além do fato de que os machos  
462 foram castrados aos 14 meses de idade, o que os torna menos susceptíveis ao estresse  
463 (Huxsoll et al., 1998).

464 A cor da carne é influenciada pelo teor de mioglobina e pelo grau de oxidação desta  
465 quando exposta ao oxigênio, tipo de músculo e fibra muscular, pH, raça, idade, condição  
466 sexual, alimentação, manejo pré-abate e processamento *post mortem* da carcaça (Cañeque et  
467 al., 2003; Lawrie; Ledward, 2006). Ao realizar um levantamento de diversos estudos,  
468 Muchenje et al. (2009b) descreveram que em bovinos os valores médios de luminosidade ( $L^*$ )  
469 variam de 33,2 a 41,0; os valores de intensidade de vermelho ( $a^*$ ) de 11,1 a 23,6; e de  
470 intensidade de amarelo ( $b^*$ ) de 6,1 a 11,3.

471 Os valores médios dos componentes de cor  $L^*$  e  $a^*$  no músculo *longissimus*  
472 observados neste estudo após o resfriamento das carcaças estão dentro dos valores normais  
473 admitidos por Muchenje et al. (2009b), com médias de 37,83 e 19,55, respectivamente.  
474 Entretanto, os valores médios de  $b^*$  ficaram acima do intervalo considerado por estes autores  
475 (15,93).

476 A ausência de efeitos dos grupos genéticos maternos nos componentes  $L^*$  e  $a^*$  e das  
477 raças paternas no componente  $a^*$  possivelmente está relacionada à similaridade observada nos  
478 valores de pH. Os menores valores de  $b^*$  verificados na carne de filhos de vacas CN podem  
479 estar ligados à menor quantidade de gordura intramuscular observada no músculo destes  
480 animais, pois de acordo com Orellana et al. (2009) estas características são positivamente  
481 correlacionadas. Entretanto, os menores valores de  $L^*$  e  $b^*$  na carne da progênie de touros

482 Caracu não parecem ter relações com os valores de pH e gordura intramuscular, que foram  
483 semelhantes entre as progênes das raças paternas avaliadas.

484 O teor de lipídeos na carne bovina pode ser influenciado por diversos fatores como  
485 grupo genético, categoria sexual, dieta e localização anatômica do músculo (Rotta et al.,  
486 2009). Neste estudo não foram observados efeitos das raças paternas nos teores de EE, no  
487 entanto, os menores valores observados nas amostras dos filhos de CN possivelmente estão  
488 relacionados aos menores escores visuais de marmoreio verificados nestes animais, indicando  
489 menor quantidade de gordura intramuscular no *longissimus*. Os teores de EE observados  
490 variaram de 1,69 a 2,61%, amplitude maior que a obtida por Ito et al. (2012), que verificaram  
491 valores de 1,29 a 1,47% em estudo avaliando novilhos de grupos genéticos formados pelas  
492 raças Angus, Canchim e Caracu, entretanto menor que a observada por Prado et al. (2009) que  
493 obtiveram valores de 1,41 a 5,35% em animais Canchim, Caracu e cruzados Caracu x  
494 Charolês e Canchim x Aberdeen Angus.

495 Dentre os principais aspectos físicos da carne bovina, a maciez é o fator mais  
496 valorizado pelo consumidor e está diretamente associado ao ato de compra do produto  
497 (Shackelford, 1995; Chambaz et al., 2003). De acordo com Koohmaraie et al. (1994), cerca de  
498 46% das variações nesta característica ocorrem devido à genética do animal, sendo outras  
499 fontes de variação a idade de abate, categoria sexual, nutrição, quantidade de gordura na  
500 carcaça, manejo pré-abate e processamento *post mortem* (Fiems et al., 2000).

501 Os maiores valores de FC0d observados nos bifos obtidos de filhos de vacas Nelore  
502 em relação aos de filhos de vacas cruzadas podem ser explicados pelo contexto da  
503 composição genética dos animais, pois diversos autores verificaram diferenças significativas  
504 na maciez entre bovinos de raças taurinas e zebuínas e seus cruzamentos (Whipple et al.,  
505 1990; Shackelford et al., 1991; Koohmaraie; Geesink, 2006; Pereira et al., 2009; Lage et al.,  
506 2012; Miguel et al., 2014).

507 Neste aspecto, Koohmaraie (1994) reportou que com o aumento na proporção de  
508 genes vindos de animais *Bos indicus* ocorre um incremento nos valores de força de  
509 cisalhamento, o que está relacionado aos maiores níveis da enzima calpastatina observados  
510 nestes animais. Esta enzima atua inibindo a ação da calpaína, a qual é responsável pela  
511 fragmentação das miofibrilas durante o *turnover* protéico *in vivo* e proteólise *post mortem*,  
512 mecanismos importantes no processo de amaciamento da carne (Shackelford et al., 1991;  
513 Wheeler et al., 1996; Huff-Lonergan et al., 2010). Outros aspectos que podem estar ligados às  
514 variações na maciez da carne entre grupos genéticos são o comprimento do sarcômero e a  
515 quantidade e solubilidade de colágeno presente na carne (Koohmaraie et al., 2002).

516 Os valores médios de FC0d obtidos nos diferentes grupos, com exceção dos filhos de  
517 vacas Nelore, foram relativamente próximos a 6 kg, valor que Koohmaraie et al. (1997)  
518 consideram como limiar para classificação da carne bovina como macia. O processo de  
519 maturação da carne por sete dias levou à redução destes valores em 1,9 kg, em média, sendo  
520 suficiente para desfazer a diferença observada entre os grupos genéticos maternos nos valores  
521 dos bifes não maturados, destacando a importância do processamento tecnológico da carne  
522 para eliminar diferenças individuais e entre grupos genéticos quanto à maciez, conforme  
523 descrito por Monsón et al. (2004). Além disso, a maturação por sete dias colocou todos os  
524 grupos abaixo do limiar de 6 kg descrito por Koohmaraie et al. (1997), sendo que a média nos  
525 valores de FC após este período foi de 5,23 kg. Esta diminuição nos valores de FC em função  
526 do tempo pode ser atribuída à atividade enzimática do complexo calpaína-calpastatina e das  
527 catepsinas durante o período de maturação (Wheeler et al., 1990).

528 Muchenje et al. (2009a) afirmaram que valores de pH acima de 6,0 causam alterações  
529 na cor, sabor e maciez da carne, além de promover o crescimento de microrganismos que  
530 causam mau odor e formação de limo, diminuindo o tempo de prateleira do produto e a  
531 aceitação pelos consumidores. No presente estudo os valores de pH observados nos bifes não

532 maturados e maturados por sete dias estiveram dentro do intervalo adequado (5,5 a 5,7;  
533 Holdstock et al., 2014) e não foram diferentes entre os grupos genéticos maternos e paternos.

534 As perdas por exsudação (PEX) e por cozimento (PCOZ) afetam a qualidade e o  
535 rendimento da carne durante o tempo de prateleira e o processo de cozimento, consistindo em  
536 fatores importantes tanto para a indústria quanto para o consumidor (Kondjoyan et al., 2013).  
537 Quando avaliadas nos bifes não maturados, estas características não foram influenciadas pelos  
538 grupos genéticos, o que pode estar relacionado aos valores de pH similares observados entre  
539 os animais, pois de acordo com Nassu et al. (2017), alterações no pH afetam a capacidade de  
540 retenção de água e as perdas por cozimento da carne. Lage et al. (2012), Rubiano et al. (2009)  
541 e Miguel et al. (2014) também não observaram diferenças nas perdas por cozimento da carne  
542 de animais cruzados.

543 Quando consideradas as amostras maturadas por sete dias, maiores perdas por  
544 exsudação foram observadas nos bifes da progênie de touros Caracu em relação à Canchim.  
545 Huff-Lonergan et al. (2010) afirmaram que a capacidade de retenção de água da carne diminui  
546 e, conseqüentemente, há maior perda de líquidos com o passar do tempo, o que é ocasionado  
547 por mudanças nas estruturas celulares devido à proteólise que ocorre no processo de  
548 maturação. Com relação às PEX, houve pequeno aumento de 6,4 para 6,8%, em média,  
549 entretanto, a média das perdas por cozimento apresentou leve diminuição de 26,3 para 25,1%.

550 Em relação aos componentes de cor nos bifes não maturados e maturados por sete  
551 dias, os valores médios dos componentes L\* e a\* permaneceram dentro dos valores normais  
552 descritos por Muchenje et al. (2009b) independente do tempo de maturação, contudo o  
553 componente b\* ultrapassou tal intervalo, assim como observado nas medidas realizadas na  
554 carcaça após o resfriamento. Com o decorrer do período de maturação o valor médio do  
555 componente L\* apresentou leve aumento, o que pode estar relacionado à pequena variação  
556 nas perdas de líquido. Porém, os valores médios de a\* e b\* diminuiram, o que contraria as

557 afirmações de Bruce et al. (2004) que, com o decorrer do período de maturação e aumento na  
558 proteólise os valores de a\* e b\* aumentam.

559 As influências dos grupos genéticos maternos e paternos nestas variáveis também não  
560 tiveram relação com diferenças no pH e podem estar ligadas à diferentes concentrações de  
561 mioglobina na carne, pois tal fator pode variar em função das raças (Demos e Mandigo, 1996)  
562 ou às reações bioquímicas que ocorrem neste componente devido ao acondicionamento a  
563 vácuo das amostras e ao processo de maturação. De acordo com Karamucki et al. (2011),  
564 alterações nos valores de a\* e b\* são ocasionadas por diferentes concentrações das diferentes  
565 formas químicas da mioglobina (oximioglobina, desoximioglobina e metamioglobina), sendo  
566 que valores mais altos destes componentes de cor são observados quando há maior  
567 concentração de oximioglobina na carne, formada a partir da oxigenação da mioglobina.

568

## 569 **Conclusões**

570 O uso de matrizes Nelore em estratégias de cruzamentos resulta em animais com  
571 maior rendimento de carcaça, entretanto com carne não maturada menos macia em  
572 comparação aos outros grupos genéticos. Todavia, o processo de maturação por sete dias é  
573 suficiente para desfazer tal diferença. A utilização de matrizes ½ Angus + ½ Nelore permite a  
574 obtenção de animais com maiores graus de acabamento e marmoreio, além de melhor  
575 distribuição de gordura em relação aos animais oriundos de vacas ½ Caracu + ½ Nelore.

576 Com relação às raças paternas, a utilização de raças compostas gera melhores  
577 resultados que a raça Caracu, pois touros Canchim produzem animais com carcaças mais  
578 pesadas e de maior rendimento, e touros Braford originam animais com maior deposição e  
579 melhor distribuição de gordura na carcaça. Entretanto, com relação às características  
580 qualitativas da carne, tal superioridade não ocorre.

**581 Agradecimentos**

582 Os autores agradecem à Universidade Estadual de Londrina e também à Embrapa  
583 Gado de Corte, ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico -  
584 Processo nº 476203/2013-9) e à Fundect (Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino,  
585 Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul - Processos nº 123/2014 e 037/2015)  
586 pelo suporte financeiro para a realização desta pesquisa, à CAPES (Coordenação de  
587 Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de estudos e à  
588 Connan Nutrição Animal pelo fornecimento dos suplementos nutricionais.

589

**590 Literatura Citada**

- 591 AMSA. 2015. Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental  
592 tenderness measurements of fresh meat. 2nd ed. American Meat Science Association,  
593 Illinois. 140p.  
594
- 595 AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of official analytical  
596 chemists, Arlington: VA.  
597
- 598 AOCS. 2009. Official Method Am 5-04. Rapid determination of oil/fat utilizing high  
599 temperature solvent extraction. Additions and Revisions to the Official Methods and  
600 Recommended Practices of the AOCS. American Oil Chemists Society. p.1-3.  
601
- 602 Aricetti, J. A., P. P. Rotta, R. M. Prado, D. Perotto, J. L. Moletta, M. Matsushita, and I. N.  
603 Prado. 2008. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of  
604 *longissimus* muscle of bulls and steers finished in a pasture system. Asian-Australas. J.  
605 Anim. Sci. 21:1441-1448.  
606
- 607 Bartoň, L., D. Řehák, V. Teslík, D. Bureš, and R. Zahrádková. 2006. Effect of breed on  
608 growth performance and carcass composition of Aberdeen Angus, Charolais, Hereford  
609 and Simmental bulls. Czech J. Anim. Sci. 51:47-53.  
610
- 611 Berg, R. T. and R. M. Butterfield. 1976. New concepts of cattle growth. Sydney: Sydney  
612 University Press. 240p.  
613
- 614 Brondani, I. L., A. A. M. Sampaio, J. Restle, D. C. Alves Filho, L. S. Freitas, G. A. Amaral,  
615 M. F. Silveira, and I. M. Cezimbra. 2006. Composição física da carcaça e aspectos  
616 qualitativos da carne de bovinos de diferentes raças alimentados com diferentes níveis  
617 de energia. Rev. Bras. Zootec. 35:2034-2042.

- 618 Bruce, H. L., J. L. Stark, and S. L. Beilken. 2004. The effects of finishing diet and  
619 *postmortem* ageing on the eating quality of the *M. longissimus thoracis* of electrically  
620 stimulated Brahman steer carcasses. *Meat Sci.* 67:261-268.  
621
- 622 Bulle, M. L. M., F. G. Ribeiro, P. R. Leme, E. A. L. Titto, and D. P. D. Lanna. 2002.  
623 Desempenho de tourinhos cruzados em dietas de alto teor de concentrado com bagaço  
624 de cana-de-açúcar como único volumoso. *Rev. Bras. Zootec.* 31:444-450.  
625
- 626 Burrow, H. M. 2012. Importance of adaptation and genotype x environment interactions in  
627 tropical beef breeding systems. *Anim.* 6:729-740.  
628
- 629 Calegare, L., M. M. Alencar, I. U. Packer, P. R. Leme, C. L. Ferrell, and D. P. D. Lanna.  
630 2009. Pre-weaning performance and body composition of calves from straightbred  
631 Nellore and *Bos taurus* x Nellore crosses. *J. Anim. Sci.* 87:1814-1820.  
632
- 633 Cañeque, V., S. Velasco, M. T. Díaz, F. R. Huidobro, C. Pérez, and S. Lauzurica. 2003. Use  
634 of whole barley with a protein supplement to fatten lambs under different management  
635 systems and its effect on meat and carcass quality. *Anim. Res.* 52:271-285.  
636
- 637 Casas, E., R. M. Thallman, L. A. Kuehn, and L. V. Cundiff. 2010. Postweaning growth and  
638 carcass traits in crossbred cattle from Hereford, Angus, Brangus, Beefmaster,  
639 Bonsmara, and Romosinuano maternal grandsires. *J. Anim. Sci.* 88:102-108.  
640
- 641 Chambaz, A., M. R. L. Scheeder, M. Kreuzer, and P. A. Dufey. 2003. Meat quality of Angus,  
642 Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat  
643 content. *Meat Sci.* 63:491-500.  
644
- 645 Cruz, G. M., S. N. Esteves, R. R. Tullio, M. M. Alencar, and M. C. S. Oliveira. 2004. Peso de  
646 abate de machos não-castrados para produção de bovino jovem. 1. Desempenho em  
647 confinamento e custo de produção. *Rev. Bras. Zootec.* 33:635-645.  
648
- 649 Cundiff, L. V., T. L. Wheeler, S. D. Shackelford, M. Koohmaraie, R. M. Thallman, K. E.  
650 Gregory, and L. D. Van Vleck. 2001. Preliminary results from Cycle VI of the cattle  
651 Germplasm Evaluation Program at the Roman L. Hruska U. S. Meat Animal Research  
652 Center. USDA-ARS, RLHUSMARC Beef Cattle Research Program, GPE Progress  
653 Report, n.21, p.1-13. ARS/USDA, Clay Center, NE.  
654
- 655 Cundiff, L. V., T. L. Wheeler, K. E. Gregory, S. D. Shackelford, M. Koohmaraie, R. M.  
656 Thallman, G. D. Snowden, and L. D. Van Vleck. 2004. Preliminary results from Cycle  
657 VII of the cattle Germplasm Evaluation Program at the Roman L. Hruska U. S. Meat  
658 Animal Research Center. USDA-ARS, RLHUSMARC Beef Cattle Research Program,  
659 GPE Progress Report, n.22, p.1-16. ARS/USDA, Clay Center, NE.  
660
- 661 Demos, B. P. and R. W. Mandigo. 1996. Color of fresh, frozen and cooked ground beef  
662 patties manufactured with mechanically recovered neck bone lean. *Meat Sci.* 42:415-  
663 429.  
664
- 665 DeRouen, S. M., D. E. Franke, T. D. Bidner, and D. C. Blouin. 1992. Two- three-, and  
666 fourbred rotational crossbreeding of beef cattle: carcass traits. *J. Anim. Sci.* 70:3665-  
667 3676.

- 668 Diniz, F. B., S. D. J. Villela, H. F. Mourthé, V. R. Paulino, C. A. Boari, J. S. Ribeiro, J. A.  
669 Barroso, A. V. Pires, and P. G. M. A. Martins. 2016. Evaluation of carcass traits and  
670 meat characteristics of Guzerat-crossbred bulls. *Meat Sci.* 112:58-62.  
671
- 672 Ducatti, T., I. N. Prado, P. P. Rotta, R. M. Prado, D. Perotto, and J. V. Visentainer. 2009.  
673 Chemical composition and fatty acid profile in crossbred (*Bos taurus* vs. *Bos indicus*)  
674 young bulls finished in feedlot. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 22:433-439.  
675
- 676 Ferguson D. M. and R. D. Warner. 2008. Have we underestimated the impact of pre-slaughter  
677 stress on meat quality in ruminants? *Meat Sci.* 80:12-19.  
678
- 679 Fiems, L. O., S. De Campeneere, S. De Smet, G. Van De Voorde, J. M. Vanaker, and C. V.  
680 Boucque. 2000. Relationship between fat depots in carcasses of beef bulls and effect on  
681 meat colour and tenderness. *Meat Sci.* 56:41-47.  
682
- 683 Highfill, C. M., O. Esquivel-Font, M. E. Dikeman, and D. H. Kropf. 2012. Tenderness  
684 profiles of ten muscles from F1 *Bos indicus* x *Bos taurus* and *Bos taurus* cattle cooked  
685 as steaks and roasts. *Meat Sci.* 90:881-886.  
686
- 687 Holdstock, J., J. L. Aalhus, B. A. Uttaro, Ó. López-Campos, I. L. Larsen, and H. L. Bruce.  
688 2014. The impact of ultimate pH on muscle characteristics and sensory attributes of the  
689 *longissimus thoracis* within the dark cutting (Canada B4) beef carcass grade. *Meat Sci.*  
690 98:842-849.  
691
- 692 Huff-Lonergan, E., W. Zhang, and S. M. Lonergan. 2010. Biochemistry of postmortem  
693 muscle - Lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat Sci.* 86:184-195.  
694
- 695 Huxsoll, C. C., E. O. Price, and T. E. Adams. 1998. Testis function, carcass traits, and  
696 aggressive behavior of beef bulls actively immunized against gonadotropin-releasing  
697 hormone. *J. Anim. Sci.* 76:1760-1766.  
698
- 699 Ito, R. H., I. N. Prado, P. P. Rotta, M. G. Oliveira, R. M. Prado, and J. L. Moletta. 2012.  
700 Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of *longissimus*  
701 muscle of young bulls from four genetic groups finished in feedlot. *Rev. Bras. Zootec.*  
702 41:384-391.  
703
- 704 Jeleníková, J., P. Pipek, and L. Staruch. 2008. The influence of ante-mortem treatment on  
705 relationship between pH and tenderness of beef. *Meat Sci.* 80:870-874.  
706
- 707 Karamucki, T., J. Gardzielewska, A. Rybarczyk, M. Jakubowska, and W. Natalczyk-  
708 Szymkowska. 2011. Usefulness of selected methods of colour change measurement for  
709 pork quality assessment. *Czech J. Food Sci.* 29:212-218.  
710
- 711 Koch, R. M., M. E. Dikeman, and J. D. Crouse. 1982. Characterization of biological types of  
712 cattle (Cycle III). III. Carcass composition, quality and palatability. *J. Anim. Sci.* 54:34-  
713 45  
714
- 715 Kondjoyan, A., O. Samuel, P. Stéphane, and G. Jean-Bernard. 2013. Combined heat transfer  
716 and kinetic models to predict cooking loss during heat treatment of beef meat. *Meat Sci.*  
717 95:336-344.

- 718 Koohmaraie, M. 1994. Muscle proteinases and meat aging. *Meat Sci.* 36:93-104.  
719
- 720 Koohmaraie, M., M. E. Doumit, and T. L. Wheeler. 1996. Meat toughening does not occur  
721 when rigor shortening is prevented. *J. Anim. Sci.* 74:2935-2942.  
722
- 723 Koohmaraie, M., M. P. Kent, S. D. Shackelford, E. Veiseth, and T. L. Wheeler. 2002. Meat  
724 tenderness and muscle growth: is there any relationship? *Meat Sci.* 62:345-352.  
725
- 726 Koohmaraie, M. and G. H. Geesink. 2006. Contribution of postmortem muscle biochemistry  
727 to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system.  
728 *Meat Sci.* 74:34-43.  
729
- 730 Lage, J. F., P. V. R. Paulino, S. C. Valadares Filho, E. J. O. Souza, M. S. Duarte, P. D. B.  
731 Benedeti, N. K. P. Souza, and R. B. Cox. 2012. Influence of genetic type and level of  
732 concentrate in the finishing diet on carcass and meat quality traits in beef heifers. *Meat*  
733 *Sci.* 90:770-774.  
734
- 735 Lawrie, R. and D. A. Ledward. 2006. *Lawrie's Meat Science*. 7th ed., Washington, DC:  
736 CRC. 464p.  
737
- 738 Maggioni, D., J. A. Marques, P. P. Rotta, D. Perotto, T. Ducatti, J. V. Visentainer, and I. N.  
739 Prado. 2010. Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. *Livest.*  
740 *Sci.* 127:176-182.  
741
- 742 Menezes, L. F. G., J. Restle, I. L. Brondani, F. Kuss, D. C. Alves Filho, M. F. Silveira, and D.  
743 T. Leite. 2007. Órgãos internos e trato gastrointestinal de novilhos de gerações avançadas  
744 do cruzamento rotativo entre as raças Charolês e Nelore terminados em confinamento.  
745 *Rev. Bras. Zootec.* 36:120-129.  
746
- 747 Miguel, G. Z., M. H. Faria, R. O. Roça, C. T. Santos, S. P. Suman, A. B. G. Faitarone, N. L.  
748 C. Delbern, L. V. C. Girao, J. M. Homem, E. K. Barbosa, L. S. Su, F. D. Resende, G. R.  
749 Siqueira, A. D. Moreira, and T. V. Savian. 2014. Immunocastration improves carcass  
750 traits and beef color attributes in Nelore and Nelore × Aberdeen Angus crossbred  
751 animals finished in feedlot. *Meat Sci.* 96:884-891.  
752
- 753 Monsón, F., C. Sañudo, and I. Sierra. 2004. Influence of cattle breed and ageing time on  
754 textural meat quality. *Meat Sci.* 68:595-602.  
755
- 756 Moreira, F. B., N. E. Souza, M. Matsushita, I. N. Prado, and W. G. Nascimento. 2003.  
757 Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* x  
758 *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. *Braz. Arch. Biol. Technol.*  
759 46:609-616  
760
- 761 Muchenje, V., K. Dzama, M. Chimonyo, P. E. Strydom, and J. G. Raats. 2009a. A  
762 Relationship between pre-slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle  
763 breeds. *Meat Sci.* 81:653-657.  
764
- 765 Muchenje, V., K. Dzama, M. Chimonyo, P. E. Strydom, A. Hugo, and J. G. Raats. 2009b.  
766 Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A  
767 review. *Food Chem.* 112:279-289.

- 768 Nassu, R. T., R. R. Tullio, A. Berndt, V. C. Francisco, T. A. Diesel, and M. M. Alencar. 2017.  
769 Effect of the genetic group, production system and sex on the meat quality and sensory  
770 traits of beef from crossbred animals. *Trop. Anim. Health Prod.* 49:1289-1294.  
771
- 772 NRC. 1996. Nutrients requirements of beef cattle. 7th Revised ed. National Research Council  
773 Washington: National Academy Press. 1996. 242p.  
774
- 775 Orellana, C., F. Peña, A. García, J. Perea, J. Martos, V. Domenech, and R. Acero. 2009.  
776 Carcass characteristics, fatty acid composition, and meat quality of Criollo Argentino  
777 and Braford steers raised on forage in a semi-tropical region of Argentina. *Meat Sci.*  
778 81:57-64.  
779
- 780 Owens, F. N., P. Dubeski, and C. F. Hanson. 1993. Factors that alter the growth and  
781 development of ruminants. *J. Anim. Sci.* 71:3138-3150.  
782
- 783 Pereira, P. M. R. C., M. F. Pinto, U. G. P. Abreu, and J. A. F. Lara, 2009. Características de  
784 carcaça e qualidade de carne de novilhos superprecoce de três grupos  
785 genéticos. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 44:1520-1527.  
786
- 787 Prado, I. N., A. N. Oliveira, P. P. Rotta, D. Perotto, R. M. Prado, R. R. Silva, N. E. Souza, and  
788 J. L. Moletta. 2009. Chemical and fatty acid composition of *longissimus* muscle of  
789 crossbred bulls finished in feedlot. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.* 22:1054-1059.  
790
- 791 Ribeiro, E. L. A., J. A. Hernandez, E. L. Zanella, M. Shimokomaki, S. H. Prudêncio-Ferreira,  
792 E. Youssef, H. J. S. S. Ribeiro, R. Bogden, and J. J. Reeves. 2004. Growth and carcass  
793 characteristics of pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact *Bos indicus*  
794 bulls. *Meat Sci.* 68:285-290.  
795
- 796 Rotta, P. P., R. M. Prado, I. N. Prado, M. V. Valero, J. V. Visentainer, and R. R. Silva. 2009.  
797 The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of brazilian cattle  
798 on carcass characteristics and beef composition and appearance: A review. *Asian-*  
799 *Australas. J. Anim. Sci.* 22:1718-1734.  
800
- 801 Rubiano, G. A. G., M. B. Arrigoni, C. L. Martins, E. Rodrigues, H. C. Gonçalves, and C. N.  
802 Angerami. 2009. Desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de  
803 bovinos superprecoce das raças Canchim, Nelore e seus mestiços. *Rev. Bras. Zootec.*  
804 38:2490-2498.  
805
- 806 SAS. 2008. Statistics Analysis System – AS User’s Guide: Statistics. Version 9.2. Cary: NC:  
807 SAS Institute.  
808
- 809 Shackelford, S. D., J. B. Morgan, H. R. Cross, and J. W. Savell. 1991. Identification of  
810 threshold levels for warner-bratzler shear force in Beef top loin steaks. *J. Muscle Foods,*  
811 2:289-296.  
812
- 813 Shackelford, S. D., T. L. Wheeler, and M. Koohmaraie. 1995. Relationship between shear  
814 force and trained sensory panel tenderness ratings of 10 major muscles from *Bos indicus*  
815 and *Bos taurus* cattle. *J. Anim. Sci.* 73:3333-3340.

- 816 Shackelford, S. D., T. L. Wheeler, and M. Koohmaraie,.1997. Tenderness Classification of  
817 Beef: I. Evaluation of Beef *longissimus* Shear Force at 1 or 2 Days Postmortem as a  
818 Predictor of Aged Beef Tenderness. J. Anim. Sci. 75:2417-2422.  
819
- 820 Sherbeck, J. A., J. D. Tatum, T. G. Field, J. B. Morgan, and G. C. Smith. 1995. Feedlot  
821 performance, carcass traits and palatability traits of Hereford and Hereford x Brahman  
822 steers. J. Anim. Sci. 73:3613-3620.  
823
- 824 USDA. 1999. United States Department Of Agriculture. Official United States Standards for  
825 grades of carcass beef. Agriculture Marketing Services - United States Department of  
826 Agriculture. Washington, D.C.  
827
- 828 Van Soest, P. J., J. B. Robertson, and B. A. Lewis. 1991. Symposium: carbohydrate  
829 methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. J. Dairy Sci.  
830 74:3583-3597.  
831
- 832 Weeranantanaphan, J., G. Downey, and P. A. Da-Wen Sun. 2011. A review of near infrared  
833 spectroscopy in muscle food analysis: 2005-2010. J. Near Infrared Spec. 19:61-104.  
834
- 835 Weiss, W. P., H. R. Conrad, and N. R. St. Pierre. 1992. A theoretically-based model for  
836 predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. Anim. Feed Sci.  
837 Technol. 39:95-110.  
838
- 839 Wheeler, T. L., J. W. Savell, H. R. Cross, D. M. Lunt, and S. B. Smith. 1990. Effect of  
840 postmortem treatment on the tenderness of meat from Hereford, Brahman-cross beef  
841 cattle. J. Anim. Sci. 68:3677-3686.  
842
- 843 Wheeler, T. L., S. D. Shackelford, and M. Koohmaraie. 1996. Sampling, Cooking, and Coring  
844 Effects on Warner-Bratzler Shear Force Values in Beef. J. Anim. Sci. 74:1553-1562.  
845
- 846 Wheeler, T. L., L. V. Cundiff, S. D. Shackelford, and M. Koohmaraie, 2005. Characterization  
847 of biological types of cattle (Cycle VII): Carcass, yield, and *longissimus* palatability  
848 traits. J. Anim. Sci. 83:196-207.  
849
- 850 Wheeler, T. L., L. V. Cundiff, L. D. Van Vleck, G. D. Snowden, R. M. Thallman, S. D.  
851 Shackelford, and M. Koohmaraie. 2006. Preliminary results from Cycle VIII of the  
852 cattle Germplasm Evaluation Program at the Roman L. Hruska U. S. Meat Animal  
853 Research Center. USDA-ARS, RLHUSMARC Beef Cattle Research Program, GPE  
854 Progress Report, n.23, p.1-12. ARS/USDA, Clay Center, NE.  
855
- 856 Wheeler, T. L., L. V. Cundiff, S. D. Shackelford, and M. Koohmaraie. 2010. Characterization  
857 of biological types of cattle (Cycle VIII): Carcass, yield, and *longissimus* palatability  
858 traits, J. Anim. Sci. 88:3070-3083.  
859
- 860 Whipple, G., M. Koohmaraie, M. E. Dikeman, J. D. Crouse, M. C. Hunt, and R. D. Klemm.  
861 1990. Evaluation of attributes that affect *longissimus* muscle tenderness in *Bos taurus*  
862 and *Bos indicus* cattle. J. Anim. Sci. 68:2716-2728.

- 863 Wulf, D., R. Emmett, J. Leheska, and S. Moeller. 2002. Relationships among glycolytic  
864 potential, dark-cutting (dark, firm, and dry) beef, and cooked beef palatability. *J. Anim.*  
865 *Sci.* 80:1895-1903.  
866
- 867 Yokoo, M. J. I., R. B. Lobo, F. R. C. Araujo, L. A. F. Bezerra, R. D. Sainz, and L. G.  
868 Albuquerque. 2010. Genetic associations between carcass traits measured by real-time  
869 ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore Cattle. *J. Anim. Sci.*  
870 88:52-58.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contribuição deste trabalho se deu por meio do desenvolvimento de alternativas de grupos genéticos a serem utilizados em esquemas de cruzamentos para a intensificação do sistema precoce de produção de carne bovina em regiões de clima tropical. Foram gerados dados que englobam as fases de cria, recria e terminação, as características de carcaça após o abate e a qualidade da carne, e demonstrou-se que por meio da utilização dos recursos genéticos estudados é possível obter melhorias nos índices produtivos da pecuária de corte.

Considerando as características de desempenho nas diferentes fases avaliadas, verificou-se que o uso de matrizes cruzadas  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore e  $\frac{1}{2}$  Caracu +  $\frac{1}{2}$  Nelore promove melhorias nos índices produtivos até a desmama, porém, nas fases de recria e terminação estas vantagens sobre a utilização de matrizes Nelore não ocorrem, assim como as diferentes raças paternas avaliadas, Braford, Canchim e Caracu, produzem resultados de desempenho semelhantes nas diferentes fases de criação. Com relação às características de carcaça avaliadas por ultrassonografia, a utilização de matrizes  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore e Nelore e de touros Braford consistem em opções melhores quando o objetivo é obter animais com maior grau de acabamento na carcaça.

Na avaliação das características de carcaça após o abate e qualitativas da carne, pôde-se verificar que a aplicação de matrizes Nelore em cruzamentos gera animais com maior rendimento de carcaça, entretanto com carne não maturada de menor maciez quando comparada à de filhos de matrizes cruzadas. Entretanto, destaca-se a importância do processo tecnológico de maturação, que foi suficiente para desfazer tal diferença nos resultados observados na força de cisalhamento. Além disso, maiores níveis de acabamento e marmoreio, e melhor distribuição de gordura na carcaça são obtidos a partir da utilização de matrizes  $\frac{1}{2}$  Angus +  $\frac{1}{2}$  Nelore como grupo genético materno em relação ao grupo  $\frac{1}{2}$  Caracu +  $\frac{1}{2}$  Nelore. Em relação às raças paternas, melhores resultados são obtidos quando são empregadas raças compostas em comparação à raça Caracu, pois touros Canchim geram animais com carcaças mais pesadas e de maior rendimento, enquanto touros Braford produzem animais com maior deposição e melhor distribuição de gordura na carcaça. Porém, quando consideradas as características qualitativas da carne a raça Caracu se assemelha às demais.

Com a redução no ciclo de produção e aumento da eficiência biológica da bovinocultura de corte, ocorre a diminuição no tempo necessário para os animais atingirem o

ponto de abate, ou seja, o grau de musculosidade e acabamento de gordura desejados. Isso permite a produção de maior quantidade de carne por área explorada, o que acarreta na diminuição da emissão de gás metano e dejetos por quilograma de carne produzida, contribuindo para a sustentabilidade ambiental da atividade pecuária. Além disso, a possibilidade de investimento na produção de carne de maior valor agregado permite a exploração de nichos de mercado mais exigentes e que remuneram melhor, contribuindo assim para o incremento da lucratividade do sistema produtivo e para a geração de novos empregos no campo, na indústria de processamento e na produção de insumos e prestação de serviços.

## ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DA EMBRAPA GADO DE CORTE




### Comissão de Ética para o Uso de Animais (CEUA) da Embrapa Gado de Corte

#### Resolução

Protocolo Nº: 012/2014
Pesquisador / Orientador: Roberto Augusto de Almeida Torres Junior
Responsável pelo Projeto: Roberto Augusto de Almeida Torres Junior
Título do Projeto: Integração de recursos nutricionais e genéticos para a produção de carne bovina de qualidade no sistema precoce

Situação do Protocolo na CEUA	
Aprovado	X
Em Análise <sup>1</sup>	
Em Diligência <sup>2</sup>	
Reprovado	
Retirado <sup>3</sup>	

A CEUA da Embrapa Gado de Corte, em sua reunião de 06 / 06 / 2014, emitiu o parecer APROVADO referente a este Protocolo. Observar o relatório anexo, onde constam as orientações estabelecidas por esta Comissão.

  
 Vanessa Felipe de Souza  
 Coordenador da CEUA

Campo Grande, 08 de julho de 2014.

<sup>1</sup> Os documentos encaminhados pelo pesquisador estão em análise pela CEUA.

<sup>2</sup> Alguma inconformidade foi registrada e são encaminhadas orientações ao pesquisador para adequação.

<sup>3</sup> O projeto não será executado e foi retirado da análise pela CEUA, por solicitação do pesquisador.

**ANEXO B – NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NO PERIÓDICO  
“JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE”**

# INSTRUCTIONS FOR AUTHORS (REVISED 2017)

## *Journal of Animal Science*

The Instructions for Authors, *Journal of Animal Science* (*JAS*) is divided into 2 sections:

I. Manuscript Preparation, which describes the Style and Form that authors must follow in the preparation of manuscripts; and

II. Policies and Procedures of *JAS*, which describes the mission of *JAS*, contact information, care and use of animals, protection of human subjects, conflict of interest, types of articles published in *JAS*, manuscript submission, copyright policies, review procedures and policies, papers in press, author proofs, and publication charges.

### I. MANUSCRIPT PREPARATION (STYLE AND FORM)

The most important thing authors can do as they prepare their manuscripts is to consult a recent issue of *JAS* to see the acceptable format for headings, title page, ABSTRACT, Key words, INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION (or combined RESULTS AND DISCUSSION), LITERATURE CITED, and tables and figures (including figure captions). Each of these topics is described in this document. The headings are shown in uppercase letters to illustrate how they should appear in manuscripts. A basic manuscript template in Microsoft Word is available at <http://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/infora>. **Manuscripts that are not consistent with the Instructions for Authors will be immediately rejected.**

**General.** Manuscripts must be written in English and must use American spelling and usage, as well as standard scientific usage. The following online resources provide detailed information.

- For general style and form, authors should follow that recommended in *Scientific Style and Format: The CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers*. 7th ed. Council of Science Editors, Reston, VA.
- For American English spelling and usage, consult Merriam-Webster Online. <http://www.m-w.com/>
- For how to use numbers, refer to Policies Regarding Number Usage later in this document.
- For SI units, the National Institute of Standards and Technology provides a comprehensive guide. <http://physics.nist.gov/cuu/Units/index.html>
- For capitalization and spelling of plants, consult the USDA Plants website. <http://plants.usda.gov>
- For anatomical nomenclature, consult the current *Nomina Anatomica Veterinaria*.

[www.wava-amav.org/Downloads/nav\\_2012.pdf](http://www.wava-amav.org/Downloads/nav_2012.pdf)

- For bacterial nomenclature, consult Approved Lists of Bacterial Names. <http://www.bacterio.net/alintro.html>

Manuscripts should be prepared double-spaced in Microsoft Word, with lines and pages numbered consecutively, using Times New Roman font at 12 points and no less than 2.54-cm (1 inch) margins all around. Special characters (e.g., Greek and symbols) should be inserted using the symbols palette available in this font.

Complex equations should be entered using Math-Type (<http://www.dessci.com/en/products/mathtype/>) or the Word Equation tool within your Word document. Do not insert equations as image files; image files will need to be re-keyed by hand by layout staff, which may introduce errors.

Tables and figures should be placed in separate sections at the end of the manuscript, and not placed in the text. Manuscripts should be uploaded to Thomson Reuters ScholarOne Manuscripts (formerly called Manuscript Central) using the fewest files possible to facilitate the review and editing processes.

Manuscripts should contain the following sections in this order.

**Title Page.** The title page includes a running head (the first word only and any proper nouns capitalized and no more than 45 keystrokes [i.e., characters and spaces; a space is counted as a keystroke]); the title (only the first word and any proper nouns capitalized, as brief as possible, and including the species involved); names of authors (e.g., T. E. Smith; no title, positions, or degrees) and institutions, including the department, city, state or country (all with first letters capitalized), and ZIP or postal code. Author affiliations are footnoted using the symbols \*, †, ‡, §, #, ||, and ¶ and are placed below the author names. If a consortium is listed in the byline, a footnoted reference to a website showing the names and affiliations of each member of the consortium should be included in acknowledgements; names and affiliations of each member of the consortium will not be listed on the title page. Superscript numbers are used to reference footnotes on the first page. Acknowledgments, including acknowledgements of consortia, grants, experiment station, or journal series number, are given as a footnote to the title. **Authors disclosing potential or actual conflicts of interest related to the research presented in the manuscript should describe this in a footnote with other acknowledgements (for details, see *Conflict of Interest*).**

**Abstract.** ABSTRACT consists of no more than 2,500 keystrokes (characters and spaces) in one paragraph and contains a summary of the pertinent results, with statistical evidence (i.e., *P*-values), in a brief but understandable form, beginning with a clear

## Instructions for Authors of *Journal of Animal Science*

statement of the objective and ending with the conclusions, with no references cited. Abbreviations in the abstract that are not in **Standard JAS Abbreviations** must be defined at first use.

**Key words.** List up to 6 key words or phrases including the species, variables tested, and major response criteria. The first letter of each key word is lowercase, unless it is a proper noun; key words are separated by commas and presented in alphabetical order; and no abbreviations should be used. Because major words in the title are not used for the subject index, which is published in the last issue of each volume of *JAS*, appropriate words from the title should be listed as key words.

**Introduction.** INTRODUCTION must not exceed 2,000 keystrokes (characters and spaces) and must contain a brief justification for conducting the research, the hypotheses to be tested, and the objective(s). Extensive discussion of relevant literature should be included in DISCUSSION, not in INTRODUCTION.

**Materials and Methods.** MATERIALS AND METHODS is a required section and must contain a clear description or specific original reference for all biological, analytical, and statistical procedures. All modifications of procedures must be explained. Diets, dates of experimental activities if appropriate, animals (breed, sex, age, body weight, and weighing conditions [i.e., with or without restriction of feed and water]), surgical techniques, measurements, and statistical models should be described clearly and fully. Manufacturer information must be provided at the first mention of each proprietary product used in the research (for details see, **Commercial Products**). Appropriate statistical methods should be used, although the biology should be emphasized. The threshold (e.g.,  $P < 0.05$ ) for significance should be stated. A statement of the results of the statistical analysis should justify the interpretations and conclusions. The experimental unit is the smallest unit to which an individual treatment is imposed. Measurements on the same experimental unit over time are not independent and should not be considered as independent experimental units. Provide a validation for assays (e.g., mean and CV for repeated analysis of a sample [both between and within-assay if available] and the sensitivity [minimum amount or concentration detectable]). Also, provide a publication reference for the methods used in kits. Centrifugal force should be provided in  $\times g$ , not rpm, and duration and temperature of centrifugation must be included. Include volume of blood collected, container used, and amount of preservative or anticoagulant (e.g., 10  $\mu\text{L}$  of heparin).

**Results.** RESULTS are presented in the form of tables or figures when feasible. The text should explain or elaborate on the tabular data, but numbers should not be repeated within the text. Sufficient data, all with some index of variation attached, including significance level (i.e.,  $P$ -value), should be presented to allow readers to interpret the results of the experiment. Reporting the  $P$ -value is preferred to the use of the terms significant and highly significant, which are more editorial than quantitative descriptions. Thus,

the  $P$ -value (e.g.,  $P = 0.042$  or  $P < 0.05$ ) should be presented, thereby allowing readers to decide what to reject. Other probability (alpha) levels may be discussed if properly qualified so that the reader is not misled (e.g., trends in the data).

**Discussion.** DISCUSSION contains the author's, or authors', interpretations of the results of the study. The presentation should be clear and concise, address biological mechanisms and their significance, and integrate the research findings with the body of previously published literature to provide readers with a broad base on which to evaluate the author's, or authors', interpretations and assertions. Authors may speculate, but they should make it clear that their statements are speculative, rather than factual. A stand-alone DISCUSSION should not refer to any tables or figures, nor should it include  $P$ -values, unless citing a  $P$ -value from another work. The discussion must be consistent with the data from the research.

**Results and Discussion.** In *JAS*, authors have the option of combining the results and discussion into one section.

**Literature Cited.** To be listed in LITERATURE CITED, papers must be published or accepted for publication ("in press"). Personal communications and unpublished data must not be included in LITERATURE CITED. Guidelines and formats for references and citations are described in the Literature Cited Section of this document.

**Tables and Figures.** Tables and figures must be prepared so they meet the stand-alone criterion; that is, information in a table or figure can be understood without referring to information in the body of the manuscript. Tables and figures shall be placed at the end of the manuscript. Each table and each figure shall be placed on a separate page (separated with section breaks) and identified with table and figure numbers. Author-defined abbreviations must be defined (or redefined) in each table and figure. Manufacturer name and location must be provided for any proprietary product appearing in a table or figure.

Tables must be created using the table feature in MS Word (for instructions, see **Guidelines for Creating Tables Using Microsoft Word** (<http://www.animalsciencepublications.org/files/publications/jas/wordtableguidelines-jas.pdf>)). Refer to a recent issue of *JAS* for examples of table construction. When possible, tables should be organized to fit across the page (i.e., portrait layout) without running broadside (i.e., landscape). Each column must have a heading (e.g., Item, Ingredient, Trait, Fatty acid). Units (e.g., kg) should be separated from headings by a comma, rather than being shown in parentheses. Limit the data field to the minimum needed for meaningful comparison within the accuracy of the methods. In the body of the table, numerals are used to reference footnotes. Each footnote should begin on a new line. Lowercase, superscript letters are used to indicate significant differences among means within a row or column and to reference footnotes explaining how to interpret the letters.

Figures should follow the **Quality Guidelines for *Journal of Animal Science* (JAS) Figures**

## Instructions for Authors of *Journal of Animal Science*

(<http://www.animalsciencepublications.org/files/publications/jas/infora-guidelines-for-figures.pdf>). Figure captions should be typed double-spaced on a separate page. Now that *JAS* is a fully electronic publication, authors are encouraged to use color to enhance figures; there are no additional fees for color figures and images in issues of *JAS*.

Individuals may purchase print-on-demand copies of *JAS* issues from Sheridan Press. Print-on-demand copies will contain gray-scale, rather than color, figures and images. To purchase these, contact Sheridan at *Journal of Animal Science* or American Society of Animal Science, PO Box 465, Hanover, PA 17331 P: 717-632-3535, F: 717-633-8920, E: [pubsvc.tsp@sheridan.com](mailto:pubsvc.tsp@sheridan.com).

**Appendices.** An appendix or appendices are optional and used to provide numerical examples or give extensive detail of analytical procedures. However, if the supplemental material is of interest only to a limited number of *JAS* readers, it should not be included as an appendix. Instead, state that supplemental information is available on request from the corresponding author; addresses for websites with appropriate supplemental information are acceptable. If extensive, the data may be included as an e-supplement to the manuscript (see **E-Supplements**). Appendices should follow LITERATURE CITED and be introduced with a major heading (e.g., APPENDIX 1: TITLE).

**E-Supplements.** Authors may present material in an e-supplement (e.g., detailed data sets, Excel files, and video) that is more extensive or detailed than necessary for a *JAS* article. A note will appear in the *JAS* article that more material can be found online. Material in an e-supplement must undergo peer review and, thus, should be in a format that is easily accessible (i.e., does not require dedicated software or software that is not generally available) to most reviewers and readers.

### Additional Usage Notes

**Numbers.** For details, see **Policies Regarding Number Usage for *Journal of Animal Science*** later in this document.

**Abbreviations.** Except to begin a sentence and when specifically contraindicated (e.g., units of time should only be abbreviated when used with a number), authors must use the abbreviations that are listed in this document under **STANDARD JAS ABBREVIATIONS**. Abbreviations in the text that are not listed in **STANDARD JAS ABBREVIATIONS** must be defined at first use, unless they are international abbreviations for elements, units of measure, amino acids, and chemicals, as examples. Abbreviations listed in **STANDARD JAS ABBREVIATIONS** or standard international abbreviations cannot be used to create author-defined abbreviations (e.g., t = metric ton and cannot be used as an abbreviation for time, temperature, or treatment; C = carbon and cannot be used for Control).

Once defined, author-defined abbreviations should always be used, except to begin a sentence. Author-defined abbreviations must be defined in the abstract

and redefined at first use in the body of the manuscript, in each table, and in each figure. Authors should avoid excessive use of author-defined abbreviations.

**Gene and Protein Names.** Because there is no universally accepted style for gene and protein names that applies to all species, the *JAS* asks authors to assume the responsibility of using the convention appropriate for the particular species. Some general guidelines can be found in the *CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers* (7th ed., 2006). For example, the gene that codes for the protein p53 is *TP53* in humans and *Trp53* in mice (note that, by convention, gene names are italicized, and protein names are generally not italicized).

**Quantitative Trait Loci and DNA Markers and Microarray Data.** Authors of papers that contain original quantitative trait loci (QTL) or DNA marker-association results for livestock are strongly encouraged to make their data available in an electronic form to one of the publicly available livestock QTL databases *after the manuscript appears on the *JAS First Look* website* (<http://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/first-look>). The date on which the paper is posted to the *JAS-Papers in Press* website may represent the official public disclosure date for the contents of the article. Current QTL databases for livestock include, but may not be limited to, the Animal QTL database (<http://www.animalgenome.org/QTLdb>) and the Bovine QTL database (<http://genomes.sapac.edu.au/bovineqtl/index.html>). Similarly, for microarray data we request that all authors using microarray data analysis in their research submit a complete data set to 1 of 3 databases before submission of a manuscript: the NCBI Gene Expression Omnibus (GEO; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/projects/geo>), the EMBL-EBI ArrayExpress repository (<http://www.ebi.ac.uk/arrayexpress>), or the Center for Information Biology Gene Expression (CIBEX) database.

**Commercial Products.** The use of names of commercial products should be minimized. When a commercial product is used as part of an experiment, the manufacturer name and location (city and state if in the US; city, administrative region or district [e.g., province], and country if outside the US) or a website address must be given parenthetically at first mention in text, tables, and figures. The generic name should be used subsequently. No <sup>TM</sup>, ®, or © symbols should be used.

### General Usage.

- Abbreviations are not used to begin sentences. Words must be spelled out.
- “Sex” should be used, rather than “gender.” Gender is more appropriate for describing a role in society than for describing biological sex.
- State total sample size (e.g., the study included a total of 600 animals), rather than using “N” to represent total sample size.
- The hierarchy for brackets and parentheses is [ ( ) ]. For example, [(2 + 3) × (12 ÷ 2)] × 2 = 60.
- Meat shear force should be expressed in kilograms (kg), although newtons (N) may also be

## Instructions for Authors of *Journal of Animal Science*

acceptable.

- Report time using the 24-h system (e.g., 1410 h rather than 2:10 p.m.).
- Use italics to designate genus and species (e.g., *Bos taurus*) and botanical varieties (e.g., *Medicago sativa* var. Potomac). Designations for botanical cultivars should be preceded by "cv." or enclosed in single quotes (e.g., *Festuca arundinacea* cv. Kentucky 31 or *Festuca arundinacea* 'Kentucky 31').
- Names of muscles are not italicized.
- Specify the basis (i.e., as-fed or dry matter) for dietary ingredient and chemical composition data listed in text or in tables. Similarly, specify the basis for tissue composition data (e.g., wet or dry basis).
- Calculations of efficiency should be expressed as output divided by input (i.e., gain:feed, not feed:gain).
- A diet is a feedstuff or a mixture of feedstuffs; a ration is the daily allotment of the diet.
- The word "Table" is capitalized and never abbreviated.
- Except to begin a sentence, the word "Figure" should be abbreviated to "Fig."
- Except to begin a sentence, experiment and equation should be abbreviated to Exp. and Eq., respectively, when preceding a numeral (e.g., Exp. 1).
- Avoid jargon unfamiliar to scientists from other disciplines. Do not use the term "head" to refer to an animal or group of animals. Instead, use animal, sow, ewe, steer, heifer, cattle, etc.
- Avoid bi- as a prefix because of its ambiguity; biweekly means twice per week and once every 2 weeks.
- Breed and variety names should be capitalized (e.g., Landrace and Hereford).
- Trademarked or registered names should be capitalized, but no <sup>TM</sup> or ® symbols should be used.

## II. POLICIES AND PROCEDURES OF JAS

The mission of the American Society of Animal Science (ASAS) is to "*foster the discovery, sharing, and application of scientific knowledge concerning the responsible use of animals to enhance human life and well-being*" (<https://asas.org/about-asas/history-and-mission>). The *Journal of Animal Science*, which is published monthly by ASAS, accepts manuscripts presenting information for publication with this mission in mind.

The *JAS* is divided into the following Sections: Animal Genetics; Animal Nutrition: Nonruminant Nutrition; Animal Nutrition: Ruminant Nutrition; Animal Physiology; Animal Production; Animal Products; Special Topics; and Symposia, which contains invited manuscripts from symposia at ASAS meetings. Manuscripts that do not fit one of the *JAS* Sections will not be considered for publication.

The Editor-in-Chief, Associate Editor-in-Chief, Managing Editor, and Section Editors establish the

editorial policies of *JAS*, subject to review by the publications committee and ASAS Board of Directors. The views expressed in articles published in *JAS* represent the opinions of the author(s) and do not necessarily reflect the official policy of the institution with which an author is affiliated, the ASAS, or the *JAS* Editor-in-Chief. Authors are responsible for ensuring the accuracy of collection, analysis, and interpretation of data in manuscripts and ultimately for guaranteeing the veracity of the contents of articles published in *JAS*.

### Contact Information

For information on the scientific content of the journal, contact the Editor-in-Chief, Dr. James Sartin, American Society of Animal Science, P.O. Box 7410, Champaign, Illinois 61826-7410; e-mail: [jsartin@asas.org](mailto:jsartin@asas.org).

For questions about submitting a manuscript and ScholarOne Manuscripts, or for assistance with author proofs, contact ASAS staff; e-mail: [asas@asas.org](mailto:asas@asas.org).

### Care and Use of Animals

All authors submitting to *JAS* must complete the Care and Use of Animals form certifying that any research that involves animals has followed established standards for the humane care and use of animals and must specify which standards were used. Only investigations that have followed high standards for the humane care and use of animals in research will be reported in *JAS*.

Also, the manuscript must include a statement of institutional animal care and use committee (IACUC), or equivalent, approval of all animal procedures. The IACUC statement should appear as the first item in MATERIALS AND METHODS and should specify which publically available animal care and use standards were followed (e.g., ADSA-ASAS-PSA Guide for Care and Use of Agricultural Animals in Research and Teaching; Primary Industries Ministerial Council, Model code of practice for the welfare of animals: the sheep). The manuscript should describe anesthetics, analgesics, tranquilizers, and care taken to minimize pain and discomfort during preoperative, operative, and postoperative procedures. If research requires discomfort to the animals or stressful conditions, justification for these conditions must be evident in papers published in *JAS*.

### Protection of Human Subjects

In the United States, federally funded or regulated research involving human subjects must comply with Code of Federal Regulations (CFR), Title 45 Public Welfare, Part 46 Protection of Human Subjects. However, CFR 45 Part 46.101(b) exempts some research from these regulations. For all exempted research and other details, see <http://www.hhs.gov/ohrp/human-subjects/guidance/45cfr46.html>. Exempted research includes that in which the only involvement of human subjects is for "taste and food quality evaluation and consumer acceptance if 1) wholesome foods without

## Instructions for Authors of *Journal of Animal Science*

additives are consumed or 2) a food is consumed that contains a food ingredient at or below the level and for a use found to be safe, or agricultural chemical or environmental contaminant at or below the level found to be safe, by the Food and Drug Administration or approved by the Environmental Protection Agency or the Food Safety and Inspection Service of the U.S. Department of Agriculture.” If human subjects were used in exempted research and the research was in compliance with CFR 45 Part 46, or equivalent regulations where the research was conducted, authors must state in **MATERIALS AND METHODS** or acknowledgements that they were in full compliance. If human subjects were used in research that was not exempted in CFR 45 Part 46, or equivalent regulations where the research was conducted, authors must certify that the research received a priori approval from an appropriate Institutional Review Board.

### **Conflict of Interest**

All *JAS* editors, ASAS staff, ASAS Board of Directors, and submitting authors must disclose any actual or potential conflicts of interest that may affect their ability to objectively present or review research or data. This generally includes any relevant professional, personal, political, intellectual, religious, or financial interest in, or relationship with, an individual or business that could have an actual or perceived influence, positive or negative, on the conduct and publication of the research or data. Financial relationships generally refer to financial benefits accrued to authors through avenues such as salary, consulting fees, honoraria (including paid holidays, use of vacation property, country club privileges, and other nonmonetary rewards for service), intellectual property rights, royalties, business ownership, and investments, other than diversified mutual funds or the equivalent.

Disclosures for *JAS* authors are to be provided as an acknowledgement on the title page of a manuscript (for instructions, see **Title Page**). The *JAS* may use such information as a basis for editorial and publication decisions, and may publish such disclosures if that is deemed relevant and sufficient. The *JAS* editors, ASAS staff, and ASAS Board of Directors with actual or potential conflicts of interest that may affect their ability to objectively evaluate or manage a manuscript will be prevented from gaining access to the manuscript and associated documents, unless they are an author or coauthor, in which case ScholarOne Manuscripts will limit their access to the Corresponding Author Center. When the current Editor-in-Chief, for example, has an actual or potential conflict of interest with a manuscript, a former Editor-in-Chief will assume the responsibilities of the Editor-in-Chief for that manuscript.

### **Types of Articles**

Articles published in *JAS* encompass a broad range of research topics in animal production and fundamental aspects of genetics, nutrition, physiology, and preparation and utilization of animal prod-

ucts. Many articles are multidisciplinary and cannot be conveniently categorized. Articles typically report research with cattle, goats, pigs, and sheep. However, studies involving other farm animals (e.g., poultry and meat and working horses) and companion animals, including performance and recreational horses, aquatic, and wildlife species will be considered for publication. Studies with laboratory animal species that address fundamental questions related to the biology of livestock, companion animals, and other managed animals may be considered.

The preceding paragraph is not meant to exclude manuscripts but, rather, is a clarification of the focus of *JAS*. Authors may contact the Editor-in-Chief or Associate Editor-in-Chief if there are questions about whether the topic of a manuscript is appropriate for *JAS*.

**Research Articles.** Results of research contained in manuscripts submitted to *JAS* must not have been published in or submitted previously to a peer-reviewed scientific journal. Previous presentation at a scientific meeting or the use of data in field-day reports or similar documents, including press publications or postings to personal or departmental websites, do not preclude the publication of such data in *JAS*. However, abstracts, proceedings papers, field-day reports, or similar presentations that are expanded to produce full-length manuscripts should be referenced and cited in *JAS* manuscripts. Articles simultaneously posted to websites and submitted to *JAS* should carry a disclaimer on the website that this version of the paper has not undergone *JAS* peer-review and is not to be considered the final published form of the article. If the article has been published in *JAS*, the author should include the complete *JAS* citation so that proper credit can be given to *JAS* as the publisher of the article. Because *JAS* holds the copyright to articles it publishes, posting altered *JAS* articles that are represented as exact duplicates of the published version constitutes copyright violation.

**Review Articles.** The journal publishes invited review articles. The Editor-in-Chief, in consultation with the Associate Editor-in-Chief, Section Editors, and the ASAS Board of Directors, identifies invited reviews. Section Editors may solicit proposals for review articles to be published in *JAS*, after consultation with and approval by the Editor-in-Chief; the authors may be responsible for a portion of the publication charges for invited reviews. Unsolicited review articles will not be considered.

**Special Topics.** This Section includes Biographical or Historical Sketches and Contemporary Issues in the animal sciences. Even though Biographical or Historical Sketches are part of the Special Topics Section, they will be published on the ASAS website and in the Association News section of *JAS*. The frequency of publication depends on the availability of the prepared sketches. For more information, see <http://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/infora>.

Contemporary Issues include topics such as environmental concerns, legislative proposals, systems analysis, and various “newsworthy” scientific issues.

## Instructions for Authors of *Journal of Animal Science*

Even though Contemporary Issues manuscripts do not have to include original data, authors' assertions should be substantiated with references to established information from credible published sources.

Special Topics papers will be subject to peer review in a manner similar to other *JAS* submissions. Because of the nature of these manuscripts, their format may vary from that of standard scientific articles, although ABSTRACT and INTRODUCTION must be consistent with keystroke (characters and spaces) limitations defined earlier in this document.

Teaching articles should be submitted to *Natural Sciences Education*, which is a joint venture of several professional societies, including the ASAS. Articles in *Natural Sciences Education* are "written by and for educators in extension, universities, industry, administration, and grades K-12" and highlight teaching techniques, concepts, ideas, and other teaching-related issues. The goal is build a portfolio of teaching-related articles that can be accessed at a single location. For detailed information about *Natural Sciences Education*, see <https://www.agronomy.org/publications/nse>.

**Rapid Communications.** *JAS* is now considering rapid publication of short communications that are considered novel and highly significant to animal science. Submitted papers should follow *JAS* guidelines, but are restricted to 2 figures or tables or a combination of 1 figure/1 table. The words "Rapid Communication:" should begin the title. When preparing the file, please include the following at the top of the first page, in bolded text: **NOTE: THIS IS A RAPID COMMUNICATION SUBMISSION**. This note will ensure that the submission is processed immediately.

The final published paper will be no more than 5 printed pages (approximately 15 Word file pages). A *JAS* Section Editor handles the review and outcome is to accept or reject the paper. The reviews will generally be complete by 2 weeks and if accepted, added to the First Look page within 2 days and placed in the next available journal issue. If significant revisions are needed, the Section Editor will reject the manuscript and require a new submission. Generally there will not be a revision. All papers are subject to the \$100 submission fee (applied towards publication if accepted). The manuscript will be published **Open Access** and the fee for publication of this rapid format will be \$1,000 (members) and \$2,000 (nonmembers).

**Technical Notes.** A technical note is used to report a new method, technique, or procedure of interest to *JAS* readers. When possible, a technical note should include a comparison of results from the new method with those from previous methods, using appropriate statistical tests. The advantages and disadvantages of the new procedure should be discussed. When typeset for publication, a technical note shall not exceed 10 pages (approximately 18 Microsoft Word document pages), including tables and figures. "Technical note:" shall be the first portion of the title of such manuscripts. The review process for a technical note will be the same as that for other

manuscripts. Information that is more extensive or detailed than necessary for a Technical note may be presented in an e-supplement (see *E-Supplements*). Short communications, brief communications, and similar types of articles will not be considered for publication in *JAS*.

**Letters to the Editor.** A letter judged suitable for publication will be printed in a "Letters to the Editor" section of *JAS*. The purpose of this section is to provide a forum for scientific exchange relating to articles published in *JAS*. To be acceptable for publication, a letter must adhere to the following guidelines. 1) Only a letter that addresses matters of science and relates to information published in *JAS* will be considered. In general, a letter should not exceed 5,000 keystrokes and should contain no more than 5 citations. 2) A letter should provide supporting evidence based on published data for the points made or must develop logical scientific hypotheses. A letter based on conjecture or unsubstantiated claims will not normally be published. No new data may be presented in a letter. 3) The Editor-in-Chief will evaluate each letter and determine whether a letter is appropriate for publication. If a letter is considered appropriate, the author(s) of original *JAS* article(s) will be invited to write a letter of response. Normally both letters will be published together. 4) All letters will be subject to acceptance and editing by the Editor-in-Chief and editing by a technical editor.

### SUBMISSION OF MANUSCRIPTS

Manuscripts should be submitted electronically through ScholarOne Manuscripts at <http://mc.manuscriptcentral.com/jas>. Authors with questions about using the electronic manuscript submission system or, for technological reasons, are unable to submit manuscripts electronically may contact ASAS staff ([asas@asas.org](mailto:asas@asas.org)).

Please note: in 2016, *JAS* instituted a submission fee equivalent to the page charges for one page at the membership rate. The submission fee must be paid at the time of submission, but will be credited towards total page charge fee if the article is published. **Please note:** the submission fee is not refundable if the article is rejected.

### Section titles

Each author will be prompted to choose a section for grouping articles within the table of contents.

1. Animal Behavior and Cognition
2. Animal Genetics and Genomics
3. Animal Health and Well Being
4. Animal Models
5. Arid Land Animal Production
6. Cell and Molecular Biology
7. Companion Animal Biology
8. Companion Animal Nutrition
9. Dairy Products

## Instructions for Authors of *Journal of Animal Science*

### REVIEW OF MANUSCRIPTS

10. Environmental Animal Science
11. Exercise Physiology
12. Feeds
13. Fetal Programming
14. Forage Based Livestock Systems
15. Gastrointestinal Biology
16. Growth Biology
17. Housing and Management
18. Immunology
19. Integrated Animal Science
20. Lactation and Mammary Gland Biology
21. Meat Science
22. Metabolism and Metabolomics
23. Microbiology
24. Microbiome
25. Molecular Nutrition
26. Muscle Biology
27. Neuroendocrinology
28. Non ruminant nutrition
29. Pasture and Grazing Lands
30. Proteomics
31. Reproduction
32. Ruminant Nutrition
33. Special Topics
34. Sustainable Animal Science and Practices
35. Symposia
36. Technology in Animal Science
37. Toxicology
38. Wildlife Management
39. Zoo and Exotic Animal Management and Nutrition
40. Board Invited Reviews

### Copyright Agreement

Authors shall complete the Manuscript Submission and Copyright Release form for each new manuscript submission. The form is completed during the submission process through ScholarOne Manuscripts. Authors, such as United States government employees, who are unable to grant copyright to ASAS must indicate the reason for exemption on the form; material that was produced as an official duty of a U.S. Government employee is considered public domain. The American Society of Animal Science holds the copyright to material published in *JAS*. Persons who wish to reproduce material in *JAS* must request written permission to reprint copyrighted information from ASAS staff (asas@asas.org). Likewise, authors of *JAS* manuscripts who include material (usually tables or figures) taken from other copyrighted sources must secure permission from the copyright holders and provide evidence of this permission at the time the manuscript is submitted to *JAS* for review. Tables or figures reproduced from the work of others, or data extracted from the work of others and used to construct summary tables (or figures) or for meta-analyses, must include an acknowledgement of the original source in a footnote or legend and, when appropriate, a complete citation in LITERATURE CITED. The ASAS, however, grants to the author(s) of *JAS* articles the right of republication in any book of which he or she is author or editor, subject only to his or her giving proper credit in the book to the original *JAS* publication of the article by ASAS.

**General Procedures.** The Editor-in-Chief, Associate Editor-in-Chief, and Section Editors determine whether manuscripts are suitable for publication in *JAS*. All communications about a submitted manuscript should maintain confidentiality. The Associate Editor-in-Chief and Section Editors handle correspondence with the peer reviewers and corresponding author and promptly decide whether a manuscript should be accepted, revised, or rejected. A Section Editor's decision to accept, invite revision, or reject a manuscript after peer review is based on peer-reviewer comments and recommendations and the Section Editor's own review of the manuscript. Section Editors forward document files for accepted and rejected manuscripts to the Editor-in-Chief. After acceptance, manuscript files are forwarded to the technical editors. The Editor-in-Chief is the final arbiter concerning acceptance or rejection of manuscripts submitted for publication.

**Rejections.** Manuscripts are rejected for 3 general reasons. 1) The substance of the manuscript may not meet *JAS* standards; the work may be incomplete, the evidence may not support the conclusions, the experimental approach may be poorly conceived, or the work may repeat established fact or represent no advancement of the existing knowledge. 2) Even though the work may be sound and the results valid, the paper may be better suited for publication elsewhere. 3) Manuscripts are not written clearly, concisely, and coherently, or they are not consistent with guidelines in the 2016 Instructions for Authors, *Journal of Animal Science*. These manuscripts may be rejected without review. Authors whose first language is not English are urged to have an editing service review their manuscripts before they are submitted to *JAS*. However, *JAS* considers the authors, and not an editing service, responsible for the content of manuscripts.

**Appeals.** If a manuscript is rejected, as a first course of action the author should discuss the matter with the Section Editor responsible for the manuscript. Decisions must be appealed to the Editor-in-Chief if the author(s) believe(s) that the judgment was erroneous or biased. A letter presenting the reasons for the appeal should be sent to the Editor-in-Chief. The Editor-in-Chief will review the author's reasons, all documents related to the manuscript, and, if necessary, consult with the Section Editor responsible for the manuscript. The Editor-in-Chief will then decide whether to accept or deny the appeal.

**Revisions.** Most manuscripts that are eventually accepted for publication are returned to the author(s) at least once for revision. All revised manuscripts must be returned to Section Editors via *JAS* ScholarOne Manuscripts. Authors will be permitted 15 days to revise and return manuscripts classified as Minor Revision and permitted 35 days to revise and return manuscripts classified as Major Revision. ScholarOne Manuscripts prompts reviewers to classify manuscripts as Minor Revision or Major Revision.

Manuscripts that exceed the revision-option deadline will be withdrawn. Extenuating circumstances

## Instructions for Authors of *Journal of Animal Science*

may justify the need to extend the revision-option deadline. Requests for extensions must be communicated to the Section Editor responsible for the manuscript before the revision-option expires. The Revision Checklist for Authors is sent with requests for revision (<http://www.animalsciencepublications.org/files/publications/jas/jas-revision-checklist.pdf>). Authors should closely follow the Checklist.

### PAPERS IN PRESS, AUTHOR PROOFS, AND PUBLICATION CHARGES

**Papers in Press.** To facilitate earlier disclosure of research results, accepted manuscripts will be assigned a digital object identifier (doi) and posted to the *JAS* First Look site (<http://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/first-look>) in the form in which they are accepted. The authors bear the primary responsibility for the content of manuscripts posted to the Papers in Press site. Because articles posted to this site have not been professionally edited and typeset, and are frequently changed in response to questions from editors, they do not represent the final, published form of the manuscript. The date a complete monthly issue of *JAS* is posted online is the official publication date for *JAS* articles. However, the date on which a manuscript is posted to the *JAS*-Papers in Press website may represent the official public disclosure date for the contents of the article. Authors concerned about intellectual property issues, such as patents and disclosure dates, should seek legal counsel before submitting manuscripts to a scientific journal.

**Author Proofs.** Accepted manuscripts are forwarded to the editorial office for technical editing and typesetting. During this process, the technical editor may add queries to ask the authors for missing information, to clarify points, or to update figures. The manuscript is then typeset, figures processed, and author proofs (also called galley proofs) prepared. Queries are included in the galley proofs. Correspondence concerning the accepted manuscript should be directed to the Managing Editor.

Proofs of all manuscripts will be provided to the corresponding author and should be read carefully and checked against the typed manuscript. Accuracy of the author proof is the sole responsibility of the author(s). Corrections may be returned by e-mail (preferred), or by fax if necessary. For faxed corrections, changes to the proof should be made neatly and clearly in the margins of the proof. Notes created with Adobe editing tools and pointing to specific locations for corrections are preferred. Changes e-mailed to the Managing Editor, if not noted directly on the Adobe PDF file, must indicate page, column, and line numbers for each correction to be made on the proof. Editor queries should be answered on the galley proofs; failure to do so may delay or prevent publication. Excessive author changes made at the proof stage may result in a \$250 surcharge for additional typesetting, and they may be deemed so excessive that the manuscript will be returned to the Section Editor for additional scientific review.

**Publication Charges and Reprints.** The journal has 2 options available for publication: open access and conventional page charges. For the open access option, authors will pay the open access fee when proofs are returned to the editorial office so that their article will become freely available upon publication in an online issue of *JAS*. Charges for open access publication are \$2,500 per article if at least one author is a current professional member of ASAS; the charge is \$3,250 when no author is a professional ASAS member. For conventional publication, the charge is \$100 per printed page in *JAS* if at least one author is a professional ASAS member; the page charge is \$200 when no author is a professional member of ASAS. Reprints may be ordered at an additional charge.

Professional membership in ASAS is available to any person who has research, educational, commercial, or administrative responsibilities or interests in the broad disciplines within animal science. Complete details are available at the following website: [www.asas.org/membership-services/member-information](http://www.asas.org/membership-services/member-information).

When the author proof is sent, the author is asked to complete a reprint order form requesting the number of reprints desired and the name of the institution, agency, or individual responsible for publication charges. Now that *JAS* is a fully electronic publication, there are no additional charges for color figures and images that appear in electronic issues of *JAS*. However, authors who order reprints are responsible for paying any additional charges for printing reprints that contain color.

### STANDARD *JAS* ABBREVIATIONS

The following abbreviations should be used without definition in *JAS*. Plural abbreviations do not contain a final "s" because the context of an abbreviation implies whether it is singular or plural. Use of the standard 3-letter abbreviations for amino acids (e.g., Ala) is acceptable in *JAS*. Use of the internationally recognized chemical symbols for chemical elements (e.g., P and S) is acceptable in *JAS*. Except for N (not italicized), which is the recognized abbreviation for nitrogen and newton (unit of force), chemical symbols for elements are reserved for elements (e.g., C is for carbon and never for control). For chemical units and abbreviations, refer to the ACS Style Guide (published by the American Chemical Society, Washington, DC).

#### *Physical units*

Item	Unit
Bq	becquerel
°C	degree Celsius
cal	calorie
Ci	curie
cM	centimorgan (spell out morgan if used without a prefix)
Da	dalton

## Instructions for Authors of *Journal of Animal Science*

Eq	equivalent (only can be used with a prefix; e.g., mEq)	$R^2$	multiple coefficient of determination
g	gram	$s^2$	variance (sample)
ha	hectare	SD	standard deviation (sample)
Hz	hertz	SE	standard error
IU	international unit	SED	standard error of the differences of means
J	joule	SEM	standard error of the mean
L	liter	$t$	$t$ -(or Student) distribution
lx	lux	$\alpha$	probability of Type I error
m	meter	$\beta$	probability of Type II error
$M$	molar (concentration; preferred over mol/L)	$\mu$	mean (population)
mol	mole	$\sigma$	standard deviation (population)
N	newton (N not italicized)	$\sigma^2$	variance (population)
$N$	normal (concentration)	$\chi^2$	chi-squared distribution
Pa	pascal		
rpm	revolutions/minute (not to be used to indicate centrifugal force)		
t	metric ton (1,000 kg)		
V	volt		
W	watt		

### Units of time

Item	Unit
s	second
min	minute
h	hour
d	day
wk	week
mo	month
yr	year

### Statistical symbols and abbreviations

Item	Term
ANOVA	analysis of variance
CI	confidence interval
CV	coefficient of variation
df	degree(s) of freedom (spell out if used without units)
$F$	$F$ -distribution (variance ratio)
LSD	least significant difference
$n$	sample size (used parenthetically or in footnotes; note italics)
$P$	probability
$r$	simple correlation coefficient
$r^2$	simple coefficient of determination
$R$	multiple correlation coefficient

### Others

Item	Term
AA	amino acid(s)
ACTH	adrenocorticotrophic hormone
ADF	acid detergent fiber (assumed sequential unless designated otherwise)
ADFI	average daily feed intake (not to be confused with DMI)
ADG	average daily gain
ADIN	acid detergent insoluble nitrogen
ADL	acid detergent lignin
ADP	adenosine diphosphate
AI	artificial insemination
AIA	acid insoluble ash
ARS	Agricultural Research Service
ATP	adenosine triphosphate
avg	average (use only in tables, not in the text)
BCS	body condition score
BLUE	best linear unbiased estimate
BLUP	best linear unbiased prediction
bp	base pair
BSA	bovine serum albumin
BTA	<i>Bos taurus</i> chromosome
BW	body weight (used for live weight)
cDNA	complementary deoxyribonucleic acid
C/EBP	CAAT-enhancer binding protein
cfu	colony-forming unit
CIE	International Commission on Illumination (Commission Internationale d'Eclairage)
CLA	conjugated linoleic acid
CoA	coenzyme A

Instructions for Authors of *Journal of Animal Science*

Co-EDTA	cobalt ethylenediaminetetraacetate	IL	interleukin
CP	crude protein ( $N \times 6.25$ )	IVDMD	in vitro dry matter disappearance
D	dextro-	kb	kilobase(s)
diam.	diameter	KPH	kidney, pelvic, heart fat
DE	digestible energy	L	levo-
DEAE	(dimethylamino)ethyl (as in DEAE-cellulose)	LD <sub>50</sub>	lethal dose 50%
DFD	dark, firm, and dry (meat)	LH	lutinizing hormone
DM	dry matter	LHRH	lutinizing hormone-releasing hormone
DMI	dry matter intake	LM	longissimus muscle
DNA	deoxyribonucleic acid	ME	metabolizable energy
EBV	estimated breeding value(s)	MP	metabolizable protein
eCG	equine chorionic gonadotropin	mRNA	messenger ribonucleic acid
EDTA	ethylenediaminetetraacetic acid	MUFA	monounsaturated fatty acid
EFA	essential fatty acid	NAD	nicotinamide adenine dinucleotide
EIA	enzymeimmunoassay	NADH	reduced form of NAD
ELISA	enzyme-linked immunosorbent assay	NDF	neutral detergent fiber
EPD	expected progeny difference(s)	NDIN	neutral detergent insoluble nitrogen
Eq.	Equation(s)	NE	net energy
Exp.	experiment (always followed by a numeral)	NE <sub>g</sub>	net energy for gain
FFA	free fatty acid(s)	NE <sub>l</sub>	net energy for lactation
FSH	follicle-stimulating hormone	NE <sub>m</sub>	net energy for maintenance
GEBV	genomic estimated breeding value(s)	NEFA	nonesterified fatty acid
<i>g</i>	gravity	No.	number (use only in tables, not in the text)
GE	gross energy	NPN	nonprotein nitrogen
G:F	gain-to-feed ratio	NRC	National Research Council
GLC	gas-liquid chromatography	o.d.	outside diameter
GLM	general linear model	OIE	World Organisation for Animal Health (Office International des Epizooties)
GnRH	gonadotropin-releasing hormone	OM	organic matter
GH	growth hormone	PAGE	polyacrylamide gel electrophoresis
GHRH	growth hormone-releasing hormone	PBS	phosphate-buffered saline
h <sup>2</sup>	heritability	PCR	polymerase chain reaction
i.m.	intramuscular	PG	prostaglandin
i.p.	intraperitoneal	PGF <sub>2α</sub>	prostaglandin F <sub>2α</sub>
i.v.	intravenous	PMSG	pregnant mare's serum gonadotropin
hCG	human chorionic gonadotropin	PPAR	peroxisome proliferator-activated receptor
HCW	hot carcass weight	PSE	pale, soft, and exudative (meat)
HEPES	<i>N</i> -(2-hydroxyethyl)piperazine- <i>N'</i> -2-ethanesulfonic acid	PUFA	polyunsaturated fatty acid(s)
HPLC	high-performance (pressure) liquid chromatography	QTL	quantitative trait locus (loci)
i.d.	inside diameter	RDP	ruminally degradable protein
Ig	immunoglobulin (when used to identify a specific immunoglobulin)	REML	restricted maximum likelihood
IGF	insulin-like growth factor	RFLP	restriction fragment length polymorphism
IGFBP	insulin-like growth factor-binding protein(s)	RIA	radioimmunoassay
		RNA	ribonucleic acid
		RQ	respiratory quotient

## Instructions for Authors of *Journal of Animal Science*

RUP	ruminally undegradable protein
rRNA	ribosomal ribonucleic acid
SAS	SAS Institute Inc. (no longer stands for Statistical Analysis System)
s.c.	subcutaneous
SDS	sodium dodecyl sulfate
SFA	saturated fatty acid
SNP	single nucleotide polymorphism
spp.	species
ssp.	subspecies
SSC	<i>Sus scrofa</i> chromosome
ST	somatotropin
TDN	total digestible nutrients
TLC	thin layer chromatography
Tris	tris(hydroxymethyl)aminomethane
tRNA	transfer ribonucleic acid
TSAA	total sulfur amino acids
USDA	US Department of Agriculture
UV	ultraviolet
VFA	volatile fatty acid(s)
vol	volume
vol/vol	volume/volume (used only in parentheses)
vs.	versus
wt	weight (use only in tables, not in the text)
wt/vol	weight/volume (used only in parentheses)
wt/wt	weight/weight (used only in parentheses)

---

### LITERATURE CITED GUIDELINES FOR *JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE*

**References in the Text.** In the body of the manuscript, refer to authors as follows: Smith and Jones (1992) or Smith and Jones (1990, 1992). If the sentence structure requires the authors' names to be included in parentheses, the proper format is (Smith and Jones, 1982; Jones, 1988a,b; Jones et al., 1992, 1993). When there are more than 2 authors of an article, the first author's name is followed by the abbreviation et al. More than 1 article listed in the same sentence or parentheses must be in chronological order first and alphabetical order for 2 publications in the same year. Published, peer-reviewed articles, and not abstracts, should be cited. However, if authors originally described their work in a meeting abstract, proceedings paper, field-day report, or similar presentation and then expanded the information to produce a full-length manuscript, the authors should reference and cite those reports. If the work was someone else's and originally described in an abstract, proceedings paper, field-day report, or

similar presentation, the authors should determine whether the work has been expanded and published as a peer-reviewed article, and then reference and cite the peer-reviewed article.

Work that has not been accepted for publication shall be listed in the text as "J. E. Jones (institution, city, and state or country, personal communication)." The author's own unpublished work should be listed in the text as "(J. Smith, unpublished data)." Personal communications and unpublished data must not be included in the Literature Cited section.

**Literature Cited Section.** To be listed in LITERATURE CITED, articles must be published or accepted for publication ("in press"). In-press citations should be updated with complete information during revision or in the author proofs. In LITERATURE CITED, citations are listed alphabetically according to author(s) last name(s), and then chronologically. The year of publication follows author names. As with text references, 2 or more publications by the same author or set of authors in the same year shall be differentiated by adding lowercase letters after the date. With the exception of consortia, the names of all authors must appear in LITERATURE CITED. For consortia, authors may include, as an acknowledgement on the title page, a link to the website containing the names and locations of the members of the consortium, or they may include the names and locations of the members of the consortium in an appendix, but not in an acknowledgement on the title page. Journal names shall be abbreviated according to the conventional ISO abbreviations used by PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>). One-word titles must be spelled out. Inclusive page numbers must be provided.

Sample references are as follows:

#### 1. Books and articles within edited books:

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- NRC. 2000. Nutrient requirements of beef cattle. 7th rev. ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.
- Robinson, P. H., E. K. Okine, and J. J. Kennelly. 1992. Measurement of protein digestion in ruminants. In: S. Nissen, editor, Modern methods in protein nutrition and metabolism. Academic Press, San Diego, CA. p. 121–127.

#### 2. Handbooks, technical bulletins, theses, and dissertations

- Goering, H. K., and P. J. Van Soest. 1970. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures, and some applications). Agric. Handbook No. 379. ARS-USDA, Washington, DC.
- Shreck, A. L., C. D. Buckner, G. E. Erickson, and T. J. Klopfenstein. 2011. Digestibility of crop residues after chemical treatment and anaerobic storage. In: 2011 Nebraska Beef Cattle Report. Rep. No. MP94. Univ. of Nebraska, Lincoln. p. 35–36.
- Sigma. 1984. Total hemoglobin: Quantitative, colorimetric.

## Instructions for Authors of *Journal of Animal Science*

metric determination in whole blood at 530–550 nm. Tech. Bull. No. 525. rev. ed. Sigma Chemical, St. Louis, MO.

Ward, J. D. 1995. Effects of copper deficiency on performance and immune function of cattle. PhD Diss. North Carolina State Univ., Raleigh.

### 3. Journal articles and abstracts

Centon, J. R., G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, K. J. Vander Pol, and M. A. Greenquist. 2007. Effects of roughage source and level in finishing diets containing wet distillers grains on feedlot performance. *J. Anim. Sci.* 85(Suppl. 2):76. (Abstr.) doi:10.2527/jas.2006-354 (NOTE: The doi is now considered part of a citation.)

Cleale, R. M., IV, R. A. Britton, T. J. Klopfenstein, M. L. Bauer, D. L. Harmon, and L. D. Satterlee. 1987a. Induced non-enzymatic browning of soybean meal. II. Ruminal escape and net portal absorption of soybean protein treated with xylose. *J. Anim. Sci.* 65:1319–1326. (NOTE: Articles published before circa 2005 may not have a doi.)

Perez, V. G., A. M. Waguespark, T. D. Bidner, L. L. Southern, T. M. Fakler, T. L. Ward, M. Steidinger, and J. E. Pettigrew. 2011. Additivity of effects from dietary copper and zinc on growth performance and fecal microbiota of pigs after weaning. *J. Anim. Sci.* 89:414–425. doi:10.2527/jas.2010-2839

Revidatti, M. A., J. V. Delgado Bermejo, L. T. Gama, V. Landi Periatì, C. Ginja, L. A. Alvarez, J. L. Vega-Pla, A. M. Martínez, and BioPig Consortium. 2014. Genetic characterization of local Criollo pig breeds from the Americas using microsatellite markers. *J. Anim. Sci.* 92:4823-4832. doi: 10.2527/jas.2014-7848

The Bovine Hap Map Consortium. 2009. Genome-wide survey of SNP variation uncovers the genetic structure of cattle breeds. *Science.* 324:528-532. doi 10.1126/science.1167936

### 4. Conference proceedings

Bailey, E. A., J. R. Jaeger, J. W. Waggoner, G. W. Preedy, L. A. Pacheco, and K. C. Olson. 2012. Effect of weaning method on welfare and performance of beef calves during receiving. *Proc. West. Sec. Amer. Soc. Anim. Sci.* 63:25-29.

NMC. 1995. Summary of peer-reviewed publications on efficacy of premilking and postmilking teat disinfections published since 1980. In: *Natl. Mastitis Counc. Reg. Meet. Proc.*, Harrisburg, PA. *Natl. Mastitis Counc.*, Arlington, VA. p. 82–92.

Talmant, A., X. Fernandez, P. Sellier, and G. Monin. 1989. Glycolytic potential in longissimus dorsi muscle of Large White pigs as measured after in vivo sampling. In: *Proc. 35th Int. Congr. Meat Sci. Technol.*, Copenhagen, Denmark. p. 1129.

Van der Werf, J. H. J. 1990. A note on the use of conditional models to estimate additive genetic variance in selected populations. *Proc. 4th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.*, Edinburgh, Scotland XIII:476–479.

### 5. Electronic Publications

FDA. 2014. Approved animal drug products online (Green Book). <http://www.fda.gov/AnimalVeterinary/Products/ApprovedAnimalDrugProducts/default.htm> (Accessed 26 December 2014.)

Galyean, M. L. and P. J. Defoor. 2003. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 81(E. Suppl. 2):E8–E16.

Heaton, M. P., T. S. Kalbfleisch, D. T. Petrik, B. Simpson, J. W. Kijas, M. L. Clawson, C. G. Chitko-McKown, G. P. Harhay, K. A. Leymaster, and the International Sheep Genomics Consortium. 2013. Genetic testing for TMEM154 mutations associated with lentivirus susceptibility in sheep. *PLoS ONE* 8(2): e55490. doi:10.1371/journal.pone.0055490

## POLICIES REGARDING NUMBER USAGE FOR *JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE*

Number usage in *JAS* is consistent with the *Scientific Style and Format: The CSE Manual for Authors, Editors, and Publishers*.

- All cardinal numbers are written as numerals except when they begin a sentence or appear in a title, when 2 numerals are adjacent in a sentence (spell out the number most easily expressed in words; e.g., two 10-kg samples), or when a number is used as a figure of speech.
- Numbers less than 1 are written with a preceding (leading) zero (e.g., 0.75).
- A comma separator is used in numbers greater than 999 (e.g., 1,234 and 1,234,567).
- Numerals should be used to designate ratios and multiplication factors (e.g., 2:1 and 3-fold increase).
- Statements such as “5 times less” should be avoided because “times” means multiplied by, and the product of a positive number (multiplicand) multiplied by 5, for example, is greater, not less, than the multiplicand. The opposite is true for a negative multiplicand, but the notion of “5 times less than –5,” for example, may not be clear to readers.
- If a number is spelled out at the beginning of a sentence, its associated unit is also spelled out (e.g., Ten microliters of fluid . . . , not Ten  $\mu\text{L}$  of fluid . . .).
- Units of measurement not associated with a number should be spelled out rather than abbreviated (e.g., lysine content was measured in milligrams per kilogram of diet) unless used parenthetically, as “lysine content (mg/kg of diet) was measured,” or in tables and figures.
- Single-digit ordinals are spelled out (i.e., first through ninth); larger ordinals are expressed in numeric form. Single-digit ordinals may be expressed numerically when they form part of a series (e.g., 1st, 3rd, 10th, 20th, not first, third, 10th, and 20th).

## Instructions for Authors of *Journal of Animal Science*

- Measures must be presented in the metric system (SI or *Système International d'Unités*; see <http://physics.nist.gov/cuu/Units/introduction.html>).
- When a term must be expressed in nonmetric units for clarity (e.g., bushel weight), show the nonmetric value in parentheses immediately after the metric value.
- Use “to” instead of a hyphen to indicate a numerical range in text (e.g., 1 to 10).
- Avoid the use of multiplying factors (e.g.,  $\times 10^{-6}$ ) in table columns or rows, or in figure axis labels because of the uncertainty about whether the data are to be, or already have been, multiplied by the factor.
- Avoid ambiguity by stating units (e.g., numbers of spermatozoa, millions/mL).
- Do not use more than one slant line (for “per”) in a single expression; for example, use  $5 \text{ mg}/(\text{g} \cdot \text{d})$  or  $5 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$  instead of  $5 \text{ mg/g/d}$ . Mathematically, “per” implies division; when 2 “per” occur consecutively, it is unclear precisely what is being divided by what.
- Dietary energy may be expressed in calories or in joules, although joule is the standard SI unit for energy.
- Hyphenate units of measure used as preceding adjectives (e.g., 5-kg sample). Hyphens are not used with percent or degree signs.
- Insert spaces around all signs (except slant lines) of operation when these signs occur between 2 values (e.g.,  $10 \pm 1$ ;  $5 < 10$ ;  $2 + 2 = 4$ ).
- Convert “mg %” to other units, such as mg/L or mg/mL.
- Use “mol/100 mol” rather than “molar percent.”.