



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ANDREI PEREIRA NEVES

**ESTRATÉGIAS DE CRUZAMENTOS APLICADOS A
SISTEMAS DE PRODUÇÃO À PASTO DE BOVINOS DE
CORTE**

Londrina
2020

ANDREI PEREIRA NEVES

**ESTRATÉGIAS DE CRUZAMENTOS APLICADOS A
SISTEMAS DE PRODUÇÃO À PASTO DE BOVINOS DE
CORTE**

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

Orientador: Prof. Dr. Edson Luis de Azambuja Ribeiro

Coorientador: Dr. Rodrigo da Costa Gomes

Londrina
2020

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

N518e Neves, Andrei Pereira .
ESTRATÉGIAS DE CRUZAMENTOS APLICADOS A SISTEMAS DE PRODUÇÃO À PASTO DE BOVINOS DE CORTE / Andrei Pereira Neves. - Londrina, 2020.
111 f.

Orientador: Edson Luis Azambuja Ribeiro.
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, 2020.
Inclui bibliografia.

1. Bovinos de corte - Tese. 2. Cruzamentos - Tese. 3. Desempenho - Tese. 4. Taurinos Adaptados - Tese. I. Ribeiro, Edson Luis Azambuja. II. Gomes, Rodrigo da Costa. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. IV. Título.

CDU 636

ANDREI PEREIRA NEVES

**ESTRATÉGIAS DE CRUZAMENTOS APLICADOS A SISTEMAS DE
PRODUÇÃO À PASTO DE BOVINOS DE CORTE**

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

BANCA EXAMINADORA

Dr. Rodrigo da Costa Gomes
Embrapa Gado de Corte

Prof. Dra. Sandra Galbeiro
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Valter Harry Bumbieris Júnior
Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Filipe Alexandre Boscaro de Castro
Universidade Estadual de Londrina

Dr. Gilberto Romeiro de Oliveira Menezes
Embrapa Gado de Corte

Londrina, 18 de Fevereiro de 2020.

Dedico:

Aos meus pais Sival e Irene

Aos meus avós Luiz, Ana Maria, César e Antonieta (in memoriam)

Aos meus irmãos Êrico, Person e Perceu

À minha noiva Fernanda

AGRADECIMENTOS

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

Aos meus pais **Sinval** e **Irene**, 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 **Érico**, **Perceu** e **Person**, exemplos de perseverança, competência e caráter;

À minha noiva **Fernanda**, 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;

Ao **Prof. Dr. Edson Luis de Azambuja Ribeiro**, 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^a. Dr^a. Marina de Nadai Bonin Gomes**, pela ajuda nas avaliações de carcaça e qualidade da carne;

Ao seu **Josias de Carvalho**, grande parceiro e de fundamental importância para realização deste trabalho, muito obrigado pelos ensinamentos e amizade.

À **Universidade Estadual de Londrina (UEL)**, pela oportunidade e acolhimento para realização da pós-graduação.

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

Ao **Grupo de Pesquisa em Produção de Gado de Corte (GPPGC)**, pelo conhecimento gerado, discussões e crescimento profissional, além da ajuda e profissionalismo entregue ao longo desses anos de todos os integrantes, possibilitando a realização deste trabalho. À vocês, meu muito obrigado;

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^a. Dr^a. Ana Maria Bridi, Prof^a. Dr^a. Sandra Maria Simonelli, Prof^a. Dr^a. Sandra Galbeiro, Prof. Dr. Valter Harry Bumbieris Júnior, Dr. Gilberto Romeiro de Oliveira Menezes e Dr. Rodrigo da Costa Gomes** pela disponibilidade e colocações importantes e valiosas para melhorar este trabalho;

Aos funcionários da Embrapa Gado de Corte, **Boaventura, Benício, Valdir, Rubens Beluso, Henrique Silgueiro, Odvaldo, Joelson Almeida, Sebastião Fonseca, Saturnino, Dimas, Luizinho, Ricardo Serpa, Ênio Nogueira** pela grande ajuda no decorrer do experimento e amizade;

Aos grandes amigos e irmãos que a vida me concedeu, **Alysson Wanderley e Murilo Pelloso**, pelos bons momentos de amizade e apoio nos momentos cruciais dessa caminhada.

Ao grande amigo **João Barbosa**, parceiro desde a graduação, pela amizade e enorme apoio em momentos cruciais durante esta caminhada;

Aos grandes amigos **Thiago Araújo, Douglas Vieira, Jaqueline Rodrigues, Luana Caramalac, Karla Latta, Vinícius Sales e Antônio Silva, Luciano Rondon** parceiros de Embrapa, pela grande amizade, trabalho e apoio durante todos esses anos;

Ao amigo de pós-graduação **Fernando Grandis**, pelos bons momentos de amizade e ajuda;

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

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

MUITO OBRIGADO A TODOS!

*“A maior recompensa para o trabalho
do homem não é o que ele ganha,
mas o que ele se torna com isso”*

John Ruskin

NEVES, Andrei Pereira. **Estratégias de cruzamentos aplicados a sistemas de produção à pasto de bovinos de corte**. 2020. p.110, Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

RESUMO

O estudo teve como objetivo avaliar o efeito dos diferentes grupos genéticos maternos e paternos sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos cruzados criados em pastagem tropical. Durante dois anos foram avaliados 208 animais (108 fêmeas e 100 machos castrados) nos períodos pré-desmame e pós-desmame, e destes, 194 (104 fêmeas e 90 machos) foram terminados a pasto. Os grupos genéticos foram oriundos do acasalamento de matrizes Nelore (N), ½ Angus + ½ Nelore (A_N) e ½ Caracu + ½ Nelore (C_N), com touros das raças Guzerá, Senepol e Caracu. Os animais foram recriados em área de pastagem composta por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, durante 12 meses. No período de terminação as fêmeas foram mantidas nos mesmos piquetes do período pós-desmame e suplementadas com suplemento proteico-energético, já os machos foram terminados em semiconfinamento durante 60 dias. O abate ocorreu com média de 22,8±0,8 meses e 441±4,6 kg de peso corporal (PC). Durante as fases pós-desmame 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 corporal, peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça (RC), pH, medidas de AOL e EGS, escores visuais de acabamento de gordura e marmoreio, maturidade fisiológica, comprimento de carcaça e profundidade interna e externa de tórax e os componentes de cor (L*, a*, b*). Amostras do músculo *longissimus* foram analisadas quanto ao teor de extrato etéreo, força de cisalhamento, perdas por cozimento, perdas por exsudação e cor (L*, a*, b*) após zero e quatorze dias de maturação. Vacas A_N pariram bezerros mais pesados (P<0,05) que C_N e N. Vacas cruzadas desmamaram bezerros mais pesados (P<0,0001) que progênes de vacas N. Progênes de vacas A_N apresentaram maior ganho médio diário (GMD) durante o período pré-desmame (P<0,0001). Observou-se que progênes de vacas N apresentaram GMD superior (P<0,05) nas diferentes fases pós-desmame. Durante a fase de terminação, progênes de vacas A_N apresentaram maior GMD (P<0,05). Progênes de vacas N apresentaram maior EGP (P<0,05) durante a terminação. Progênes de touros Guzerá e Senepol apresentaram peso ao nascimento maior (P<0,05) em relação ao Caracu. Progênes de touro Guzerá apresentaram maior peso ao desmame que touros Caracu (P<0,05). Maior peso corporal ao início e final do período pós-desmame foi observado para progênes de touros Guzerá (P<0,05). Maior GMD e EGP (P<0,05) durante o período pós-desmame foi observado em progênes de touros Guzerá. Progênes de touros Guzerá apresentaram maior peso corporal ao início e final do período de terminação. Maiores medidas de AOL e EGP (P<0,05) foram observadas em progênes de touros Guzerá. Já para a medida de EGS, progênes de touros Guzerá e Senepol, foram superiores ao de Caracu. Foi observado efeito significativo da interação (P<0,05) entre grupo genético materno e paterno para as variáveis peso ao abate, PCQ, comprimento de carcaça, profundidade interna e AOL. Para as características que foram observadas o efeito da interação, animais ½ Guzerá + ¼ Angus + ¼ Nelore apresentaram maiores valores em relação aos demais grupamentos genéticos. Progênes de vacas N apresentaram maior RC e acabamento em relação às progênes de vacas cruzadas (P<0,05). Não foi observado efeito do grupo genético materno sobre a maturidade fisiológica (P=0,226), comprimento de carcaça (P=0,353), profundidade interna (P=0,842), profundidade externa (P=0,361) do tórax, marmoreio (P=0,126), AOL (P=0,771), EGS (P=0,296) e para todos os componentes de cor

do sistema CIELab ($P>0,05$). Maiores teores de extrato etéreo foram observados no músculo *longissimus* de filhos de vacas A_N e N em relação aos de vacas C_N ($P=0,020$). Progênes de vacas A_N apresentaram menor força de cisalhamento no bife não maturado quando comparado a progênes de vacas C_N e N ($P=0,015$). O componente b^* do bife não maturado foi maior em vacas N ($P=0,036$). Progênes de touros Guzerá e Senepol apresentaram maior acabamento ($P=<0,0001$). Progênes de touros Senepol apresentaram maior maturidade fisiológica em relação às progênes de touros Guzerá e Caracu ($P<0,01$). Progênes de touro Guzerá apresentaram maior comprimento de carcaça em relação a bezerros de touros Senepol e Caracu ($P<0,01$). Para as características de qualidade de carne, não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) entre os grupos genéticos paternos. Vacas cruzadas produzem bezerros com melhor desempenho até o desmame, entretanto, esse melhor desempenho se perde ao longo do período pós-desmame. A utilização de vacas Nelore resulta em carcaças com maior rendimento de carcaça e acabamento, no entanto o uso de vacas $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore resulta em carne mais macia. A utilização de touros Guzerá apresentou progênes com maior desempenho e com carcaças mais pesadas e com maior acabamento.

Palavras-chave: *Bos indicus*. Taurino adaptado. Carcaça. Desempenho. Heterose. Maciez. Peso corporal.

NEVES, Andrei Pereira. **Crossbreeding strategies applied to grassfed beef cattle production systems**. 2020. 110p. Thesis (Doctor's Degree in Animal Science) – State University of Londrina, Londrina, 2020.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of different maternal and paternal genetic groups on performance, carcass traits and meat quality of crossbred cattle raised on tropical pasture. Over two years, 208 animals (108 heifers and 100 castrated steers) were evaluated in the pre-weaning and post-weaning periods, and finished, 194 (104 heifers and 90 steers) were grazed. The genetic groups came from the breeding of Nellore (N), ½ Angus + ½ Nellore (A_N) and ½ Caracu + ½ Nellore (C_N), with Guzerá, Senepol and Caracu bulls. After weaning, animals were raised grazing *brachiaria brizantha* cv. marandu for 12 months. In the period of finished the heifers were kept in the same paddocks of the post-weaning period and supplemented with protein-energy supplement, while the steers were semifinished for 60 days. Slaughter occurred with an average of 22.8 ± 0.8 months of age and 441 ± 4.6 kg of body weight (BW). During the post-weaning and finished phases, the ribeye area (REA), backfat thickness (BFT) and rump fat thickness (RFT) were measured by ultrasound. At slaughter, hot carcass weight (HCW), carcass dressing percentage (CD), REA, BFT, carcass backfat, *longissimus* marbling visual scores (MAR), carcass length, chest depth, physiological maturity and color components (l^* , a^* , b^*) were measured. *longissimus* samples were analyzed for ether extract, Warner Bratzler shear force, cooking and exudation losses and color (l^* , a^* , b^*) after aging for 0 and 14 days. A_N cows heavier calves ($P < 0.05$) than C_N and N. Cows crossbred cows weaned heavier calves ($P < 0.0001$) than N cows progenies. The A_N cows progeny showed higher average daily gain (ADG). During the pre-weaning period ($P < 0.0001$). It was observed that progenies of N cows presented superior ADG ($P < 0.05$) in the different post-weaning phases when compared to progeny of crossbred cows. During the finishing phase the progeny of A_N cows presented higher ADG ($P < 0.05$). N cows progeny showed higher RFT ($P < 0.05$) compared to crossbred cows during termination. Guzerá and Senepol bull progeny showed higher birth weight ($P < 0.05$) than Caracu. Guzerá bull progeny had higher weaning weight than Caracu bulls ($P < 0.05$). Higher body weight at the beginning and end of the post-weaning period was observed for progeny of Guzerá bulls ($P < 0.05$). Higher ADG and RFT ($P < 0.05$) during the post-weaning period was observed in progeny of Guzerá bulls. Guzerá bull progeny showed higher body weight at the beginning and end of the finishing period. Higher REA and RFT measurements ($P < 0.05$) were observed in progeny of Guzerá bulls. For BFT measurement, progeny of Guzerá and Senepol bulls were superior to Caracu. Significant interaction effect ($P < 0.05$) between maternal and paternal genetic group was observed for the variables BWslaughter, HCW, carcass length, chest depth and RFT. For all characteristics that were observed the effect of interaction, animals ½ Guzerá + ¼ Angus + ¼ Nellore showed higher values compared to the other genetic groups. The progeny of N cows showed CD and BFT in relation to the progeny of crossbred cows ($P < 0.05$). No effect of maternal genetic group on physiological maturity ($P = 0.226$), carcass length ($P = 0.353$), depth ($P = 0.842$), inner ($P = 0.361$) of the chest, marbling ($P = 0.126$), REA ($P = 0.771$), RFT ($P = 0.296$) and for all color system color components ($P > 0.05$). Higher levels of ether extract were observed in the *longissimus* muscle of offspring of A_N and N cows in relation to those of C_N cows ($P = 0.020$). Progenies of A_N cows showed lower hr in the non-mature beef when compared to progeny of C_N and N cows ($P = 0.015$). The b^* component of unripened beef observed in progeny of N cows was higher ($P = 0.036$). The progeny of Guzerá and Senepol bulls presented higher BT ($P < 0.0001$). The progeny of Senepol bulls presented higher

physiological maturity in relation to the progeny of Guzerá and Caracu bulls ($P < 0.01$). Guzerá bull progeny presented higher carcass length in relation to Senepol and Caracu bulls calves ($P < 0.01$). For meat quality characteristics, no significant differences ($P > 0.05$) were observed between paternal genetic groups. Crossbred cows produce better performing calves until weaning, however this better performance is lost over the post weaning period. The use of N cows results in carcasses with higher carcass yield and finish, however the use of A_N cows results in softer meat. The use of Guzerá bulls showed higher performance progenies with heavier carcasses and higher finishing.

Keywords: *Bos indicus*. Body weight. Carcass. Performance. Heterosis. Taurine adapted. Tenderness.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1 – Estratégias de cruzamentos para produção de novilho precoce: desempenho e características de carcaça na recria e terminação.

Tabela 1 – Grupos genéticos avaliados no estudo 40

Tabela 2 – Resumo dos procedimentos experimentais e número de animais 44

Tabela 3 – Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para as variáveis de desempenho durante o período pré e pós-desmame de acordo com os grupos genéticos maternos e paternos 48

Tabela 4 – Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para as características de desempenho na fase pós-desmame de acordo com os grupos genéticos formados 49

Tabela 5 – Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia ao final do período pós-desmame de acordo com o grupo genético materno e paterno 50

Tabela 6 – Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para as variáveis de desempenho e características de carcaça avaliadas por ultrassonografia no período pré e pós-desmame de acordo com o grupo genético da matriz..... 51

Tabela 7 – Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para as variáveis de desempenho e características de carcaça avaliadas por ultrassonografia no período pré e pós-desmame de acordo com o grupo genético do touro 52

Tabela 8 –. Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de desempenho e características de carcaça avaliadas por ultrassonografia no período de terminação de acordo com o grupo genético materno e paterno 53

Tabela 9 – Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de desempenho e características de carcaça avaliadas por ultrassonografia no período de terminação de acordo com o grupo genético da matriz 54

Tabela 10 – Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de desempenho e características de carcaça avaliadas por ultrassonografia durante o período de terminação de acordo com o grupo genético do touro..... 54

ARTIGO 2 – Estratégias de cruzamentos para intensificação da produção de novilho precoce: características de carcaça e qualidade da carne.

Tabela 1 – Grupos genéticos avaliados no estudo 71

Tabela 2 – Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de carcaça de acordo com os grupos genéticos das matrizes e dos touros 78

Tabela 3 – 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..... 79

Tabela 4 – Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de carcaça e qualidade de carne de acordo com o grupo genético formado 80

Tabela 5 – Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de carcaça e qualidade de carne de acordo com o grupo genético da matriz.... 81

Tabela 6 – Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para variáveis de qualidade de carne de acordo com o grupo genético da matriz 81

Tabela 7 – 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 82

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)
A_N	- Grupo genético: ½ Angus + ½ Nelore
b*	- Componente azul-amarelo
C_N	- Grupo genético: ½ Caracu + ½ Nelore
COMPcarcaça	- Comprimento de carcaça
DP	- Desvio padrão
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
GMD	- Ganho de peso médio diário
IATF	- Inseminação artificial em tempo fixo
L*	- Luminosidade
MAR	- Escore de marmoreio no músculo <i>longissimus</i>
MM	- Matéria mineral
MO	- Matéria orgânica
MS	- Matéria seca
N	- Nelore
NDT	- Nutrientes digestíveis totais
P120	- Peso corrigido para 120 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
PN	- Peso ao nascimento
PROF	- Profundidade de tórax
RC	- Rendimento de carcaça
UA	- Unidade animal

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	17
2.	REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1	Cruzamentos em bovinos de corte.....	18
2.2	Utilização de Raças Taurinas Adaptadas em Cruzamentos.....	21
2.3	Raças Bovinas Utilizadas no Presente Estudo.....	23
2.3.1	Abeerden Angus	23
2.3.2	Caracu.....	24
2.3.3	Guzerá.....	25
2.3.4	Nelore	27
2.3.5	Senepol	28
3.	REFERÊNCIAS	29
4.	OBJETIVOS	34
4.1	OBJETIVO GERAL	34
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	34
5.	ARTIGO 1 – Estratégias de cruzamentos aplicados a sistemas de produção à pasto de bovinos de corte: desempenho e características de carcaça na recria e terminação	35
	RESUMO	36
	ABSTRACT	37
	IMPLICAÇÕES	38
	INTRODUÇÃO	38
	MATERIAL E MÉTODOS	40
	RESULTADOS	44
	DISCUSSÃO	54
	CONCLUSÕES	59
	AGRADECIMENTOS..	59
	COMITÊ DE ÉTICA.....	60
	REFERÊNCIAS.	60

6	ARTIGO 2 – Estratégias de cruzamentos aplicados a sistemas de produção à pasto de bovinos de corte: características de carcaça e qualidade da carne	65
	RESUMO	66
	ABSTRACT	67
	IMPLICAÇÕES.....	68
	INTRODUÇÃO	68
	MATERIAL E MÉTODOS	70
	RESULTADOS	75
	DISCUSSÃO.....	82
	CONCLUSÕES.....	88
	AGRADECIMENTOS.....	89
	COMITÊ DE ÉTICA.....	89
	REFERÊNCIAS.....	89
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
	ANEXOS.....	99
	ANEXO A – Normas para publicação no periódico Animal	99

1. INTRODUÇÃO

A pecuária de corte é uma das atividades de destaque do agronegócio brasileiro, se consolidando nos últimos anos como importante produtora de alimentos e ocupando posição de destaque no mercado internacional, como segundo maior produtor de carne e o primeiro no ranking das exportações (ABIEC, 2019). A demanda de alimentos para atender às necessidades da população mundial requer produção intensiva de proteína de origem animal. Neste contexto, o aumento da competitividade com outras carnes, bem como outros mercados, e a possibilidade de o Brasil se consolidar no mercado mundial de carne bovina têm requerido da atividade a oferta de produto de qualidade de maneira contínua durante o ano (RESENDE et al., 2010).

Na adoção de tecnologia em busca de resultados significativos, além da manutenção e evolução dos aspectos sanitários e nutricionais, a genética do rebanho pode ser um fator de diferenciação entre os modelos de produção. Pois, aliado a redução da idade de abate, a utilização de cruzamentos para a produção de carne de qualidade, aumento no ganho de peso e de musculosidade das carcaças com maior eficiência sendo importante na intensificação e modernização dos sistemas de produção.

Neste contexto, a utilização de cruzamentos entre raças pode ser estratégico. A base zebuína, predominantemente a raça Nelore, abre espaço para programas de cruzamentos com raças taurinas em ambiente tropical, tendo o Nelore como raça mãe. A alta produtividade, precocidade e qualidade da carne produzida das raças taurinas, aliadas à adaptabilidade das raças zebuínas, podem permitir sistemas de produção eficientes e competitivos em áreas tropicais (FERRAZ e FELÍCIO, 2010).

Em razão do grande número de raças biologicamente diferentes, o estudo de alternativas de grupos genéticos a serem utilizados em esquemas de cruzamentos para recria e terminação em pastagem torna-se um elemento fundamental para melhoria dos sistemas de produção. Contudo, além de estudos com a utilização de diferentes grupos genéticos, torna-se necessário identificar estratégias de cruzamentos que sejam adequados a ambientes tropicais, e com abate de animais jovens.

Sendo assim, este estudo buscou avaliar os efeitos dos diferentes grupos genéticos paternos (Guzerá, Senepol e Caracu) e diferentes grupos maternos (Nelore, ½ Angus + ½ Nelore e ½ Caracu + ½ Nelore) sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de bovinos mestiços criados em regime de pastagens.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CRUZAMENTOS EM BOVINOS DE CORTE

O crescimento da pecuária de corte nos últimos anos está relacionado à adoção de novas tecnologias que permitiram o aumento nos índices de produção, levando a uma redução no ciclo de produção e melhoria do produto final, através de avanços em tecnologia de suplementação e terminação a pasto e confinamento, adequação de programas sanitários e infra-estrutura. Na genética de gado de corte, a adoção de tecnologias levou a seleção de animais superiores e na adoção de cruzamentos entre diferentes raças.

As principais ferramentas utilizadas para melhoramento genético animal é a seleção e o cruzamento, sendo a seleção dentro do rebanho um método com progresso lento em bovinos. No entanto, segundo Restle et al. (2002) a introdução de genes desejáveis em um rebanho pode ser alcançada pela utilização de cruzamentos, sendo este, um dos importantes processos para aumento da flexibilidade e produtividade dos rebanhos.

É necessário conhecer as relações genéticas entre o crescimento dos animais e tecidos da carcaça, através de curva de crescimento e deposição tecidual, no qual os bovinos podem ser considerados quanto ao tamanho à maturidade (pequeno, médio e grande), grau de musculatura (fina, moderada e grossa) e deposição de gordura. No entanto, é importante observar que não existe uma raça com maior produtividade em todos os aspectos produtivos (BARTON et al., 2006), sendo necessário o aproveitamento da diversidade genética existente.

O cruzamento é descrito como o acasalamento entre indivíduos pertencentes a raças diferentes, surgindo como uma alternativa genética de grande importância (EUCLIDES FILHO e FIGUEIREDO, 2003). No Brasil há grande variabilidade genética sendo explorada nos sistemas de produção de bovinos de corte, com diferenças morfológicas, fisiológicas e zootécnicas para cada grupo genético. A utilização de estratégias de cruzamentos é uma forma de aproveitamento desta diversidade genética de maneira contínua e permanente (BARBOSA, 1998).

As vantagens na utilização de cruzamentos estão no aproveitamento da heterose, expressa como desvio do desempenho das progênes mestiças em relação aos puros; na complementariedade, devido a otimização do mérito genético aditivo entre raças; na utilização de diferenças genéticas entre raças puras e na flexibilização dos sistemas produtivos (BARBOSA, 1998; QUEIROZ, 2012). Uma ferramenta importante e disponível no aumento de produtividade dos sistemas de produção, entretanto é necessário planejá-los para que bons

resultados sejam alcançados (BARBOSA, 2000). Segundo Barbosa (1998), sistemas de cruzamentos que melhor aproveitam as diferenças genéticas entre raças, heterose, complementaridade e que proporcionam maior flexibilidade ao sistema de produção são o meio mais efetivo de melhorar, em curto prazo, a eficiência técnica da produção de carne bovina.

De acordo com Bourdon (1997) existem sete critérios para comparação de estratégia de cruzamentos, sendo eles, o mérito genético das raças utilizadas, o nível de heterose produzida, a complementariedade entre as raças, uniformidade de desempenho, origem das fêmeas que são utilizadas para reposição, manejo, custos e acurácia do valor genético.

De acordo com Kinghorn et al. (2006) a base genética dos efeitos do cruzamento é dividida em componentes aditivo e não-aditivo, sendo o componente aditivo do cruzamento resultante da simples média do mérito das raças dos pais. No entanto, a heterose é resultado dos efeitos não-aditivos, sendo considerado o valor pelo qual o mérito dos cruzados é diferente do componente aditivo. De acordo com Sheridan (1981) as bases genéticas da heterose podem ser explicadas pelas teorias da dominância e epistasia. O princípio da dominância é quando o efeito de um dos alelos se manifesta fenotipicamente, independente da natureza do outro membro do mesmo par. Já a epistasia, é a interação entre genes que não estão ligados e não realizam a mesma tarefa, ou seja, em locos diferentes, ocorrendo quando um alelo de um gene inibe a expressão de outro gene (ROSA et al., 2013).

O termo heterose foi proposto por Shull (1948) e refere-se a uma medida relativa à média das raças paternas, ou seja, a qualquer desvio da aditividade observada nas populações mestiças. Kinghorn et al. (2006) afirmaram que a heterose é medida como o desempenho extra ou a superioridade dos indivíduos cruzados em relação à média ponderada das raças dos pais. Neste sentido, podemos verificar que existem três tipos de heterose: a individual, materna e paterna. A heterose individual (direta) é caracterizada pela comparação do desempenho dos animais cruzados com a média das raças dos pais ou com a média ponderada dos grupos utilizados para obter as cruzas. Já a heterose materna é verificada por fêmeas cruzadas poder expressar heterose em suas habilidades para criação, com progênies de crescimento rápido. E a heterose paterna é definida como a superioridade da progênie cruzada devido ao uso de touros cruzados (ROSO e FRIES, 2000).

Outro fator importante na utilização de cruzamentos é a complementaridade entre as raças, que é a combinação de vantagens que uma raça apresenta sobre a outra em

características distintas (GREGORY e CUNDIFF, 1980). Um exemplo seria a combinação da qualidade da carcaça de animais da raça Angus com a rusticidade de animais zebuínos.

Um fato importante a ser observado é que o grau de heterose é proporcional à diferença das frequências gênicas que afetam determinadas características nas raças utilizadas (GREEN et al., 1999), ou seja, quanto maior a distância genética entre as raças utilizadas, melhor é a qualidade dos animais obtidos no cruzamento. Portanto o efeito da heterose é maior quando são realizados cruzamentos entre animais *Bos indicus x Bos taurus*, quando comprado ao cruzamento entre *Bos indicus x Bos indicus* ou *Bos taurus x Bos taurus* (MARSHALL, 1994). Além da distância genética, outro fato importante para o sucesso do cruzamento é a utilização de indivíduos de melhor qualidade genética de cada raça utilizada no cruzamento, demonstrando a importância da prática de seleção exercida nos rebanhos puros.

Segundo Euclides Filho (1996) existe três tipos de cruzamentos principais que podem ser utilizados, sendo eles o terminal, contínuo e rotacionado. O cruzamento terminal é quando são utilizadas fêmeas puras ou cruzadas de raças maternas com touros de raças paternas para produção de animais que são destinados ao abate. Esse tipo de cruzamento produz grande quantidade de heterose, no entanto, seu objetivo principal é a complementariedade entre as raças. Geralmente neste tipo de cruzamento, raças européias são utilizadas como raças paternas, enquanto as raças maternas utilizadas são zebuínas, buscando complementar o maior ganho de peso e características de carcaça e qualidade de carne dos animais taurinos com a adaptabilidade das raças zebuínas.

O cruzamento contínuo ou absorvente é o tipo de cruzamento em que fêmeas resultantes dos acasalamentos gerados, continuam no rebanho sendo utilizadas como matrizes e são acasaladas com touros de uma das raças que foram utilizados no início da estratégia de cruzamento. Neste tipo de cruzamento é que são obtidos os animais “puros por cruza” (EUCLIDES FILHO, 1996). Já as gerações de fêmeas acasaladas sucessivamente com reprodutores de diferentes raças são conhecidos como cruzamento rotacionado. Este tipo de cruzamento produz fêmeas de reposição e mantém níveis aceitáveis de heterose pela alimentação de retrocruzamentos (KINGHORN et al., 2006).

É importante observar a vantagem na utilização de cruzamentos que estão diretamente ligados às fêmeas, como o aumento na precocidade sexual e de acabamento, além do potencial de produção de leite da vaca, característica fundamental da habilidade materna (OLIVEIRA et al., 2007). Além dos benefícios da heterose materna, que estão ligados na produção de leite (RESTLE et al., 2005) e do efeito aditivo de genes proporcionado pelas

mães mestiças, os bezerros filhos das vacas mestiças possuem heterose individual que podem atingir 100%, no caso dos bezerros "tricross" (BARBOSA, 1990).

Os resultados de cruzamentos utilizados no Brasil foram sumarizados primeiramente em diferentes ocasiões por Barbosa (1990), Barbosa e Alencar (1995) e Barbosa (1998). Ultimamente vários estudos avaliando o desempenho de animais nos diferentes sistemas de produção estão relatados na literatura (RAZOOK et al., 2001; VITTORI et al., 2006; LAGE et al., 2012; REGGIORI et al., 2016; MESQUITA et al., 2016). Todos demonstraram os benefícios da utilização de cruzamentos, no entanto, o estabelecimento de estratégias de cruzamentos para produção de animais com idade de abate jovem, deve levar em consideração as restrições impostas pelo ambiente e pelo sistema de produção adotado, além, das exigências dos mercados consumidores de carne bovina.

2.2. UTILIZAÇÃO DE RAÇAS TAURINAS ADAPTADAS EM CRUZAMENTOS

A dificuldade para a adoção e ampliação do cruzamento, especialmente no Brasil Central, é a necessidade de adoção de inseminação artificial. Em geral, touros de raças taurinas têm baixa adaptabilidade e, portanto, o seu uso em monta natural em sistemas mais extensivos é inviável. Apesar do significativo crescimento dessa biotécnica reprodutiva nos últimos anos, graças ao advento dos protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF), sua adoção significa aumento nos custos de produção, estando hoje restrita a cerca de 13,1% do rebanho de matrizes de corte (ASBIA, 2018).

Uma alternativa a este problema é a utilização de raças taurinas adaptadas em sistemas de cruzamento. Touros de raças como a Caracu e a Senepol, apesar de não apresentarem sangue zebuíno, possuem adaptação suficiente para serem utilizados em monta natural e proporcionam produtos com 50% e 75% de genes taurinos, quando acasalados com vacas Nelore e F1 ($\frac{1}{2}$ *Bos taurus* + $\frac{1}{2}$ *Bos indicus*), respectivamente.

Outra possibilidade que vem sendo adotada por pecuaristas brasileiros é o cruzamento de raças zebuínas, destacando-se sistemas que envolvem touros das raças Brahman e Guzerá com vacas Nelore ou F1. Os pontos positivos são a alta adaptabilidade tanto dos touros quanto dos produtos gerados e a maior facilidade de aquisição de touros destas raças em comparação àqueles de raças taurinas adaptadas. Por outro lado, o ganho com heterose é reduzido devido à maior semelhança genética entre as raças e não são esperadas melhorias significativas na qualidade de carcaça e carne visto que os produtos possuem 0 e 25% de genética taurina, quando são utilizadas vacas Nelore e F1, respectivamente. Ribeiro et

al. (2008), avaliando o desempenho em confinamento e características de carcaça e carne de novilhos contemporâneos Nelore, $\frac{1}{2}$ Guzerá + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Brahman + $\frac{1}{2}$ Nelore, concluíram que o cruzamento não melhora a qualidade da carcaça e da carne, embora o cruzamento com Brahman resulte em animais mais pesados ao abate e com maiores produções de carcaça. Perotto et al. (2001) observaram maior ganho de peso no pós desmame e aos 12 meses em animais $\frac{1}{2}$ Guzerá + $\frac{1}{2}$ Nelore quando comparados aos animais Nelore.

Os produtos de sistemas de cruzamento com estas raças, porém, apresentam especificidades quanto a características relativas a desempenho e carcaça e que devem ser consideradas na escolha da raça, devido a sua importância. Por exemplo, animais $\frac{1}{2}$ Caracu + $\frac{1}{2}$ Nelore apresentaram melhores desempenhos na fase de recria a pasto e maior peso final na terminação em confinamento quando comparados a animais Nelore, porém estes últimos obtiveram a mesma eficiência alimentar que os cruzados no confinamento e melhores rendimentos de carcaça (BATTISTELLI, 2012). Já Gomes (2013), avaliando as raças Brahman e Caracu como opção paterna em cruzamento triplo terminal sob sistema precoce e super-precoce, não observou diferenças entre as progênes das duas raças para peso à desmama. Quanto ao peso da carcaça quente, a progênie de Brahman foi mais pesada do que a de Caracu. Em relação à eficiência alimentar, avaliada durante a terminação em confinamento, as raças não diferiram entre si. Já para rendimento de carcaça quente e marmoreio, a progênie de Brahman foi superior à de Caracu, enquanto que para maciez da carne foi inferior.

Battistelli (2012) verificaram que animais $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore são superiores aos animais $\frac{1}{2}$ Caracu + $\frac{1}{2}$ Nelore e Nelore quanto à qualidade de carcaça e carne em sistema de produção de novilho precoce. O autor ainda afirmou que a raça Caracu é uma boa opção para substituição do Angus no cruzamento com matrizes Nelore em sistemas de monta natural, produzindo carne com maciez semelhante, porém, carcaça de menor qualidade.

Estes resultados reforçam a idéia que, apesar do consenso dos benefícios do cruzamento em termos de desempenho e qualidade de carcaça e carne, é possível identificar esquemas de cruzamento que melhor se adequam a um determinado sistema de produção, tal como o sistema de produção de novilho precoce. A escolha deste esquema obviamente deve ocorrer à luz do objetivo final, que é a carcaça, qualificada em termos de grau de sangue taurino, idade ao abate, peso e acabamento de carcaça. Entretanto, a sua interação com os meios empregados para se chegar a tal produto pode ser também importante.

No caso dos sistemas de produção de novilho precoce, em que normalmente a terminação é realizada em confinamento e em semiconfinamento, o manejo adotado

previamente no período de recria pode ser importante. Um manejo mais intensivo na recria para se obter melhores desempenhos pode resultar em menor tempo de confinamento, diminuindo os custos nesta fase. Ou, ainda, com animais mais pesados entrando em confinamento, menor tempo seria necessário para conseguir determinado grau de acabamento de carcaça. Em contrapartida, é possível que ganhos mais modestos, porém de menor custo, na fase de recria a pasto sejam compensados na fase posterior, pelo maior desempenho e maior eficiência alimentar em regime de confinamento. Por essas razões, é fundamental que esquemas de cruzamento que utilizam raças taurinas adaptadas também sejam avaliados dentro de diferentes estratégias de criação, que contemplem e integrem as fases de recria e terminação.

Neste sentido, a utilização de raças taurinas adaptadas constitui-se como uma estratégia capaz de viabilizar o binômio genótipo-ambiente, o qual constitui fator importante no aumento da eficiência em sistemas de produção de bovinos de corte.

2.3 RAÇAS BOVINAS UTILIZADAS NO PRESENTE ESTUDO

2.3.1 Aberdeen Angus

A origem da raça está associada a um local conhecido como Aberdeenshire, atualmente conhecida como condado de Aberdeen, localizado no nordeste da Escócia. A raça é originária de um grupo relacionado às raças mochas locais do nordeste e centro da Escócia. De acordo com Santiago (1975), criadores da região de Angus e do condado de Aberdeen se empenharam na formação da raça, obtendo o nome Aberdeen Angus. O condado de Aberdeen é a região agrícola mais produtiva da Escócia e depende em grande parte de colheitas e gado para obter renda.

Os primeiros animais registrados foram na Escócia em 1862, no entanto, o primeiro registro realizado no Brasil foi no ano de 1906 no estado do Rio Grande do Sul. O desenvolvimento da raça aconteceu em diferentes regiões do país, disseminando as características da raça Angus, como boa fertilidade, baixo peso ao nascimento, o que diminui a ocorrência de distocias, boa habilidade materna, precocidade sexual e longevidade produtiva. Além disso, a raça 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 a 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).

A raça Aberdeen Angus é uma das 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, 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.

A raça Aberdeen Angus, vem sendo utilizada em cruzamentos com zebuínos, devido por causa da precocidade de acabamento e qualidade da carne (THRIFT et al., 2010). Augusto et al. (2019) avaliando o desempenho animal, características de carcaça e qualidade da carne de novilhos e novilhas $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore abatidos em confinamento, apresentaram bom desempenho e características físico-químicas.

2.3.2 Caracu

Dentre as raças européias presente desde o Brasil colônia, a Caracu é a raça mais adaptada às condições tropicais. Possui grande rusticidade que foi desenvolvida ao longo de anos. Devido aos deslocamentos pelas diferentes regiões durante o período de colonização do interior do Brasil, determinaram os processos de seleção natural de distintas populações (SILVA et al., 2012).

De acordo com Athanassof (1957) é mais lógico e provável derivar a origem do gado Caracu do antigo gado Minhoto e Alentejano, tipos étnicos que se filiam ao tranco aquitânico. Naturalmente que o gado português do tronco aquitânico, modificou-se no meio em que foi submetido com o decorrer dos tempos, pela influência do clima, solo e alimentação. Assim, com sucessivos cruzamentos entre essas diversas raças, deu-se origem ao Caracu (ABCC, 2019).

A raça Caracu passou por uma nova fase na seleção da raça a partir de 1980, com a utilização de modernas técnicas de seleção e melhoramento. Em 30 anos a raça apresentou uma evolução de seu desempenho, em diferentes características, porém, sempre mantendo intactas as características de rusticidade (CARVALHO, 2019).

De acordo com Mercadante et al. (2005) nos anos de 1900, o Caracu era uma das raças de maior expressão no Brasil, sendo bastante utilizada como produtora de carne, leite e trabalho. A raça teve sua maior expansão na zona serrana de Minas Gerais, onde

se desenvolveu os núcleos de criação da raça. Reunindo qualidades importantes para a bovinocultura de corte, surgindo como uma boa opção para cruzamentos em larga escala por sua adaptabilidade ao clima quente, permitindo a utilização de monta natural, agregando melhorias no desempenho produtivo.

A raça vem sendo bastante utilizada em cruzamentos, com resultados que competem com outras raças especializadas em qualidade e produtividade dos mestiços, principalmente em áreas onde o sistema é de cobertura a campo (CARVALHO, 2019). Gesualdi Jr. et al. (2006) avaliando características de carcaça de bovinos Caracu, observaram que os animais da raça carcaças pesadas, além de apresentar maior grau de musculosidade, em razão dos maiores valores para a área de olho de lombo e porcentagem de tecido muscular na carcaça.

Razook et al. (2002) avaliando o desempenho em pastagens e características de carcaças de animais zebuínos e da raça Caracu, concluíram que animais da raça Caracu mostraram ter maior proporção de músculo no corte da costela, e carne com maior maciez em relação à dos animais Zebu, de acordo com sua menor força de cisalhamento. Características encontradas por Battistelli (2012), que ao avaliar alternativas de cruzamento utilizando raças taurinas adaptadas ou não sobre matrizes Nelore para produção de animais precoces, observou que a raça Caracu é uma boa opção na utilização de cruzamentos com matrizes Nelore em sistemas que exigem monta natural, produzindo carne com boa maciez.

Os bons resultados em cruzamentos em relação ao desempenho e qualidade da carne foram observados por Battistelli (2012). Essas características fazem com que a raça possa se tornar moderna e competitiva, aliado aos interesses dos produtores na para utilização em sistemas de produção que utilizam o cruzamento (CARVALHO, 2019).

2.3.3 Guzerá

Conhecido como animal do deserto, o Guzerá é uma raça que apresenta grande rusticidade, pois em sua região de origem possui terras baixas e secas, em geral com solos arenosos e sem árvores, com dias quentes e noites frias. O Kankrej ou Guzerá tem sua história difundida na origem da humanidade, pois de acordo com relatos é possível afirmar que o Guzerá já estava presente no vale do rio Indo em 1.500 a.C, quando a Índia foi invadida por tribos de arianos (JOSHI e PHILIPS, 1954). Relatos foram encontrados em selos impressos em cerâmicas e em terracota em sítios arqueológicos da Índia e Paquistão, além de imagem dos animais em peças de diversos artefatos encontrados na região da Assíria e

Mesopotâmia (atual Iraque), onde se acredita que o animal era peça importante nos transportes e caças (ACGB, 2019).

A raça veio da Índia para o Brasil na década de 1870, sendo entre as raças zebuínas que persistem até o momento atual, a primeira raça zebuína introduzida no país. De acordo com Mucari e Oliveira (2003) a raça Guzerá possui material genético apropriado para as diversas condições das regiões brasileiras, uma característica importante, pois a utilização de recursos genéticos apropriados a determinadas regiões são estratégias a serem utilizadas para produção de animais de ciclo curto (MOREIRA et al., 2015).

A raça é considerada de duplo propósito e possui alta capacidade de adaptação e produção de carne e leite o que atraiu atenção de criadores de todo Brasil. Devido suas características de adaptabilidade e versatilidade, a raça vem sendo utilizada em diversos cruzamentos que se adéquam às características da pecuária brasileira (PITOMBO, 2011). A raça possui pequenas exigências quando comparadas as demais raças zebuínas, por possuir um material genético apropriado as adversidades ecológicas das regiões onde a pecuária se encontra (MUCARI e OLIVEIRA, 2003).

A raça apresenta porte grande com pelagem que varia do cinza claro ao cinza escuro, cabeça relativamente curta, larga e expressiva, com perfil subcôncavo a retilíneo. Os chifres são grandes e de cor escura, em forma de lira. As orelhas são médias e com pontas arredondadas, com focinho preto e as narinas são dilatadas (ACGB, 2019).

De acordo com Bonilha et al. (2008) que estudaram o comportamento das raças Nelore, Guzerá, Gir e Caracu, verificaram que animais Guzerá tinham corpo intermediário, maior peso de carcaça e ganho médio diário em comparação aos demais grupos genéticos.

De acordo com Fonseca et al. (2016), o rebanho Guzerá brasileiro passou por dois momentos importantes ao longo de sua história no país. O primeiro momento ocorreu nos anos de 1940 a 1950, onde houve uma drástica queda no rebanho de animais puros, devido ao uso intensivo da raça na formação de animais mestiços. O segundo momento, e muito importante para a raça, foi no final da década de 1970, ocorrendo o fechamento dos “livros genealógicos” para o Guzerá, o que resultou em regras mais rigorosas para definição de animais padrões para a raça, com conseqüente redução nos rebanhos de raça pura. Segundo os autores, a uma intensa contribuição dos eventos evolutivos recentes na formação da consangüinidade atual e níveis de diversidade genética na população do Guzerá, fato importante no desenvolvimento de estratégia de utilização da raça.

2.3.4 Nelore

É uma raça classificada como *Bos indicus*, ou zebuina, o nome Nelore surgiu no Brasil, quando alguns autores começaram a usar esse nome como sinônimo de Ongole, raça indiana que mais contribuiu para criação do Nelore. Os ancestrais do Nelore foram levados para Índia pelo povo ariano, onde foram submetidos a condições climáticas extremas. As diferentes adversidades encontradas no ambiente Indiano, desde terras áridas, aluviais, inverno rigoroso e regiões de clima excessivamente quente forneceram para a raça, genes de adaptação que são expressos na raça Nelore atualmente.

A primeira aparição do Nelore no Brasil teria ocorrido em 1868 quando um navio, que se destinava à Inglaterra, ancorou em Salvador com um casal de animais dessa raça a bordo. Anos depois, um criador chamado Manoel Ubelhart Lemgruber promoveu a primeira 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, 2019).

O padrão racial dos animais ocorreu no ano de 1938, em Uberaba, e foram de grande importância para a formação da raça Nelore. A raça apresenta como características raciais o porte grande com pelagem cinza claro, com cabeça subconvexo, de largura e comprimento médio, fronte com leve depressão longitudinal. O chanfro é reto e curto, chifre curtos com forma cônica, sendo que na variedade mocha há ausência completa de chifres. As orelhas curtas, móveis, em forma de concha, com focinho preto e largo, com narinas dilatadas (ACNB, 2019).

De acordo com Ferraz e Felício (2010), a raça Nelore é umas das mais importantes no cenário pecuário brasileiro, representando uma força produtiva da indústria da carne no país. Diversos estudos da raça Nelore vem sendo realizados para identificação de animais que utilizam alimentos de forma mais eficiente (Bonilha et al., 2013; Zorzi et al., 2013) sem comprometer as características de produção e qualidade da carne, considerando o impacto econômico e ambiental da alimentação no sistema de produção (Fidelis et al., 2017). Algumas características da raça que a torna 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).

2.3.5 Senepol

A história da raça se inicia nos anos 1800 quando bovinos da raça N'Dama foram importados para a América Central, na ilha de Saint Croix, nas Ilhas Virgens. Em 1918 foi realizado o cruzamento com animais da raça Red Poll da Inglaterra buscando precocidade, ausência de chifre, cor vermelha, docilidade e tolerância ao calor. Após anos de melhoramento, em 1954 o nome Senepol foi registrado. A raça é um *Bos taurus* adaptado ao calor e resistente a doenças tropicais além de resistir mais ao frio quando comparada a raças com sangue zebuino (SCBA, 2019).

Enquanto outras raças deram saltos gigantescos em uma direção, apenas para se virar e dar passos igualmente grandes na direção oposta, o Senepol deu uma série de pequenos passos de múltiplas características em direção a animais cuja produção atendia à demanda de seus criadores. St. Croix forneceu uma situação única em que os fazendeiros praticam a seleção para as características que desejam e a mãe natureza ofereceu uma seleção natural para o gado que poderia produzir em níveis superiores no ambiente hostil de St. Croix. A raça Senepol teve uma base genética limitada e a seleção para um desempenho superior levou a bovinos que podem ter níveis substanciais de consanguinidade. Isso explica o alto grau de heterose que a raça Senepol fornece nos sistemas de cruzamento (ABCBS, 2019).

Muitos fatores levam a raça como importante material genético nos sistemas de criação de bovinos de corte da pecuária brasileira, sendo uma raça taurina com potencial utilização nos programas de cruzamentos. A possível utilização da raça na produção animal se justifica pelas características de tamanho e peso corporal, aptidão, eficiência em reproduzir e resistência às doenças e infestações parasitárias (MIRANDA, 2014).

Nos últimos anos, a utilização da raça vem crescendo no Brasil devido às suas características produtivas (GUIMARÃES et al., 2017). A raça Senepol é adaptada às condições tropicais, mantendo sua temperatura corporal normal durante o estresse térmico, podendo ser tolerantes ao calor como animais zebuinicos (OLSON et al., 2003), provavelmente ligado ao revestimento de pelos lisos e brilhantes (FLORI et al., 2012).

3. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE - ABIEC. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/>. Acesso em: 28 de dezembro de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE GUZERÁ - ACGB. Disponível em: <<http://www.guzera.org.br/novo/>>. Acesso em: 28 de Julho de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CARACU - ABCC. Disponível em: <<http://www.abccaracu.com.br>>. Acesso em: 17 de Julho de 2019.

ASSOCIAÇÃO DOS CRIADORES DE NELORE DO BRASIL - ACNB. Disponível em: <<http://www.nelore.org.br>> Acesso em: 29 de junho de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE BOVINOS SENEPOL - ABCBS. Disponível em: <<http://www.senepol.org.br>>. Acesso em: 28 de janeiro de 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL - ASBIA. Disponível em: <<http://www.asbia.org.br/>>. Acesso em: 06 de Outubro de 2018.

AUGUSTO, W.F.; BILEGO, U.O.; MISSIO, R.L.; GUIMARÃES, T.P.; MIOTTO, F.R.C.; REZENDE, P.L.P.; NEIVA, J.N.M.; RESTLE, J. Desempenho animal, características de carcaça e qualidade da carne de novilhos e novilhas F1 Angus-Nelore abatidos em confinamento com similar grau de acabamento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 4, p. 1681-1694, 2019.

ATHANASSOF, N. **Manual do criador de bovinos**. Edições melhoramentos. Comp. Melhoramentos de São Paulo, Indústrias de papel. **6º ed.** 815p. 1957.

BARBOSA, P. F. Cruzamentos para produção de carne bovina no Brasil. In: Bovinocultura de Corte (Ed.: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA), p. 1-45. Piracicaba: FEALQ, 1990.

BARBOSA, P. F.; ALENCAR, M.M. Sistemas de cruzamento em bovinos de corte: estado da arte e necessidades de pesquisa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, Julho de 1995, Brasília, DF. Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais...** p. 681-683, 1995.

BARBOSA, P.F. Cruzamentos industriais e a produção de novilhos precoces. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE, 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p.100-114.

BARBOSA, P.F. Raças e estratégias de cruzamento para produção de novilhos precoces. In: I SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2000. p.100-114.

BARTON, 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. **Journal of Animal Science**, v.51, p.47-53, 2006.

BATISTELLI, J.V.F. Alternativas de cruzamento utilizando raças taurinas adaptadas ou não sobre matrizes Nelore para a produção de novilhos precoces. Dissertação (Mestrado). 74p. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2012.

BONILHA, S.F.M.; TEDESCHI, L.O.; PACKER, I.U.; RAZOOK, A.G.; ALLEONI, G.F.; NARDON, R.F.; RESENDE, F.D. Evaluation of carcass characteristics of *Bos indicus* and tropically adapted *Bos taurus* breeds selected for postweaning weight. **Journal of Animal Science**, v.86, p.1770–1780, 2008.

BONILHA, F.M.; BRANCO, R.H.; BONILHA, S.F.M.; ARAÚJO, F.L.; MAGNANI, E.; MERCADANTE, M.E.Z. Bod y chemical composition of Nelore bulls with different residual feed intakes. **Journal of Animal Science**, v.91, p.3457–3464, 2013.

BOURDON, R. M. **Understanding Animal Breeding**. Prentice Hall. Upper Saddle River, 523p. 1997.

CARVALHO, G. M. C. Aspectos técnicos e científicos para a produção de bovinos compostos tropicalmente adaptados, com uso de recursos genéticos brasileiros. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2019. 21p. (Embrapa Meio Norte. Comunicado Técnico, 253). Disponível em: Acesso em: 29 jan. 2010.

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.; 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. CD-ROM.

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

FIDELIS, H.A.; BONILHA, S.F.M.; TEDESCHI, L.O.; BRANCO, R.H.; CYRILLO, J.N.S.G.;MERCADANTE, M.E.Z. Residual feed intake, carcass traits and meat quality in Nelore cattle. **Meat Science**, v.128, p.34-39, 2017.

FLORI, LAURENCE.; GONZATTI, M.I.; THEVENON, S.; CHANTAL, I.; PINTO, J.; BERTHIER, D.; ASO, P.N.; GAUTIER, M. A quasi-exclusive European Ancestry in the Senepol Tropical Cattle Breed Highlights the Importance of the slick Locus in Tropical Adaptation.

FONSECA, P.A.S.; SANTOS, F.C.; ROSSE, I.C.; VENTURA, R.V.; BRUNELLI, F.Â.T.; PENNA, V.M.; SILVA, V.R.; MACHADO, M.A.; SILVA, M.V.G.B.; CARVALHO, M.R.S.; PEIXOTO, M.G.C.D. Retelling the recent evolution of genetic diversity for Guzerá: Inferences from LD decay, runs of homozygosity and Ne over the generations. **Livestock Science**, v.193, p.110–117, 2016.

GESUALDI JUNIOR, A.; QUEIROZ, A.C.; DUTRA, F.D.; ALLEONI, G.F.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; GESUALDI, A.C.L.S.; DETMANN, E. Características de

carcaça de bovinos Nelore e Caracu selecionados para peso aos 378 dias de idade recebendo alimentação restrita ou à vontade. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v. 35, n. 1, p. 131-138, 2006.

GOMES, F.J. Avaliação de cruzamentos triplos em sistemas intensificados de produção de bovinos de corte. Dissertação (Mestrado). 60p. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 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.

GUIMARÃES, A.L.; MERCADANTE, M. E. Z.; CANESIN, R.C.; BRANCO, R. H.; LIMA, M. L. P.; CYRILLO, J. N. S. G.; Phenotypic association between feed efficiency and feeding behavior, growth and carcass traits in Senepol cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.46, n.1, p.47-55, 2017.

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

JOSHI, N. R.; PHILIPS, R.W. **El ganado cebu de La India y Del Paquistán**. FAO. 256p. 1954.

KINGHORN, B.; JULIUS, V.D.W.; RYAN, M. **Melhoramento Animal: Uso de Novas Tecnologias**. São Paulo, SP. Editora FEALQ. 2006. 367p.

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.

MARSHALL, D.M. Breed differences and genetic parameters for body composition traits in beef cattle. **Journal Animal Science**, v.72, n.10, p. 2745-2755, 1994.

MERCADANTE, M.E.Z. Caracu, o *Bos taurus* brasileiro adaptado aos trópicos: experiências de um programa de seleção para peso ao sobreano. **Agrociência**. vol. 09 n.1, p. 485-494, 2005.

MESQUITA, E.E.; CASTAGNARA, D.D.; DE OLIVEIRA, N.T.E.; FIGUEIREDO, A.C.; COSTA OLIVEIRA, A. Growth performance and carcass characteristics of Nelore Angus and Nelore Angus Guzera crossbreed cows fed with supplemented pasture during the yearling and feedlot stages. **Semina: Ciências Agrárias**, v.37, p.2701–2710, 2016.

MIRANDA, A.C.V. Análise multivariada no agrupamento de bovinos da raça Senepol. Dissertação (Mestrado). 50p. Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2014.

MOREIRA, F.S.; OLIVEIRA, M.M.N.F.; VILLELA, S.D.J.; BARBOSA, F.A.; MOURTHÉ, M.H.F.; DINIZ, F.B. Desempenho produtivo e econômico de três grupos genéticos de

bovinos recriados a pasto com suplementação e terminados em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.1, p.140-148, 2015.

MUCARI, T.B.; OLIVEIRA, J.A. Análise Genético-Quantitativa de Pesos aos 8, 12, 18 e 24 Meses de Idade em um rebanho de raça Guzerá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1604-1613, 2003.

OLIVEIRA, V. C. FONTES, C.A.A.; SIQUEIRA, J.G.; FERNANDES, A.M.; SANT`ANA, N.F.; CHAMBELA NETO, A. Produção de leite e desempenho dos bezerros de vacas Nelore e mestiças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2074-2081, 2007.

OLSON, T. A.; LUCENA, C.; CHASE, C. C.; JR. HAMMOND, A. C.; Evidence of a major gene influencing hair length and heat tolerance in *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, v. 81, p.80–90, 2003.

PITOMBO, R.S. Avaliação da qualidade de carne de tourinhos superprecoce F1 Guzerá-Nelore e F2 Pardo-Suiço-Guzerá-Nelore. Dissertação (Mestrado) 48p. Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2011.

PEROTTO, D.; MOLETTA, J.L.; LESSKIU, C. Desempenho em confinamento de machos bovinos inteiros Canchim, Aberdeen Angus e cruzados recíprocos. **Ciência Rural**, v. 32, n. 4, p. 669-674, 2001.

QUEIROZ, S.A. **Introdução ao melhoramento genético de bovinos de corte**. Guaíba: Agrolivros, 152p. 2012.

RESENDE, F.R.; FARIA, M.H.; SIQUEIRA, G.R. et al. Produção de novilho precoce no Brasil. In: PIRES, A.V. (Org.). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: ESALQ, 2010. p.1371-1398.

RAZOOK A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; NARDON, R.F.; CYRILLO, J.N.; RUGGIERI, A.C. Efeitos de raça e da seleção para peso pós-desmame sobre características de confinamento e de carcaça da 15^a progênie dos rebanhos Zebu e Caracu de Sertãozinho (SP). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.115–124, 2001.

RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; RUGGIERI, A.C.; NARDON, R.F.; CYRILLO, J.N.S.G. Desempenho em pastagens e características de carcaça da 16a progênie dos rebanhos Nelore, Guzerá e Caracu de Sertãozinho (SP). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1367–1377, 2002.

REGGIORI, M.R.; TORRES JÚNIOR, R.A.A.; MENEZES, G.R.O.; BATTISTELLI, J.V.F.; SILVA, L.O.C.; ALENCAR, M.M.; OLIVEIRA, J.C.K.; FARIA, F.J.C. Precocidade sexual, eficiência reprodutiva e desempenho produtivo de matrizes jovens Nelore e cruzadas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, p.1563–1572, 2016.

RESTLE, J.; FATURI, C.; BERNARDES, R.A.C.; ALVES FILHO, D.C.; MENEZES, L.F.G.; SOUZA, A.N.M.; CARRILHO, C.O. Efeito do grupo genético e da heterose na composição física e nas características qualitativas da carcaça e da carne de vacas de descarte terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1378-1387, 2002.

RESTLE, J.; SENNA, D.B.; PACHECO, P.S.; PADUA, J.T.; VAZ, R.Z.; METZ, P.A.M.

Grupo genético e heterose na produção de leite de vacas de corte submetidas a diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1329-1338, 2005.

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.

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.

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.

SENEPOL CATTLE BREEDERS ASSOCIATION – SCBA. WILMINGTON, North Carolina. SCBA. Disponível em: <https://www.senepolcattle.com/>. Acesso em: 12 de janeiro de 2020.

SILVA, M.C.; BOAVENTURA, V.M.; FIORAVANTI, M.C.S. História do povoamento bovino no Brasil central. **Revista UFG.**, n. 13, 2012.

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.

THRIFT, F. A.; SANDERS, J. O.; BROWN, M. A.; BROWN JÚNIOR, A. F.; HERRING, A. D.; RILEY, D. G.; DEROUEN, S. M.; HOLLOWAY, J. W.; WYATT, W. E.; VANN, R. C.; CHASE JÚNIOR, C. C.; FRANKE, D. E.; CUNDIFF, L. V.; AND BAKER, J. F. Review: preweaning, postweaning, and carcass trait comparisons for progeny sired by subtropically adapted beef sire breeds at various US locations. **The Professional Animal Scientist**, v. 26, n. 5, p. 451-473, 2010.

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

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.

ZORZO, K.; BONILHA, S.F.M.; QUEIROZ, A.C.; BRANCO, R.H.; SOBRINHO, T.L.; DUARTE, M.S. Meat quality of young bulls with low and high residual feed intake. **Meat Science**, v.93, p.593-599, 2013.

4. OBJETIVOS

4.1 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 (Guzerá, Senepol e Caracu) em bovinos cruzados recriados e terminados em pastagem tropical.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

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

5. ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO

Artigo 1 – Estratégias de cruzamentos aplicados a sistemas de produção à pasto de bovinos de corte: desempenho e características de carcaça na recria e terminação¹

¹Artigo científico escrito com base nas normas para publicação do periódico *Animal* (ANEXO B), exceto o idioma, que está em português.

1 **Estratégias de cruzamentos aplicados a sistemas de produção à pasto de bovinos de**
2 **corte: desempenho e características de carcaça na recria e terminação**

3 A. P. Neves¹, E. L. A. Ribeiro¹, G. R. O. Menezes², R. A. A. Torres Jr.², M. N. Bonin³,
4 G. L. D. Feijó², T. L. A. C. Araújo⁴, R. C. Gomes²

5 ¹Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Rodovia Celso Garcia, 86057-
6 970, Londrina, PR, Brasil; ²Embrapa Gado de Corte, Avenida Rádio Maia, 79106-550, Campo Grande,
7 MS, Brasil; ³Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ), Universidade Federal de Mato
8 Grosso do Sul (UFMS), Avenida Senador Felinto Muller, 79070-900, Campo Grande, MS, Brasil;
9 ⁴Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará (UFC), Avenida da Universidade, 60020-
10 181, Fortaleza, CE, Brasil

11 **Resumo**

12 A utilização de cruzamentos para a produção de carcaça e carne de qualidade é um
13 importante processo que o produtor pode lançar mão para intensificação e modernização
14 da pecuária, buscando alcançar maior eficiência nos sistemas de produção. Assim, o
15 objetivo foi avaliar o efeito dos diferentes grupos genéticos maternos e paternos sobre o
16 desempenho e características de carcaça avaliadas por ultrassonografia de bovinos
17 cruzados criados em pastagem tropical. Os grupos genéticos foram oriundos do
18 acasalamento de matrizes Nelore (N), ½ Angus + ½ Nelore (A_N) e ½ Caracu + ½
19 Nelore (C_N), com touros das raças Guzerá, Senepol e Caracu e avaliados durante as
20 fases pré-desmame, pós-desmame e terminação. Os animais foram recriados em área de
21 pastagem composta por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, durante 12 meses. Os
22 animais foram terminados com suplementação proteico-energética ou
23 semiconfinamento. Avaliações de carcaça por ultrassonografia foram realizadas para
24 determinar área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea no lombo
25 (EGS) e espessura de gordura na picanha (EGP). Vacas A_N pariram bezerros mais
26 pesados (P<0,05) que vacas C_N e N. Progênes de touros Guzerá e Senepol
27 apresentaram peso ao nascimento maior (P<0,05) em relação ao da raça Caracu.
28 Progênes de vacas cruzadas foram mais pesadas ao desmame que progênes de vacas N
29 (P<0,0001). As progênes de touros Guzerá tiveram maior peso ao desmame que touros
30 Caracu (P<0,05). Progênes de vacas A_N apresentaram maior ganho médio diário
31 (GMD) durante o período pré-desmame (P<0,0001). Maior peso corporal ao início e
32 final do período pós-desmame foi observado para progênes de touros Guzerá (P<0,05).
33 Observou-se que progênes de vacas N, apresentaram GMD superior (P<0,05) nas

34 diferentes fases pós-desmame quando comparados a progênes de vacas cruzadas. Maior
35 GMD e EGP ($P<0,05$) durante o período pós-desmame foi observado em progênes de
36 touros Guzerá. Progênie de vacas A_N apresentou maior GMD ($P<0,05$) durante a fase
37 de terminação. Progênes de touros Guzerá apresentaram maior peso corporal ao início e
38 final do período de terminação. Progênes de vacas N apresentaram maior EGP
39 ($P<0,05$) em relação a vacas cruzadas durante a terminação. Maiores medidas de AOL e
40 EGP ($P<0,05$) foram observadas em progênes de touros Guzerá. Já para a medida de
41 EGS, progênie de touros Guzerá e Senepol, foram superiores ao Caracu. Vacas cruzadas
42 produzem bezerros com melhor desempenho até o desmame, entretanto, esse melhor
43 desempenho se perde ao longo do período pós-desmame. A utilização de touros Guzerá
44 apresentou progênes com maior desempenho, além de maior deposição de gordura na
45 carcaça.

46

47 **Palavras-chaves:** *Bos indicus*, *Bos taurus*, ganho de peso, guzerá, senepol

48

49 **Crossbreeding strategies applied to grassfed beef cattle production systems:**
50 **carcass and meat quality traits**

51

52 **Abstract**

53 The use of crosses for the production of quality carcass and meat is an important
54 process that the producer can use for intensification and modernization of livestock,
55 seeking to achieve greater efficiency in production systems. Therefore, the objective
56 was to evaluate the effect of different maternal and paternal breeds on the performance
57 and carcass traits evaluated by ultrasonography of crossbred cattle raised in tropical
58 pasture. The genetic groups were from the breeding of Nellore (N), $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$
59 Nellore (A_N) and $\frac{1}{2}$ Caracu + $\frac{1}{2}$ Nellore (C_N) breeders, with Guzerá, Senepol and
60 Caracu sires and evaluated during the pre-weaning phases. after weaning, animals were
61 raised grazing *brachiaria brizantha* cv. Marandu for 12 months. The animals were
62 finished receiving concentrate in pastures for 86 days. Carcass ultrasound evaluations
63 were performed to determine ribyea (REA), fat thickness (BFT) and rump fat thickness
64 (RFT). A_N cows calved heavier calves ($P<0.05$) than C_N and N. Cows of progeny
65 Guzerá and Senepol showed higher birth weight ($P<0.05$) than Caracu. Progeny of
66 crossbred cows weaned heavier ($P <0.0001$) than progeny of N cows. Guzerá sires

67 progeny had higher weaning weight than Caracu bulls ($P < 0.05$). Cows progeny A_N
68 showed higher average daily gain (ADG) during the pre-weaning period ($P < 0.0001$).
69 Higher body weight in the beginning and end of the post-weaning period was observed
70 for progeny of Guzerá sires ($P < 0.05$). It was observed that progenies of N cows
71 presented superior ADG ($P < 0.05$) in the different post weaning phases when compared
72 to progeny of crossbred cows. Higher ADG and RFT ($P < 0.05$) during the post-weaning
73 period was observed in progeny of Guzerá bulls. Cows progeny A_N showed higher
74 ADG ($P < 0.05$) during the finishing phase. Guzerá bull progeny showed higher body
75 weight in the beginning and end of the finishing period. N cows progeny showed higher
76 RFT ($P < 0.05$) compared to crossbred cows during finished phase. Higher REA and
77 RFT measurements ($P < 0.05$) were observed in progeny of Guzerá bulls. For BFT
78 measurement, progeny of Guzerá and Senepol bulls were superior to Caracu. Crossbred
79 cows produce better performing calves until weaning, however this better performance
80 is lost over the post weaning period. The use of Guzerá bulls showed higher
81 performance progenies, besides higher fat deposition in the carcass.

82

83 **Keywords:** *bos indicus*, *bos taurus*, weight gain, guzerá, senepol

84

85 **Implicações**

86 Sistemas de produção de bovinos em pastagem tropical podem se beneficiar da
87 utilização do cruzamento entre raças zebuínas e taurinas adaptadas pela otimização dos
88 efeitos da heterose e complementaridade entre as raças. Assim, o conhecimento e
89 recomendações de alternativas de sistema de produção e de utilização de recursos
90 genéticos que possam ser utilizados em esquemas de cruzamentos que sejam adequados
91 a sistemas e ambientes tropicais projetados para o abate de animais jovens, permitem a
92 redução do ciclo de produção e aumento da eficiência, assegurando a produção de carne
93 de maior qualidade com competitividade e sustentabilidade, fortalecendo toda cadeia
94 produtiva.

95 **Introdução**

96 A cadeia produtiva da carne bovina possui posição de destaque no contexto do
97 agronegócio e a busca por eficiência produtiva, alinhada à produção de carne de
98 qualidade, vem sendo incentivada, a fim de permitir sistemas de produção eficientes e
99 competitivos em áreas tropicais. Neste sentido, o componente genético se torna

100 importante dentro do processo, pois o conhecimento das potencialidades e limitações
101 das diferentes raças fornece orientações para estratégias de cruzamento com objetivo de
102 obter produtos de melhor qualidade (Lopes et al., 2008).

103 A adoção de sistemas de cruzamentos bem orientados entre *Bos indicus* e *Bos*
104 *taurus* permite utilizar simultaneamente a otimização de efeitos não-aditivos (heterose)
105 e efeitos aditivos (complementaridade) dos genes das raças nas características de
106 desempenho e carcaça (Maggioni et al., 2010). A alta produtividade e precocidade das
107 raças taurinas, aliadas à adaptabilidade das raças zebuínas, podem permitir sistemas de
108 produção eficientes e competitivos em áreas tropicais, com grande contribuição de
109 genes taurinos à qualidade da carne produzida (Clímaco et al., 2011).

110 O aperfeiçoamento de sistemas de produção que utilizam cruzamentos e
111 evidenciam vantagens para várias características de importância econômica, deve-se
112 consolidar como estratégia de produção de carne em condições tropicais. Diversos
113 artigos vêm constatando as ações de estudos em cruzamentos entre raças voltados para
114 aumento em eficiência e qualidade de carne (Euclides et al., 2001; Euclides Filho et al.,
115 2003; Favero et al., 2019), no entanto, todos os trabalhos utilizaram a terminação dos
116 animais em regime de confinamento.

117 O cruzamento tornou-se uma ferramenta eficaz para a produção econômica de
118 carne a pasto, porém, a necessidade de resultados de pesquisa sobre grupos genéticos a
119 serem utilizados em esquemas de cruzamentos para recria e terminação em pastagem
120 torna-se um elemento fundamental para melhoria dos sistemas de produção. Neste
121 sentido, a raça Senepol apresenta-se como uma alternativa com a inserção de gene
122 taurino e possuir adaptabilidade aos trópicos, além de possuir características como o
123 rápido crescimento, precocidade de acabamento e qualidade da carcaça e da carne.
124 Outra opção é a utilização da raça Caracu, que apesar de também não possuir sangue
125 zebuíno, apresenta adaptação suficiente para ser utilizada em monta natural, além de
126 apresentar qualidade de carcaça e carne (Bonilha et al., 2007). Outra possibilidade que
127 vem sendo adotada é o cruzamento de raças zebuínas, destacando-se sistemas que
128 envolvem touros da raça Guzerá com vacas Nelore ou cruzadas (Fonseca et al., 2016),
129 resultando em alta adaptabilidade tanto dos touros quanto dos produtos gerados e a
130 maior facilidade de aquisição de reprodutores em comparação àqueles de raças taurinas
131 adaptadas.

132 Contudo, além de estudos com a utilização de grupos genéticos adaptados, torna-
133 se necessário identificar estratégias de cruzamentos que sejam adequados a ambientes

134 tropicais, para abate de animais jovens. Assim, o objetivo foi avaliar o efeito das
135 diferentes raças sobre o desempenho e características de carcaça avaliadas por
136 ultrassonografia de bovinos mestiços criados em regime de pastagens.

137

138 **Material e Métodos**

139 O estudo foi realizado no Centro Nacional de Pesquisas em Gado de Corte
140 (Embrapa Gado de Corte), em Campo Grande, MS, Brasil (20 ° 27 ' S e 54 ° 37 ' W, a
141 530 m acima do nível do mar). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é
142 do tipo Aw (tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno)
143 apresentando temperatura e pluviosidade médias anuais de 25,7°C e 2733 milímetros,
144 respectivamente (IMET, 2020). Todos os procedimentos adotados foram aprovados pelo
145 Comitê de Ética no Uso de Animais da Embrapa Gado de Corte (Processo n° 007/2015).

146 Os grupos genéticos avaliados estão apresentados na Tabela 1 e foram oriundos
147 do acasalamento de matrizes contemporâneas Nelore (N), ½ Angus + ½ Nelore (A_N) e
148 ½ Caracu + ½ Nelore (C_N), nascidas nos anos de 2007, 2008 e 2009, com touros das
149 raças Guzerá (n=07), Senepol (n=14) e Caracu (n=18, incluindo os utilizados para
150 repasse), por meio da técnica de inseminação artificial em tempo fixo. Duas safras
151 consecutivas das progênes mestiças (Safrá 1 = 2014 a 2016 e Safrá 2 = 2015 a 2017),
152 foram avaliadas ao longo das fases pré-desmame (0 a 8 meses de idade, n= 208), pós-
153 desmame (8 a 18 meses, n= 195) e de terminação (18 a 24 meses, n=194).

154 Para a produção das matrizes e dos animais experimentais foram escolhidos
155 touros participantes de programas de melhoramento genético de suas respectivas raças
156 (Angus, Nelore, Guzerá, Senepol e Caracu). Nesta escolha optou-se por touros de
157 diferentes linhagens de cada uma das raças, visando-se obter boa representatividade
158 delas.

159 Durante a estação de monta e o período pré-desmame, os animais permaneceram
160 em pastagens de *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp. Foram realizadas pesagens ao
161 nascimento (PN, kg) e a desmama (PD), realizada com média de oito meses de idade
162 nos meses de Junho e Julho de 2015 (Safrá 1) e Junho e Julho de 2016 (Safrá 2). Com
163 os valores de PN e PD, foi calculado o ganho de peso médio diário (GMD, kg/dia) no
164 período pré-desmama.

165

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

Raças paternas	Grupos genéticos maternos		
	Nelore	½ Angus + ½ Nelore	½ Caracu + ½ Nelore
Guzerá	½ Guzerá + ½ Nelore	½ Guzerá + ¼ Angus + ¼ Nelore	½ Guzerá + ¼ Caracu + ¼ Nelore
	Nelore	Nelore	Nelore
Senepol	½ Senepol + ½ Nelore	½ Senepol + ¼ Angus + ¼ Nelore	½ Senepol + ¼ Caracu + ¼ Nelore
	Nelore	Nelore	Nelore
Caracu	½ Caracu + ½ Nelore	½ Caracu + ¼ Angus + ¼ Nelore	¾ Caracu + ¼ Nelore

167 Neste período pré-desmama, as matrizes receberam suplementação mineral
 168 (Níveis de garantia de macro e microminerais por kg de produto: Cálcio (máx/mín) –
 169 135/165 g/kg; Fósforo (mín) – 80 g/kg; Enxofre (mín) – 18 g/kg; Sódio (mín) – 130
 170 g/kg; Cobalto (mín) – 90 mg/kg; Cobre (mín) – 1400 mg/kg; Flúor (máx) – 800 mg/kg;
 171 Iodo (mín) – 90mg/kg; Manganês (mín) – 800 mg/kg; Selênio (mín) – 36 mg/kg; Zinco
 172 (mín) – 3800 mg/kg).

173 Com o término da fase de pré-desmame, iniciou-se a fase pós-desmame, dividida
 174 em duas fases: fase 1 (junho a outubro) e fase 2 (novembro a maio), para considerar a
 175 curva de sazonalidade de produção de forragem durante o ano, o que influencia o
 176 desempenho animal. Durante a fase 2, maiores temperaturas, luminosidade e
 177 precipitação favorecem o crescimento da forragem, levando a maior oferta e melhor
 178 qualidade, resultando em GMD maior. Durante a fase 1, período de baixas precipitações
 179 e temperaturas, ocorre redução na produção de forragem e mudanças estruturais no
 180 dossel, levando a diminuição na qualidade da forragem e no GMD.

181 No início da fase pós-desmame, os animais foram divididos em oito lotes, sendo
 182 quatro lotes de machos e quatro de fêmeas, balanceados em função dos grupos genéticos
 183 e peso médio dos animais. Os lotes foram alocados em oito piquetes com média de oito
 184 hectares cada, formados por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (latitude 20° 25' 02.06''
 185 Sul e longitude 54° 43' 34.82'' Oeste).

186 Os animais permaneceram por 12 meses nesta área em sistema de pastejo de
 187 lotação contínua, recebendo na fase 1 suplementação concentrada protéica com teor de
 188 35% de proteína bruta (PB), com consumo aproximado de 1 g/kg de peso corporal (PC)
 189 por dia. Durante a fase 2, os animais receberam suplementação proteico-energética com

190 teor de 30% de PB e 55% de nutrientes digestíveis totais (NDT), com consumo de 3
191 g/kg PC por dia.

192 Durante a fase pós-desmame, foram realizadas pesagens a cada 56 dias, com
193 jejum prévio de alimentos por 16 horas, para o cálculo do GMD na fase 1 (junho a
194 outubro), fase 2 (novembro a maio) e total para o período pós-desmame (GMD1+2).
195 Protocolos para controle de carrapatos e moscas (Cipermetrina Pour-on, Ceva, Brasil)
196 foram realizados a cada 56 dias durante o período pós-desmame. Para o controle de
197 endoparasitas (Doramectina 1%, Vallée, Brasil) foi realizado protocolo estratégico
198 realizados ao longo do período pós-desmame.

199 Com o objetivo de avaliar a disponibilidade de forragem no decorrer do período
200 experimental foram realizadas cinco amostragens da pastagem em cada ano. A massa de
201 forragem foi estimada pelo corte da forragem contida no interior de 40 áreas de 1 m² ao
202 nível do solo, distribuídas aleatoriamente em cada piquete. As amostras foram moídas
203 em moinho de facas tipo Willey com peneira de 1,0 mm, para estimativa dos teores de
204 proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA)
205 e lignina em detergente ácido (LDA), utilizando espectroscopia de infravermelho
206 próximo, conforme descrito por Marten et al. (1989). A massa de forragem, a oferta de
207 forragem verde e a taxa de lotação variaram de 9,8 a 14,3 toneladas MS/ha, 10,2 e 16,7
208 kg MS kg/PC e 0,78 a 1,3 animal/ha, nos dois anos respectivamente. Os teores de PB,
209 FDN, FDA e LDA variaram de 6,6 a 9,8%, 71,6 a 76,1%, 32,3 a 37,6% e 2,2 a 2,8%,
210 respectivamente.

211 Ao final do período pós-desmame e início da terminação, características de
212 carcaça foram avaliadas através de ultrassonografia utilizando-se um aparelho ESAOTE
213 Pie Medical Aquila VET (ESAOTE Pie Medical Imaging Inc., Maastricht, Holanda)
214 equipado com uma probe linear de 18 cm e frequência de 3,5 MHz acoplada a uma guia
215 acústica, sendo empregado óleo vegetal como meio condutor. Imagens do músculo
216 *longissimus* na região entre a 12^a e 13^a costelas foram utilizadas para avaliação das
217 medidas de área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura sobre o músculo
218 *longissimus* (EGS) e do músculo *Biceps femoris* para avaliação da espessura de gordura
219 sobre a picanha (EGP).

220 A fase de terminação foi realizada a pasto, com duração de 101 e 120 dias para
221 fêmeas e 56 e 86 dias para os machos, para as safras 1 e 2, respectivamente. Os machos
222 foram castrados antes da entrada nesta fase, sendo utilizado o método de
223 imunocastração (Bopriva® 7, Pfizer Saúde Animal). A aplicação da primeira dose da

224 vacina foi realizada 90 dias antes da entrada dos animais na fase de terminação e a
225 segunda imunização realizada no início da fase de terminação.

226 Na terminação, as fêmeas foram mantidas nos mesmos piquetes do período pós-
227 desmame e suplementadas com suplemento proteico-energético com teor de 30% de
228 proteína bruta (PB) e 55% de nutrientes digestíveis totais (NDT), com fornecimento de
229 3 g/Kg PC por dia. Já os machos foram transferidos para uma área de 10 hectares
230 formada por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Foi utilizado o sistema de pastejo
231 contínuo, com lotação média de 4 unidades animal/hectare (UA/ha) e com oferta de
232 suplemento concentrado (60% de milho seco moído, 25% de casca de soja e 15% de
233 mistura mineral-proteica). O suplemento continha 2,76 Mcal de energia
234 metabolizável/kg MS (NRC, 1996), 14% PB e 36% de FDN, respectivamente,
235 determinados de acordo com AOAC (1990) e Van Soest et al. (1991). Ao longo de 14
236 dias, a oferta de concentrado foi aumentada gradualmente até atingir o nível de 1,5% do
237 PC dos animais, o qual foi mantido até o abate. Um resumo dos procedimentos
238 experimentais é apresentado na tabela 2.

239 Tabela 2 – Resumo dos procedimentos experimentais e número de animais

Fase	Safra 1	Safra 2
	Novembro 2013 a Fevereiro de 2014	Novembro 2014 a Fevereiro de 2015
Estação de reprodução	Vacas: Nelore: 35	Vacas: Nelore: 51
Nutrição: Pasto+suplementação mineral	½ Angus + ½ Nelore: 26 ½ Caracu + ½ Nelore: 37	½ Angus + ½ Nelore: 27 ½ Caracu + ½ Nelore: 32
	Touros: Guzerá: 7 Senepol: 11 Caracu: 15	Touros Guzerá: 7 Senepol: 12 Caracu: 12
Estação nascimento		
Nutrição: Pasto+suplementação mineral	Agosto de 2014 a Dezembro de 2014	Agosto de 2015 a Dezembro de 2015
Pré-desmame	Agosto 2014 a Junho de 2015 Idade: nascimento até 8m	Agosto 2015 a Junho 2016 Idade: nascimento até 8m
Nutrição: pasto+suplementação mineral	Fêmeas: 48 Machos: 50 Total: 98	Fêmeas: 59 Machos: 50 Total: 109
Pós-desmame 1 (fase 1)	Junho 2014 a Novembro 2014	Junho 2015 a Novembro 2015
Nutrição: pasto+suplemento	Idade: ~8m a ~14m Fêmeas: 47	Idade: ~8m a ~14m Fêmeas: 60

proteico (estação seca)	Machos: 50 Total: 97	Machos: 49 Total: 109
Pós-desmame 2 (fase 2)	Novembro 2014 a Junho 2015	Novembro 2015 a Junho 2016
Nutrição:	Idade: ~13m a ~20m	Idade: ~13 a ~20m
pasto+suplemento	Fêmeas: 46	Fêmeas: 58
proteico-energético (estação chuvosa)	Machos: 46 Total: 92	Machos: 45 Total: 103
Terminação	Junho 2016 a Setembro 2016	Junho 2017 a Setembro 2017
Nutrição:		
Suplementação proteico-energética ou semiconfinamento	Idade: ~20m a ~24m Fêmeas: 46 Machos: 45 Total: 91	Idade: ~20m a ~23m Fêmeas: 58 Machos: 45 Total: 103

240 m = mês.

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

247 Para as características avaliadas na fase pré-desmame, pós-desmame e terminação,
248 foram considerados como efeitos fixos o grupo contemporâneo, grupo genético paterno,
249 grupo genético materno, interação entre grupos genéticos paternos e maternos, idade da
250 vaca ao parto (covariável linear e quadrática) e desvio da data de nascimento do bezerro
251 em relação ao dia médio da época de nascimento aninhado dentro de grupo
252 contemporâneo (covariável linear). O efeito de grupo contemporâneo incluiu as
253 variáveis de safra de nascimento (anos 1 ou 2), época de parição (época 1 = Agosto e
254 Setembro, época 2 = Outubro e Novembro) e sexo (macho ou fêmea). Foi considerado
255 como efeito aleatório o touro aninhado dentro de grupo genético paterno.

256 Para algumas características avaliadas, foram realizadas análises de contrastes
257 visando comparar: filhos de vacas cruzadas ($\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Caracu + $\frac{1}{2}$
258 Nelore) vs. filhos de vacas Nelore e progênie de touros de raças taurinas adaptadas
259 (Senepol e Caracu) vs. progênie de touros Guzerá. Adotou-se para comparação das
260 médias de quadrados mínimos, o teste ajustado Tukey-Kramer com nível de
261 significância de 5%.

262

263 **Resultados**

264 As médias estimadas para desempenho das progênes durante as fases pré e pós-
265 desmame em relação ao grupo genético materno e paterno estão apresentadas na tabela
266 3. Comparando os grupos genéticos maternos, vacas A_N pariram bezerros mais
267 pesados ($P < 0,05$) que vacas C_N e N. Para a característica de peso aos 120 dias,
268 progênes de vacas A_N apresentaram maior peso, seguida pelo grupo C_N e N ($P <$
269 $0,05$). Quanto ao peso a desmama, verificou-se que vacas A_N e C_N desmamaram
270 bezerros mais pesados que vacas N ($P < 0,0001$), porém, aquelas não diferiram entre si
271 ($P > 0,05$). Houve efeito significativo ($P < 0,05$) para o GMD pré-desmame, verificando
272 que progênes de vacas A_N apresentaram maior ganho em relação à progênie de vacas
273 C_N e N, e vacas C_N apresentaram maior GMD que vacas N. Já para a fase pós-
274 desmame, progênes de vacas N apresentaram maior GMD na fase 1, na fase 2 e no
275 período total, enquanto A_N e C_N não diferiram entre si. Entretanto, não houve
276 diferença ($P > 0,05$) para o peso final da fase 1 e da fase 2 entre os diferentes grupos
277 genéticos maternos.

278 Quando avaliado o efeito da raça paterna, progênes de touros Guzerá e Senepol
279 apresentaram PN maior ($P < 0,05$) quando comparado aos animais Caracu. Para P120 e
280 GMD na fase pré-desmame, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as raças
281 paternas. Por outro lado, bezerros filhos de touro Guzerá apresentaram PD maior ($P <$
282 $0,05$) em relação a touros Caracu, sendo que bezerros filhos de touros Senepol não
283 diferiram estatisticamente dos outros (tabela 3). Quanto ao efeito paterno no período
284 pós-desmame, animais filhos de touro Guzerá apresentaram peso final na F1 e F2 maior
285 ($P < 0,05$) em relação às progênes de touros Senepol e Caracu. Não foram observados
286 efeitos da raça paterna ($P > 0,05$) para o GMD nas diferentes fases do período pós-
287 desmame, entretanto, o GMD no período total da fase pós-desmame, foi maior para a
288 progênie de touro Guzerá em relação a touros Caracu, enquanto progênes de touros
289 Senepol não diferiram em relação às outras duas raças.

290 Não foi observado efeito significativo para a interação (tabela 4) entre grupos
291 genéticos paternos e maternos para o peso ao nascimento, P120 e GMD pré-desmame
292 ($P > 0,05$), sendo observada interação nesta fase apenas para o peso a desmama ($P =$
293 $0,048$). Entretanto, durante o período pós-desmame (tabela 4), foi observado interação
294 ($P < 0,05$) para o peso final fase 1 ($P = 0,006$), peso final fase 2 ($P = 0,002$), GMD na
295 fase 1 ($P = 0,031$), GMD na fase 2 ($P = 0,039$) e GMD fase 1+ fase 2 ($P = 0,003$).

296 Animais GZ + A_N apresentaram valores de peso a desmama, peso final na fase 1 e
297 fase 2 maiores em relação aos demais grupos genéticos, sendo 253,2; 290,3 e 452,5 kg,
298 respectivamente. Animais, SE + N, GZ + N e CR + N apresentaram maior GMD na fase
299 1, com média de 0,287; 0,253 e 0,239 kg/dia. Durante a fase 2, animais GZ + A_N, SE
300 + N, GZ + CR e CR + N, apresentaram maior GMD, com médias de 0,759; 0,748; 0,734
301 e 0,725 kg/dia, respectivamente. Animais dos grupamentos SE + N, GZ + A_N, CR + N
302 e GZ + N, apresentaram maior GMD durante todo o período pós-desmame (Fase 1+
303 Fase 2), com médias de 0,540; 0,514; 0,512 e 0,509 kg/dia.

304 Não foi observado efeito da interação entre o grupo genético materno e paterno e
305 do grupo genético materno ($P > 0,05$) para as características de carcaça avaliadas por
306 ultrassonografia ao final do período pós-desmame (tabela 5). No entanto, observou-se
307 que filhos de vacas A_N e N apresentaram tendência de maior EGS ($P = 0,071$) e EGP
308 ($P = 0,059$) em relação a bezerros filhos de vacas C_N. Em relação ao grupo genético
309 paterno, não houve efeito ($P > 0,05$) para as medidas de AOL e EGS, no entanto, houve
310 tendência de maior AOL para progênes de touros Guzerá em relação as progênes de
311 touros Senepol e Caracu ($P = 0,051$). Já para a medida de EGP, as progênes de touros
312 Guzerá apresentaram maiores valores ($P = 0,0236$) quando comparados a progênes de
313 touros Senepol e Caracu ($P < 0,05$).

314 Na tabela 6 estão apresentados os contrastes que comparam vacas cruzadas (A_N
315 e C_N) com Nelore (N) para crescimento e características de carcaça. Progênie de vacas
316 cruzadas apresentaram maior peso ao nascimento ($P = 0,0037$), P120 ($P = 0,0001$), peso
317 a desmama ($P = 0,0001$) e GMD pré-desmame ($P = <,0001$) em relação a progênes de
318 vacas Nelore. Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para peso final na fase 1 e
319 fase 2 do período pós-desmame. No entanto, observou-se que progênes de vacas N
320 apresentaram maior GMD na fase 1, na fase 2 e durante todo o período pós-desmame.
321 Em relação às características de carcaça, não houve efeito ($P > 0,05$) para AOL e EGS,
322 no entanto, progênes de vacas N apresentaram maior EGP ($P = 0,0015$).

323 A abordagem dos contrastes que compararam os touros taurinos adaptados
324 (Senepol e Caracu) com Guzerá para crescimento e características de carcaça nos
325 períodos pré e pós-desmame está apresentada na tabela 7. A progênie de touro Guzerá
326 teve maior peso ao nascimento ($P < 0,05$) e peso a desmama ($P < 0,05$), entretanto, não
327 houve efeito significativo ($P > 0,05$) para P120 e GMD pré-desmame. Para as
328 características de crescimento no período pós-desmame, filhos de touro Guzerá foram
329 mais pesados ($P < 0,05$) durante a fase 1 e fase 2. Não houve efeito sobre GMD ($P >$

330 0,05) durante a fase 1, entretanto, quando avaliado o GMD na fase 2 e fase 1+ fase 2 do
331 período pós-desmame, as progênes de Guzerá tiveram maior valor ($P < 0,05$). Para as
332 características de carcaça, filhos de touro Guzerá apresentaram maior AOL e EGP ($P <$
333 $0,05$), em relação às progênes de touros taurinos adaptados.

334 Na tabela 8 estão apresentados os resultados de desempenho e ultrassonografia de
335 carcaça de progênie dos diferentes grupos genéticos maternos e paternos para o período
336 de terminação. Em relação ao peso de entrada e saída de progênie dos diferentes grupos
337 genéticos maternos, não foi observada diferença significativa ($P > 0,05$), porém,
338 observou-se tendência ($P = 0,060$) de maior peso ao final da terminação de filhos de
339 vacas A_N e N em relação aos bezerros filhos de vacas C_N. No entanto, filhos de
340 vacas A_N apresentaram maior GMD durante a terminação ($P < 0,05$) em relação a
341 progênie de vacas N, com progênie de vacas C_N em posição intermediária. Em relação
342 aos grupos genéticos paternos, filhos de touro Guzerá tiveram maior peso corporal ao
343 início e final do período de terminação, quando comparados a filhos de touros Senepol e
344 Caracu. Não foi observado efeito ($P > 0,05$) do grupo genético paterno sobre o GMD no
345 período de terminação.

346 Não houve efeito da raça materna sobre as medidas de AOL e EGS ($P > 0,05$). A
347 progênie de vacas N apresentou maior EGP ($P < 0,05$) que progênie de vacas A_N e
348 C_N. As progênes de touros Guzerá apresentaram maior AOL e EGP ($P < 0,05$) em
349 relação aos demais grupos. No entanto, progênes de touros Senepol e Guzerá
350 apresentaram maior EGS que progênes de touro Caracu ($P < 0,05$).

351 Na tabela 9, estão apresentados os contrastes comparando vacas cruzada (A_N e
352 C_N) e Nelore para desempenho e características de carcaça avaliadas por
353 ultrassonografia no período de terminação. Não houve efeito ($P > 0,05$) para peso
354 corporal no início e final da terminação, entretanto, progênie de vacas cruzadas
355 apresentou maior GMD em relação à progênie de vacas Nelore.

356 Por meio da abordagem de contraste (tabela 10) entre touros taurinos adaptados
357 (Senepol e Caracu) e Guzerá, verificou-se que as progênes de touros Guzerá tiveram
358 maior peso ao início e final da fase de terminação ($P > 0,05$), enquanto que o GMD foi
359 semelhante entre os grupos ($P > 0,05$). Já para características de carcaça, as progênes
360 de touros Guzerá apresentaram maior AOL e maior EGP ($P < 0,05$), porém não
361 diferiram em relação a EGS ($P < 0,05$).

362

Tabela 3. Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para as variáveis de desempenho durante o período pré e pós-desmame de acordo com os grupos genéticos maternos e paternos

Variáveis	Grupo Genético da Vaca			P-Valor ²	Grupo Genético do Touro			P-Valor ²
	A_N	C_N	N		Guzerá	Senepol	Caracu	
Período pré-desmame								
PN (kg)	37,3 ^a (0,7) ¹	34,6 ^b (0,6)	33,9 ^b (0,6)	0,002	37,3 ^a (0,8)	35,7 ^a (0,6)	32,8 ^b (0,5)	<0,0001
P120 (kg)	147,6 ^a (2,9)	137,2 ^b (2,7)	129,1 ^b (2,6)	<0,0001	142,3 (3,7)	138,5 (2,7)	133,1 (2,3)	0,083
PD (kg)	237,0 ^a (4,0)	227,4 ^a (3,7)	212,5 ^b (3,4)	<0,0001	234,3 ^a (4,9)	224,0 ^{ab} (3,6)	218,6 ^b (3,1)	0,028
GMD (kg/dia)	0,833 ^a (0,01)	0,790 ^b (0,01)	0,746 ^c (0,01)	<0,0001	0,810 (0,02)	0,785 (0,01)	0,773 (0,01)	0,292
Período pós-desmame								
Peso final, F1 (kg)	269,4 (4,6)	260,8 (4,5)	260,9 (4,1)	0,123	276,3 ^a (5,6)	261,2 ^b (4,4)	253,5 ^b (4,2)	0,002
Peso final, F2 (kg)	420,2 (5,0)	410,1 (5,1)	418,0 (4,3)	0,273	436,7 ^a (6,1)	411,1 ^b (4,4)	400,5 ^b (4,3)	<0,0001
GMD, F1 (kg/d)	0,179 ^b (0,01)	0,179 ^b (0,01)	0,260 ^a (0,01)	<0,0001	0,229 (0,02)	0,200 (0,01)	0,189 (0,01)	0,132
GMD, F2 (kg/d)	0,701 ^b (0,01)	0,685 ^b (0,01)	0,730 ^a (0,01)	0,025	0,737 (0,02)	0,698 (0,01)	0,681 (0,01)	0,076
GMD,F1+F2, (kg/d)	0,467 ^b (0,00)	0,459 ^b (0,00)	0,520 ^a (0,00)	<0,0001	0,507 ^a (0,01)	0,476 ^{ab} (0,00)	0,463 ^b (0,00)	0,012

353 A_N = vacas ½ Angus + ½ Nelore; C_N = vacas ½ Caracu + ½ Nelore; N = vacas Nelore; PN = peso ao nascimento; P120 = peso corrigido para 120 dias de idade; PD = peso
 354 a desmama; GMD = ganho médio diário; F1 = fase 1 do período pós-desmame; F2 = fase 2 do período pós-desmame.

355 ¹Erro-padrão da média.

356 ²Probabilidade de um erro tipo I.

357 ^{a,b}Médias seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem entre si de acordo com o teste ajustado Tukey-Kramer P <0,05.

358

359

360 **Tabela 4.** Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para as características de desempenho na fase pós-desmame de acordo
 361 com os grupos genéticos formados

Variáveis	Grupos Genéticos									P-Valor ²
	Nelore (N)			½ Angus + ½ Nelore (A_N)			½ Caracu + ½ Nelore (C_N)			
	Guzerá	Senepol	Caracu	Guzerá	Senepol	Caracu	Guzerá	Senepol	Caracu	
PD (kg)	213,2 ^b (5,7) ¹	213,9 ^b (5,9)	210,4 ^b (4,2)	253,2 ^a (8,0)	227,4 ^{ab} (5,8)	230,3 ^{ab} (5,5)	236,6 ^{ab} (8,3)	230,6 ^{ab} (5,1)	215,0 ^b (4,9)	0,048
Peso final, F1 (kg)	260,2 ^{bc} (6,4)	267,5 ^{abc} (6,4)	254,9 ^{bc} (5,0)	290,3 ^a (8,3)	267,7 ^{abc} (6,3)	260,2 ^{abc} (6,2)	278,5 ^{ab} (8,7)	258,5 ^{bc} (5,8)	245,4 ^c (5,6)	0,006
Peso final, F2 (kg)	414,6 ^b (7,4)	427,8 ^{ab} (7,6)	411,6 ^b (5,9)	452,5 ^a (10,1)	402,3 ^{bc} (7,6)	405,8 ^{bc} (7,8)	442,9 ^{ab} (11,4)	403,1 ^{bc} (7,0)	384,2 ^c (6,6)	0,0002
GMD F1 (kg/d)	0,253 ^a (0,02)	0,287 ^a (0,02)	0,239 ^a (0,01)	0,220 ^{ab} (0,02)	0,163 ^b (0,02)	0,155 ^b (0,02)	0,216 ^{ab} (0,03)	0,149 ^b (0,02)	0,173 ^b (0,02)	0,031
GMD F2 (kg/d)	0,717 ^{ab} (0,02)	0,748 ^a (0,02)	0,725 ^a (0,01)	0,759 ^a (0,03)	0,673 ^{ab} (0,02)	0,671 ^{ab} (0,02)	0,734 ^a (0,03)	0,674 ^{ab} (0,02)	0,647 ^b (0,01)	0,039
GMD, F1+F2 (kg/d)	0,509 ^a (0,01)	0,540 ^a (0,01)	0,512 ^a (0,01)	0,514 ^a (0,01)	0,445 ^b (0,01)	0,441 ^b (0,01)	0,499 ^{ab} (0,02)	0,442 ^b (0,01)	0,437 ^b (0,01)	0,003

362 PD = Peso a desmama; GMD = ganho médio diário; F1 = fase 1 do período pós-desmame; F2 = fase 2 do período pós-desmame.

363 ¹Erro-padrão da média.

364 ²Probabilidade de um erro tipo I.

365 ^{a,b}Médias seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem entre si de acordo com o teste ajustado Tukey-Kramer P <0,05.

366 Tabela 5. Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de carcaça avaliadas por ultrassonografia ao final do
 367 período pós-desmame de acordo com o grupo genético materno e paterno

Variáveis	Grupo Genético da Vaca			P-valor ²	Grupo Genético do Touro			P-valor ²
	A_N	C_N	N		Guzerá	Senepol	Caracu	
AOL (cm ²)	67,0 (1,27) ¹	67,9 (1,36)	67,9 (1,22)	0,782	70,7 (1,89)	65,2 (1,28)	66,8 (1,24)	0,051
EGS (mm)	3,7 (0,19)	3,1 (0,20)	3,3 (0,17)	0,071	3,7 (0,26)	3,2 (0,17)	3,2 (0,17)	0,177
EGP(mm)	4,8 (0,25)	4,6 (0,28)	5,3 (0,23)	0,059	5,6 ^a (0,33)	4,4 ^b (0,23)	4,7 ^b (0,23)	0,023

368 A_N = vacas ½ Angus + ½ Nelore; C_N = vacas ½ Caracu + ½ Nelore; N = vacas Nelore; AOL = área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura sobre o músculo
 369 *longissimus* na região entre a 12^a e 13^a costelas; EGP = espessura de gordura sobre o músculo *Biceps femoris*.

370 ¹Erro-padrão da média.

371 ²Probabilidade de um erro tipo I.

372 ^{a,b}Médias seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem entre si de acordo com o teste ajustado Tukey-Kramer P <0,05.

373 Tabela 6. Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para as
 374 variáveis de desempenho e características de carcaça avaliadas por ultrassonografia no
 375 período pré e pós-desmame de acordo com o grupo genético da matriz

Variáveis	Grupo Genético da Vaca		P-valor ³
	Cruzada ¹	Nelore	
Período pré-desmame			
PN (kg)	36,0 (0,7) ²	33,9 (0,6)	0,003
P 120 (kg)	142,4 (2,8)	129,1 (2,6)	<0,0001
PD (kg)	232,1 (4,0)	212,5 (3,4)	<0,0001
GMD (kg/dia)	0,811 (0,01)	0,746 (0,01)	<0,0001
Período pós-desmame			
Peso final, F1 (kg)	265,1 (3,8)	260,9 (4,1)	0,269
Peso final, F2 (kg)	415,9 (5,2)	418,8 (4,3)	0,581
GMD, F1 (kg/d)	0,180 (0,01)	0,260 (0,01)	<0,0001
GMD, F2 (kg/d)	0,694 (0,01)	0,730 (0,01)	0,011
GMD, F1+F2 (kg/d)	0,463 (0,00)	0,520 (0,00)	<0,0001
AOL (cm ²)	67,4 (1,27)	67,9 (1,22)	0,706
EGS (mm)	3,4 (0,20)	3,3 (0,17)	0,925
EGP (mm)	4,6 (0,27)	5,3 (0,23)	0,020

376 PN = peso ao nascimento; P120 = peso corrigido para 120 dias de idade; PD = peso a desmama; GMD =
 377 ganho médio diário; F1 = fase 1 do período pós-desmame; F2 = fase 2 do período pós-desmame; AOL =
 378 área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura sobre o músculo *longissimus* na região entre a 12^a e
 379 13^a costelas; EGP = espessura de gordura sobre o músculo *Biceps femoris*.

380 ¹ Vacas ½ Angus + ½ Nelore e ½ Caracu + ½ Nelore.

381 ² Erro-padrão da média.

382 ³ Probabilidade de um erro tipo I.

383

384

385

386

387

388

389

390

391

392 Tabela 7. Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para as
 393 variáveis de desempenho e características de carcaça avaliadas por ultrassonografia no
 394 período pré e pós-desmame de acordo com o grupo genético do touro

Variáveis	Grupo Genético do Touro		P-valor ³
	Taurino Adaptado ¹	Guzerá	
Período pré-desmame			
PN (kg)	34,3 (0,9) ²	37,3 (0,8)	0,002
P 120 (kg)	135,8 (3,9)	142,3 (3,7)	0,102
PD (kg)	221,3 (5,2)	234,4 (4,9)	0,016
GMD (kg/dia)	0,779 (0,02)	0,810 (0,02)	0,156
Período pós-desmame			
Peso final, F1 (kg)	257,5 (5,5)	276,4 (5,6)	0,001
Peso final, F2 (kg)	405,8 (6,6)	436,7 (6,1)	<0,0001
GMD, F1 (kg/d)	0,195 (0,01)	0,229 (0,02)	0,061
GMD, F2 (kg/d)	0,690 (0,02)	0,737 (0,02)	0,038
GMD, F1+F2 (kg/d)	0,469 (0,01)	0,507 (0,01)	0,006
AOL (cm ²)	66,0 (1,97)	70,7 (1,89)	0,024
EGS (mm)	3,2 (0,27)	3,7 (0,26)	0,068
EGP (mm)	4,6 (0,35)	5,6 (0,33)	0,010

395 PN = peso ao nascimento; P120 = peso corrigido para 120 dias de idade; PD = peso a desmama; GMD =
 396 ganho médio diário; F1 = fase 1 do período pós-desmame; F2 = fase 2 do período pós-desmame; AOL =
 397 área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura sobre o músculo *longissimus* na região entre a 12^a e
 398 13^a costelas; EGP = espessura de gordura sobre o músculo *Biceps femoris*.

399 ¹ Raças de touros taurinos adaptados = Senepol e Caracu.

400 ² Erro-padrão da média.

401 ³ Probabilidade de um erro tipo I.

402 Tabela 8. Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características de desempenho e características de carcaça avaliadas
 403 por ultrassonografia no período de terminação de acordo com o grupo genético materno e paterno

Variáveis	Grupo Genético da Vaca			P-valor ²	Grupo Genético do Touro			P-valor ²
	A_N	C_N	N		Guzerá	Senepol	Caracu	
Peso inicial (kg)	420,2 (5,0) ¹	410,1 (5,1)	418,0 (4,3)	0,273	436,7 ^a (6,1)	411,1 ^b (4,4)	400,5 ^b (4,3)	<0,0001
Peso final (kg)	455,0 (5,1)	438,9 (5,1)	449,5 (4,4)	0,060	469,6 ^a (6,0)	442,4 ^b (4,5)	431,5 ^b (4,0)	<0,0001
GMD (kg/d)	1,020 ^a (0,05)	0,849 ^{ab} (0,06)	0,797 ^b (0,05)	0,004	0,884 (0,06)	0,878 (0,04)	0,888 (0,04)	0,984
AOL (cm ²)	75,4 (1,35)	75,4 (1,34)	76,1 (1,18)	0,880	78,3 ^a (1,65)	72,9 (1,20) ^b	75,7 ^b (1,11)	0,032
EGS (mm)	4,8 (0,25)	4,3 (0,24)	4,7 (0,22)	0,272	4,8 ^a (0,28)	5,0 ^a (0,22)	4,1 ^b (0,21)	0,002
EGP(mm)	5,8 ^b (0,24)	5,7 ^b (0,25)	6,6 ^a (0,22)	0,005	6,8 ^a (0,29)	6,0 ^b (0,21)	5,4 ^b (0,20)	0,003

404 GMD = ganho médio diário; AOL = área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura sobre o músculo *longissimus* na região entre a 12^a e 13^a costelas; EGP = espessura de
 405 gordura sobre o músculo *Biceps femoris*.

406 ¹Erro-padrão da média.

407 ²Probabilidade de um erro tipo I.

408 ^{a,b}Médias seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem entre si de acordo com o teste ajustado Tukey-Kramer P <0,05.

409 Tabela 9. Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características
 410 de desempenho e características de carcaça avaliadas por ultrassonografia no período de
 411 terminação de acordo com o grupo genético da matriz

Variáveis	Grupo Genético da Vaca		P-valor ³
	Cruzadas ¹	Nelore	
Peso inicial (kg)	415,9 (5,2) ²	418,8 (4,3)	0,581
Peso final (kg)	447,6 (5,4)	449,6 (4,4)	0,624
GMD (kg/d)	0,926 (0,05)	0,797 (0,05)	0,026
AOL (cm ²)	75,4 (1,40)	76,1 (1,18)	0,615
EGS (mm)	4,5 (0,23)	4,7 (0,22)	0,489
EGP(mm)	5,7 (0,27)	6,6 (0,22)	0,001

412 GMD = ganho médio diário; AOL = área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura sobre o músculo
 413 *longissimus* na região entre a 12^a e 13^a costelas; EGP = espessura de gordura sobre o músculo *Biceps femoris*.

414 ¹Vacas ½ Angus + ½ Nelore e ½ Caracu + ½ Nelore.

415 ²Erro-padrão da média.

416 ³Probabilidade de um erro tipo I.

417

418 Tabela 10. Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características
 419 de desempenho e características de carcaça avaliadas por ultrassonografia durante o período
 420 de terminação de acordo com o grupo genético do touro

Variáveis	Grupo Genético do Touro		P-valor ³
	Taurino Adaptado ¹	Guzerá	
Peso inicial (kg)	405,8 (6,6) ²	436,7 (6,1)	<0,0001
Peso final (kg)	437,0 (6,4)	469,6 (6,0)	<0,0001
GMD (kg/d)	0,883 (0,06)	0,884 (0,06)	0,997
AOL (cm ²)	74,4 (1,74)	78,3 (1,65)	0,035
EGS (mm)	4,6 (0,27)	4,8 (0,28)	0,435
EGP (mm)	5,7 (0,31)	6,8 (0,29)	0,003

421 GMD = ganho médio diário; AOL = área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura sobre o músculo
 422 *longissimus* na região entre a 12^a e 13^a costelas; EGP = espessura de gordura sobre o músculo *Biceps femoris*.

423 ¹Raças de touros taurinos adaptados = Senepol e Caracu.

424 ²Erro-padrão da média.

425 ³Probabilidade de um erro tipo I.

426

427 **Discussão**

428 O peso ao nascimento é uma característica importante a ser considerada em fazendas de
 429 gado de corte, pois o tamanho e peso do bezerro são fatores importantes na dificuldade de
 430 parto, onde progênies de vacas Nelore e C_N tiveram menor peso ao nascimento do que vacas

431 A_N. A utilização da raça Nelore como matriz em cruzamentos pode reduzir o peso ao
432 nascimento, resultando em baixa taxa de mortalidade e distocia (Chud et al., 2014).
433 Diferenças entre grupos genéticos em trabalhos de cruzamentos utilizando vacas Nelore e
434 mestiças tem sido observados em diversos estudos (Cubas et al., 2001; Oliveira et al., 2007;
435 Reggiori et al., 2016; Favero et al., 2019).

436 Um das importantes práticas realizadas em sistemas de produção de gado de corte é a
437 realização da desmama, onde ocorre a transição completa da dependência nutricional e social
438 da mãe para completa independência (Lynch et al., 2019). Os maiores pesos observados nesta
439 fase em progênes de touro Guzerá podem estar ligados ao processo de seleção praticada na
440 raça, provavelmente focada para um maior peso corporal. Estes resultados refletem suas
441 habilidades de adaptação aos sistemas de produção a pasto, principalmente quando o objetivo
442 é abater animais jovens.

443 Considerando o grupo genético materno, observou-se que progênes de vacas mestiças
444 apresentaram peso a desmama e GMD na fase pré-desmama maior em relação a bezerros de
445 vacas Nelore, o que é confirmado pela análise de contraste. De acordo com Silveira e
446 Jangarelli (2017), o desempenho do nascimento à desmama é uma das primeiras indicações
447 do potencial genético para ganhar peso. Entretanto, as medidas de crescimento na fase pré-
448 desmama são afetadas não somente pelo potencial genético do animal, mas também pelo
449 componente genético materno e ambiental permanente, relacionado ao ambiente uterino,
450 duração da lactação e produção de leite (Oliveira et al., 2007).

451 Grande parte do maior desempenho de bezerros das vacas mestiças está relacionado ao
452 efeito da heterose, pois além do efeito individual, ocorre efeito da heterose materna, que
453 segundo diversos autores, refletem em melhores desempenhos das progênes (Cubas et al.,
454 2001; Cardoso et al., 2017; Leal et al., 2018). Gregory et al. (1994) afirmaram que o peso ao
455 desmame apresenta alta correlação fenotípica (0,91) com a produção de leite. Rodrigues et al.
456 (2014) observaram que progênes de vacas $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Caracu + $\frac{1}{2}$ Angus
457 foram mais pesadas ao desmame quando comparado a raças puras e que o melhor
458 desempenho está ligado a maior produção de leite das vacas cruzadas, confirmando a estreita
459 relação entre peso ao desmame e produção de leite das vacas.

460 De acordo com Ítavo et al. (2014), a adequação do genótipo da vaca ao ambiente,
461 principalmente à quantidade e à qualidade de alimentos disponíveis, é um elemento crucial
462 para a sustentabilidade do sistema. No contexto do presente estudo, bezerros de vacas
463 cruzadas podem trazer maiores receitas a produtores que vendem animais logo na desmama.
464 Entretanto, deve-se mencionar que a utilização de vacas Nelore é interessante, pois a maior

465 resistência a parasitas e doenças, geralmente observadas no gado zebu é importante para
466 evitar aumento de custos. Além disso, vacas cruzadas podem ser mais pesadas que vacas
467 Nelore, resultando em maiores custos nutricionais para a manutenção do rebanho (Favero et
468 al., 2019).

469 Devido ao efeito decorrente da sazonalidade quantitativa e qualitativa das forrageiras
470 tropicais ao longo do ano, o período pós-desmama foi dividido em duas fases, conforme
471 explicado anteriormente. Os resultados demonstram um desempenho 40% menor na fase 1 em
472 relação a fase 2. Progênie de vacas Nelores apresentaram GMD maior em todas as fases do
473 período pós-desmama em relação a vacas cruzadas, principalmente na fase 1, evidenciando a
474 habilidade de ganho de peso no período seco do ano, mostrando provavelmente a maior
475 adaptabilidade deste grupo genético às condições nutricionais baixas. Estes resultados estão
476 de acordo com os encontrados por Favero et al. (2019), que observaram melhor desempenho
477 da progênie de vacas Nelore durante as diferentes fases do período pós-desmame.

478 Comparando o grupo genético paterno, não foi observada diferença para o GMD na fase
479 1 e fase 2, no entanto, o GMD durante todo o período pós-desmama foi maior para progênie
480 de touro Guzerá. Ao contrário ao observado no presente estudo, Razook et al. (2002),
481 avaliando o desempenho em pastagens de animais Nelore, Guzerá e Caracu, não observaram
482 diferenças no ganho médio diário entre as três raças, assim como Bonilha et al. (2008) em um
483 estudo de meta-análise não verificaram diferença significativa para a mesma característica
484 entre animais Guzerá e Caracu.

485 O maior peso ao final do período seco (fase 1) e final da recria (Fase 2) de filhos de
486 touros Guzerá, provavelmente estão relacionados ao maior grau de adaptabilidade às
487 condições tropicais da raça Guzerá com relação às raças Senepol e Caracu. Chase et al. (2001)
488 verificaram que bezerros filhos de touros tropicalmente adaptados, Senepol e Tuli,
489 apresentaram menor peso no período pós-desmame em relação a touros Brahman, e que o
490 desempenho pré e pós-desmame relatados entre as raças, também são semelhantes em outros
491 estudos (Chase et al., 2001; Jenkins e Ferrell, 2004).

492 Na avaliação dos grupos genéticos formados, quando houve interação significativa, foi
493 observado maior destaque para animais $\frac{1}{2}$ Guzerá + $\frac{1}{4}$ Angus + $\frac{1}{4}$ Nelore (GZ + A_N), sobre
494 peso ao desmame, ao final do período seco (Fase 1) e das águas (Fase 2), demonstrando a
495 superioridade em peso corporal deste grupo genético em relação aos demais grupamentos.

496 De acordo com Euclides Filho et al. (2003), tais diferenças em animais oriundos de
497 cruzamentos tricross estão respaldadas pela observação dos efeitos da heterose materna e
498 individual. Esses resultados mostram que a utilização de vacas cruzadas com raças paternas

499 adequadas potencializa o aproveitamento da heterose total possível de conseguir em
500 estratégias de cruzamentos. No contexto da eficiência produtiva, para redução na idade ao
501 abate e aumento do peso de carcaça, sistemas de cruzamento terminais envolvendo três ou
502 mais raças podem se constituir em importantes componentes de sistemas de produção de
503 bovinos de corte modernos.

504 A fase pós-desmame representa um ponto importante dentro do sistema de produção de
505 abate de bovinos jovens, pois influencia diretamente na idade de abate. Mesquita et al. (2016),
506 trabalhando com animais mestiços suplementados a pasto e terminados em confinamento,
507 observaram que animais $\frac{1}{2}$ Guzerá + $\frac{1}{4}$ Nelore + $\frac{1}{4}$ Angus apresentaram maior peso ao longo
508 do período de crescimento, o que refletiu em maior peso até o abate. Diversos autores têm
509 relatado o maior peso corporal de animais tricross em seus estudos quando comparados a
510 animais oriundo de cruzamentos entre duas raças e puros (Euclides Filho et al., 2003; Ribeiro
511 et al., 2008; Clímaco et al., 2011; Diniz et al., 2015).

512 De acordo com Casas et al. (2011), o ganho médio diário é uma medida de acumulação
513 de peso vivo e pode ser utilizado como uma medida da taxa de crescimento animal, em que o
514 plano nutricional pode afetar de forma significativa. Fato observado neste estudo durante o
515 período seco da fase pós-desmama, em que toda progênie de com vacas Nelore apresentou
516 maior ganho de peso em relação às demais. Este fato está ligado a rusticidade e bom
517 desempenho da raça Nelore, mesmo em situações adversas (Euclides Filho et al., 2002).

518 Durante a fase 2, em condições de maior oferta quantitativa e qualitativa das forrageiras
519 tropicais, observou-se que progênies $\frac{1}{2}$ Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore, $\frac{1}{2}$ Caracu + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$
520 Guzerá + $\frac{1}{4}$ Angus + $\frac{1}{4}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Guzerá + $\frac{1}{4}$ Caracu + $\frac{1}{4}$ Nelore, apresentaram maior
521 desempenho. Quando analisado o desempenho durante toda a fase pós-desmama, progênies $\frac{1}{2}$
522 Senepol + $\frac{1}{2}$ Nelore, $\frac{1}{2}$ Guzerá + $\frac{1}{4}$ Angus + $\frac{1}{4}$ Nelore, $\frac{1}{2}$ Caracu + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Guzerá + $\frac{1}{2}$
523 Nelore apresentaram maior GMD. Este resultado pode estar relacionado à diferença genética
524 existente entre as raças utilizadas, afetando diretamente a manifestação da heterose.

525 Durante o período de terminação, observou-se que o peso inicial e final foi semelhante
526 estatisticamente entre os grupos genéticos maternos, entretanto, o GMD de progênies de vacas
527 A_N foi maior em relação a vacas N. Este resultado está provavelmente ligado ao efeito da
528 heterose e maior capacidade de crescimento da raça Angus (Reggiori et al., 2016; Paim et al.,
529 2018). Esses resultados corroboram Leal et al. (2018), que relataram maior GMD da progênie
530 de vacas cruzadas na fase de terminação quando comparados à raça pura Nelore. Segundo os
531 autores mencionados acima, a utilização da raça Angus pode ser uma boa opção para explorar
532 a heterose e aumentar a taxa de crescimento em boas condições de alimentação.

533 Embora o GMD na fase de terminação não apresente diferenças entre os grupos
534 genéticos paternos, observou-se que ao início e final do período de terminação, a progênie de
535 touros Guzerá apresentou maior peso em relação aos demais grupamentos, seguindo a
536 tendência observada ao final do período pós-desmama. No entanto, Razook et al. (2001) e
537 Razook et al. (2002) não observaram diferença entre progênie de touros Guzerá e Caracu em
538 fase de terminação em confinamento. Entretanto, é importante observar que o melhor
539 desempenho da progênie de touros Guzerá pode estar relacionado com a seleção praticada nas
540 gerações anteriores. Este fato foi sugerido e observado por autores que compararam o
541 desempenho de raças zebuínas que sofreram seleção intensa para produtividade (Jorge et al.,
542 1999). Segundo Fonseca et al. (2016), na última década no Brasil, a raça Guzerá, foi
543 submetida a um programa de melhoramento genético intensivo, com o objetivo de reduzir os
544 níveis de endogamia e estimular o aumento da diversidade genética.

545 A medida de área de olho de lombo, além de estar relacionada com a taxa de
546 crescimento e musculosidade do animal (Restle et al., 1999), possui correlação direta com o
547 rendimento de cortes de alto valor comercial (Lopes et al., 2012). Para as medidas tomadas
548 neste estudo, apenas ao final do período de terminação foi observada superioridade da
549 progênie de touros Guzerá em comparação a progênies de touros Caracu e Senepol. Este fato
550 pode estar relacionado ao maior peso ao abate, que por sua vez pode estar ligado ao grau de
551 adaptabilidade da raça Guzerá às condições de sistemas de produção baseado em pastagens
552 tropicais, além das diferenças entre as raças, principalmente aquelas relacionadas ao tamanho
553 corporal. De acordo com Owens et al. (1993) a relação entre tamanho corporal e peso à
554 maturidade normalmente é direta e foi observada em diversos estudos com correlações altas e
555 significativas entre medidas morfométricas ao tamanho e peso corporal dos animais (Lôbo et
556 al., 2002; Pacheco et al., 2008; Fernandes et al., 2010), evidenciando a relação do peso
557 corporal a algumas características de carcaça, principalmente o peso da carcaça, conforme
558 observado neste estudo.

559 Nenhum efeito do grupo genético materno foi observado para a medida de EGS,
560 entretanto, observou-se maior valor de espessura de gordura subcutânea sobre o músculo
561 *Biceps femoris* (EGP) de progênie de vacas N em relação a vacas cruzadas no período de
562 terminação. Este resultado está provavelmente relacionado à maior precocidade da raça
563 Nelore para deposição de gordura subcutânea (Razook et al., 2002; Bonilha et al., 2008;
564 Bressan et al., 2011; Lopes et al., 2012). O mesmo comportamento foi observado quando
565 realizado a abordagem dos contrastes, indicando que a utilização de vacas Nelore em sistemas
566 de cruzamento pode ser dirigida para obtenção de animais com maior acabamento.

567 De acordo com Bianchini et al. (2007), o grau de acabamento (EGS e EGP) depende de
568 fatores genéticos associados ao manejo alimentar e às exigências nutricionais. A maior
569 espessura de gordura sobre o músculo *longissimus* (EGS) observado em filhotes de touro
570 Guzerá e Senepol em relação a touros Caracu pode estar relacionada às diferenças no tamanho
571 corporal e às exigências nutricionais, em relação a animais zebuínos e a raça Senepol,
572 caracterizada por menor tamanho corporal.

573 O menor valor de espessura de gordura encontrado nos filhotes de touro Caracu pode
574 estar ligado ao fato observado por Bonilha et al. (2007) que observaram que animais desta
575 raça foram mais tardios e com maior peso à maturidade quando comparados a animais Nelore.
576 Diversos estudos encontrados na literatura afirmam que em cruzamentos com maior o grau de
577 sangue zebuíno, há menor porcentagem de gordura intramuscular e maior gordura de
578 cobertura. Bonilha et al. (2008) em uma meta-análise, observaram que, em comparação a
579 raças zebuínas, a raça Caracu apresentou menor acabamento de carcaça, o que segundo Vittori
580 et al. (2006) evidencia a necessidade de melhoria da característica de deposição de gordura na
581 carcaça em programas de melhoramento genético da raça.

582 Em relação ao grupo genético paterno, o maior valor de EGP observado ao final do
583 período pós-desmame e da terminação em progênie de touros Guzerá em relação à progênie
584 de touros Senepol e Caracu pode estar relacionado ao maior desempenho no período pós-
585 desmame, além da característica de deposição precoce de gordura na carcaça de animais
586 zebuínos (Bonilha et al., 2008).

587 No sistema de produção observado, é possível concluir que vacas cruzadas produzem
588 progênie com melhor desempenho até o desmame e durante a fase de terminação, entretanto
589 durante a fase pós-desmame esse melhor desempenho não é observado. A utilização de vacas
590 Nelore apresentou melhor acabamento de gordura ao abate. A utilização de touros Guzerá
591 permite melhor desempenho nas diferentes fases do ciclo de produção, além de apresentar
592 maior deposição de gordura na carcaça.

593

594 **Agradecimentos**

595 Os autores agradecem à Universidade Estadual de Londrina (UEL), CNPq (Conselho
596 Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e Fundect (Fundação para o Apoio
597 ao Desenvolvimento da Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul),
598 pelo apoio financeiro e operacional para a realização desta pesquisa, a CAPES (Coordenação

599 para a Melhoria do Ensino Superior Pessoal) pela bolsa e Connan Nutrição Animal pelo
600 fornecimento de suplementos nutricionais.

601

602

603

604 **Comitê de Ética**

605 Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais) da
606 Embrapa Gado de Corte Animal (nº 007/2015).

607

608 **Referências**

609 AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of official analytical
610 chemists, Arlington: VA.

611

612 Bonilha SFM, Packer IU, De Figueiredo LA, Alleoni GF, De Resende FD and Razook AG
613 2007. Efeitos da seleção para peso pós-desmame sobre características de carcaça e
614 rendimento de cortes cárneos comerciais de bovinos. Revista Brasileira de Zootecnia 36,
615 1275–1281.

616 Bonilha SFM, Tedeschi LO, Packer IU, Razook AG, Alleoni GF, Nardon RF and Resende FD
617 2008. Evaluation of carcass characteristics of *Bos indicus* and tropically adapted *Bos taurus*
618 breeds selected for postweaning weight. Journal of Animal Science 86, 1770–1780.

619

620 Bianchini W, Silveira AC, Jorge AM, Arrigoni MB, Martins CL, Rodrigues E, Hadlich JC,
621 Andrighetto C 2007. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da
622 carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. Revista Brasileira de Zootecnia 36, 2109-
623 2117.

624 Bressan MC, Rodrigues EC, Rossato LV, Ramos M and Telo L 2011. Physicochemical
625 properties of meat from *Bos taurus* and *Bos indicus* 1. Revista Brasileira de Zootecnia 40,
626 1250–1259.

627 Cardoso LL, Biegelmeier P and Cardoso FF 2017. Genotype x environment interaction on
628 post-weaning performance and carcass in beef cattle. Semina: Ciências Agrárias 38, 481–489.

629

- 630 Casas E, Thallman RM and Cundiff LV 2011. Birth and weaning traits in crossbred cattle
631 from Hereford, Angus, Brahman, Boran, Tuli, and Belgian Blue sires. *Journal of Animal*
632 *Science* 89, 979–987.
- 633 Chase CC, Chenoweth PJ, Larsen RE, Hammond AC, Olson TA, West RL and Johnson DD
634 2001. The online version of this article , along with updated information and services , is
635 located on the World Wide Web at: Growth , puberty , and carcass characteristics of
636 Brahman- , Senepol , and Tuli-sired F 1 Angus bulls. *Journal of animal science*, 2006–2015.
- 637 Chud TCS, Caetano SL, Buzanskas ME, Grossi DA, Guidolin DGF, Nascimento GB, Rosa
638 JO, Lôbo RB and Munari DP 2014. Genetic analysis for gestation length, birth weight,
639 weaning weight, and accumulated productivity in Nellore beef cattle. *Livestock Science* 170,
640 16–21.
- 641
- 642 Clímaco SM, Ribeiro ELA, Mizubuti IY, Silva LDF, Barbosa MAAF 2011. Performance
643 and carcass traits of Nellore and Red Norte steers finished in feedlot. *Revista Brasileira de*
644 *Zootecnia* 40, 1080–1087.
- 645 Cubas AC, Perotto D, Jorge J and Mella SC 2001. Desempenho até a Desmama de Bezerros
646 Nelore e Cruzas com Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30, 694–701.
- 647 Diniz FB, Villela SDJ, Mourthé MHF, Paulino PVR, Pires A V, Sousa RC, Oliveira LLA and
648 Martins PGMA 2015. Performance of beef Guzerat and Guzerat-cross bulls during the
649 feedlot, and carcass traits of Guzerat-cross groups. *Animal Production Science* 55, 1303–
650 1309.
- 651 Euclides VPB, Filho KE, Costa FP and de Figueiredo GR 2001. Desempenho de Novilhos
652 F1s Angus-Nelore em Pastagens de *Brachiaria decumbens* Submetidos a Diferentes Regimes
653 Alimentares. *Revista Brasileira de Zootecnia* 30, 470–481.
- 654 Euclides Filho K, Figueiredo GR, Euclides VPB, Da Silva LOC and Cusinato VQ 2002.
655 Evaluation of Nellore and Nellore crosses with Caracu, Angus and Simmental. *Revista*
656 *Brasileira de Zootecnia* 31, 331–334.
- 657 Euclides Filho K, De Figueiredo GR, Euclides VPB, Da Silva LOC, Rocco V, Barbosa RA
658 and Junqueira CE 2003. Desempenho de diferentes grupos genéticos de bovinos de corte em
659 confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32, 1114–1122.

- 660 Favero R, Menezes GRO, Torres RAA, Silva LOC, Bonin MN, Feijó GLD, Altrak G, Niwa
661 MVG, Kazama R, Mizubuti IY and Gomes RC 2019. Crossbreeding applied to systems of
662 beef cattle production to improve performance traits and carcass quality. *Animal*, 1–8.
- 663 Fernandes HJ, Tedeschi LO, Paulino MF, Paiva LM 2010. Determination of carcass and body
664 fat compositions of grazing crossbred bulls using body measurements. *Journal of Animal
665 Science* 88, 1442-1453.
- 666 Fonseca PAS, dos Santos FC, Rosse IC, Ventura RV, Brunelli FÂT, Penna VM, Silva VR,
667 Machado MA, Silva MVGB, Carvalho MRS and Peixoto MGCD 2016. Retelling the recent
668 evolution of genetic diversity for Guzerá: Inferences from LD decay, runs of homozygosity
669 and N_e over the generations. *Livestock Science* 193, 110–117.
- 670 Gregory, KELV, Cundiff, LV, Koch RM, Dikeman ME and Koohmaraie M 1994. Breed
671 effects retained heterosis and estimates of genetic and phenotypic parameters for carcass and
672 meat traits of beef cattle. *Journal of Animal Science* 72, 1174-1183.
- 673 Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil - INMET 2020. Banco de Dados Meteorológicos
674 para Ensino e Pesquisa - BDMEP. Brasília - DF.
- 675 Ítavo LCV, Filho KE, Augusto R, Torres DA, Celeste C, Ferreira B, Nogueira E and Dias AM
676 2014. Efficiency of calf production of cows from two genetic groups. *Revista Brasileira de
677 Zootecnia* 43, 390–394.
- 678
- 679 Jenkins TG and Ferrell 2004. Preweaning efficiency for mature cows of breed crosses from
680 tropically adapted *Bos indicus* and *Bos taurus* and unadapted *Bos taurus* breeds. *Journal
681 Animal Science* 82, 1876-1881.
- 682
- 683 Jorge AM, De Alencar Fontes CA, Paulino MF, Gomes P and Ferreira JN 1999. Desempenho
684 Produtivo de Animais de Quatro Raças Zebuínas, Abatidos em Três Estádios de Maturidade.
685 2. Características da Carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia* 28, 381–387.
- 686 Leal WS, MacNeil MD, Carvalho HG, Vaz RZ and Cardoso FF 2018. Direct and maternal
687 breed additive and heterosis effects on growth traits of beef cattle raised in southern Brazil.
688 *Journal Animal Science* 96, 2533-2544.
- 689 Lôbo RNB, Martins JAM, Malhado CHM, Martins Filho R, Moura AAA 2002. Correlações

- 690 entre características de crescimento, abate e medidas corporais em tourinhos da raça Nelore.
691 Revista Ciência Agronômica 33, 5-12.
- 692 Lopes LS, Ladeira MM, Neto ORM, Paulino PVR, Chizzotti ML, Ramos EM and de Oliveira
693 DM 2012. Características de carcaça e cortes comerciais de tourinhos Red Norte e Nelore
694 terminados em confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia 41, 970–977.
- 695 Lopes JS, Weber T, Rorato PRN, Rodrigues RD, Comin JG and Dornelles MDA 2008.
696 Metanalysis for carcass traits of cattle from different genetic groups. Ciência Rural 38, 2278–
697 2284.
- 698 Lynch E, McGee M and Earley B 2019. Weaning management of beef calves with
699 implications for animal health and welfare. Journal of Applied Animal Research 47, 167–175.
- 700 Marten GC, Shenk JS and Barton FE 1989. Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS),
701 Analysis of forage quality. United States Department of Agriculture– Agriculture Research
702 Service, Washington, DC, USA.
- 703
704 Maggioni D, Marques J de A, Rotta PP, Perotto D, Ducatti T, Visentainer JV and Prado IN
705 2010. Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. Livestock Science 127,
706 176–182.
- 707 Mesquita EE, Castagnara DD, Oliveira NTE, Figueiredo AC and Oliveira AC 2016. Growth
708 performance and carcass characteristics of Nelore Angus and Nelore Angus Guzera
709 crossbreed cows fed with supplemented pasture during the yearling and feedlot stages.
710 Semina:Ciencias Agrarias 37, 2701–2710.
- 711 National Research Council (NRC) 1996. Nutrients requirements of beef cattle, 7th revised
712 edition. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- 713 Oliveira VC, Fontes CADA, Siqueira JG, Fernandes AM, Sant’Ana NDF and Neto AC 2007.
714 Produção de leite e desempenho dos bezerros de vacas Nelore e mestiças. Revista Brasileira
715 de Zootecnia 36, 2074–2081.
- 716 Razook AG, Figueiredo LA de, Nardon RF, Cyrillo JN dos SG and Ruggieri AC 2001.
717 Efeitos de raça e da seleção para peso pós-desmame sobre características de confinamento e
718 de carcaça da 15^a progênie dos rebanhos Zebu e Caracu de Sertãozinho (SP). Revista

- 719 Brasileira de Zootecnia 30, 115–124.
- 720 Razook AG, de Figueiredo LA, Ruggieri AC, Nardon RF and Cyrillo JNSG 2002.
721 Desempenho em pastagens e características de carcaça da 16a progênie dos rebanhos Nelore,
722 Guzerá e Caracu de Sertãozinho (SP). Revista Brasileira de Zootecnia 31, 1367–1377.
- 723 Reggiori MR, Júnior RAAT, Menezes GRO, Battistelli JVF, Silva LOC, Alencar MM,
724 Oliveira JCK and Faria FJC 2016. Precocidade sexual, eficiência reprodutiva e desempenho
725 produtivo de matrizes jovens Nelore e cruzadas. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e
726 Zootecnia 68, 1563–1572.
- 727 Restle J, Vaz FN, Quadros ARB and Muller L 1999. Características de carcaça e da carne de
728 novilhos de diferentes genótipos de Hereford x Nelore. Revista Brasileira de Zootecnia 28, n.6
729 1245-1251.
- 730 Rodrigues PF, Menezes LM, Azambuja RCC, Suñé RW, Barbosa Silveira ID and Cardoso FF
731 2014. Milk yield and composition from Angus and Angus-cross beef cows raised in southern
732 Brazil. Journal Animal Science 92, 2668-2676.
- 733 Ribeiro ELA, Hernandez JA, Zanella EL, Mizubuti IY, Silva LDF da and Reeves JJ 2008.
734 Desempenho e características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos. Revista
735 Brasileira de Zootecnia 37, 1669–1673.
- 736 Silveira RK and Jangarelli M 2017. How the calving order of cows affects the performance of
737 Nelore calves. Acta Scientiarum Animal Sciences 40, 1-6.
- 738 Owens FN, Dubeski P, Hanson CF 1993. Factors that alter the growth and development of
739 ruminants. Journal of Animal Science 71, 3138- 3150.
- 740 Pacheco A, Quirino CR, Pinheiro OLVM, Almeida JVC 2008. Medidas morfométricas de
741 touros jovens e adultos da raça Guzerá. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal 9,
742 426-435.
- 743 Paim TP, Goulart RO, Da Siva DAL, Souza JA, Gonçalves LF, Cláudio FL, Galgaro Júnior
744 G, Gléria AA, Santos LC, Alves EM 2018. Relationship of weight gain with infrared
745 temperatures in Nelore na F1 (Nelore x Angus) heifers reared in two forage production
746 systems. Journal Animal Science 96, 4002-4011.

- 747 Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA 1991. Symposium: carbohydrate methodology,
748 metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 74, 3583–
749 3597.
- 750 Vittori A, Queiroz AC, Resende FD, Gesualdi A, Alleoni GF, Razook AG, Figueiredo LA
751 and Gesualdi ACLDS 2006. Carcass traits of finishing steers and bulls from different genetic
752 groups. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35, 2085–2092.

6. ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO

Artigo 2 – Estratégias de cruzamentos aplicados a sistemas de produção à pasto de bovinos de corte: características de carcaça e qualidade da carne¹

¹Artigo científico escrito com base nas normas para publicação do periódico **Animal (ANEXO A)**, exceto o idioma, que está em português.

1 **Estratégias de cruzamentos aplicados a sistemas de produção à pasto de bovinos de**
2 **corte: características de carcaça e qualidade da carne**

3

4 A. P. Neves¹, E. L. A. Ribeiro¹, G. R. O. Menezes², R. A. A. Torres Jr.², M. N. Bonin³,
5 G. L. D. Feijó², T. L. A. C. Araújo⁴, R. C. Gomes²

6

7 ¹Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Rodovia Celso Garcia, 86057-
8 970, Londrina, PR, Brasil; ²Embrapa Gado de Corte, Avenida Rádio Maia, 79106-550, Campo Grande,
9 MS, Brasil; ³Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEZ), Universidade Federal de Mato
10 Grosso do Sul (UFMS), Avenida Senador Felinto Muller, 79070-900, Campo Grande, MS, Brasil;
11 ⁴Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará (UFC), Avenida da Universidade, 60020-
12 181, Fortaleza, CE, Brasil

13

14 **Resumo**

15 O objetivo foi avaliar o efeito das diferentes raças maternas e paternas sobre as
16 características de carcaça e qualidade de carne de bovinos cruzados. Foram avaliados
17 194 animais (100 fêmeas e 94 machos castrados) terminados a pasto, oriundos do
18 acasalamento de matrizes Nelore (N), ½ Angus + ½ Nelore (A_N) e ½ Caracu + ½
19 Nelore (C_N), com touros das raças Guzerá, Senepol e Caracu. Após 24 horas do abate,
20 que ocorreu com média de 22,8±0,8 meses de idade, avaliou-se a área do músculo
21 *longissimus* (AOL), a espessura de gordura sobre o *longissimus* (EGS), os escores visuais
22 de acabamento, marmoreio e os componentes de cor (L*, a*, b*). Para as análises de
23 qualidade de carne, amostras do músculo *longissimus* foram analisadas após zero e 14
24 dias de maturação para as características de extrato etéreo, força de cisalhamento, perdas
25 por cozimento, perdas por exsudação e cor (L*, a*, b*). Foi observado efeito significativo
26 da interação (P<0,05) entre grupo genético materno e paterno para as variáveis peso ao
27 abate, peso de carcaça quente (PCQ), comprimento de carcaça, profundidade interna e
28 AOL. Foram observados maiores valores para animais ½ Guzerá + ¼ Angus + ¼ Nelore
29 em relação aos demais grupamentos genéticos. Observou-se que a progênie de vacas N
30 apresentou maior rendimento de carcaça e escore visual de acabamento em relação à
31 progênie de vacas cruzadas (P< 0,05). Maiores teores de extrato etéreo no músculo
32 *longissimus* foram observados em filhos de vacas A_N e N em relação aos de vacas
33 C_N (P=0,020). Progênies de vacas A_N apresentaram força de cisalhamento menor no
34 bife não maturado (P=0,015). O componente b* do bife não maturado observado em

35 progênie de vacas N foi maior ($P=0,036$). A progênie de touros Guzerá e Senepol
36 apresentaram maior escore visual de acabamento ($P \leq 0,0001$). Progênies de touros
37 Senepol apresentaram maior maturidade fisiológica em relação à progênie de touros
38 Guzerá e Caracu ($P < 0,01$). Foi observado que progênies de touros Guzerá apresentaram
39 maior comprimento de carcaça ($P < 0,01$). Não houve efeito ($P > 0,05$) das raças paternas
40 para as características de qualidade de carne. A utilização de vacas N resulta em
41 carcaças com maior rendimento e acabamento, no entanto o uso de vacas A_N resulta
42 em carne mais macia em relação aos oriundos de vacas C_N e N. Touros da raça Guzerá
43 geram carcaças mais pesadas e de melhor acabamento, no entanto, sem diferença na
44 qualidade de carne.

45

46 **Palavras-chave:** Acabamento, marmoreio, maciez, taurinos adaptados, zebu

47

48 **Crossbreeding strategies applied to grassfed beef cattle production systems:**
49 **carcass traits and meat quality**

50

51 **Abstract**

52 The objective was to evaluate the effect of different maternal and paternal breeds on
53 carcass characteristics and meat quality of crossbred cattle. 194 animals (100 females
54 and 94 castrated males) from pasture from Nelore (N), $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore (A_N) and
55 $\frac{1}{2}$ Caracu + $\frac{1}{2}$ Nelore (C_N) bulls were evaluated. Senepol and Caracu. After 24 hours
56 of slaughter, which occurred with an average of 22.8 ± 0.8 months of age, the area of
57 the longissimus muscle (REA), the fat thickness over the longissimus (RTF), the visual
58 finishing scores were evaluated marbling and the color components (L^* , a^* , b^*). For
59 meat quality analyzes, *longissimus* muscle samples were analyzed after zero and 14
60 days of maturation for the characteristics of ether extract, shear force, cooking losses,
61 exudation losses and color (L^* , a^* , b^*). Significant interaction effect ($P < 0.05$)
62 between maternal and paternal genetic group was observed for slaughter weight, warm
63 carcass weight (WCW), carcass length, internal depth and REA. Higher interaction
64 values were observed for animals $\frac{1}{2}$ Guzerá + $\frac{1}{4}$ Angus + $\frac{1}{4}$ Nellore in relation to the
65 other genetic groups. The progeny of N cows showed carcass dressing and carcass
66 backfat in relation to the progeny of crossbred cows ($P < 0.05$). No effect of maternal
67 genetic group on physiological maturity ($p=0.226$), carcass length ($P=0.353$), depth

68 (P=0.842), inner (P=0.361) of the chest, MAR (P=0.126), REA (P=0.771), RTF
69 (P=0.296) and for all Cielab system color components (P>0.05). Higher levels of EE
70 were observed in the longissimus muscle of offspring of A_N and n cows in relation to
71 those of C_N cows (p=0.020). Progenies of A_N cows showed lower hr in the non-
72 mature beef when compared to progeny of C_N and n cows (P=0.015). The b *
73 component of not aged beef observed in progeny of N cows was higher (p=0.036). The
74 progeny of Guzerá and Senepol bulls presented higher BTF (P<0.0001). The progeny of
75 Senepol bulls presented higher physiological maturity in relation to the progeny of
76 Guzerá and Caracu bulls (P<0.01). Guzerá bull progeny presented higher carcass length
77 in relation to Senepol and Caracu bulls calves (P<0.01). For meat quality characteristics,
78 no significant differences (P>0.05) were observed between paternal genetic groups.
79 Crossbred cows produce better performing calves until weaning, however this better
80 performance is lost over the post weaning period. The use of n cows results in carcasses
81 with higher carcass yield and finish, however the use of A_N cows results in softer
82 meat. The use of Guzerá sires showed higher performance progenies with heavier
83 carcasses and higher finishing.

84

85 **Keywords:** *bos taurus*, carcass, meat, tenderness, zebu

86

87 **Implicações**

88 A utilização de estratégias de cruzamentos entre raças zebuínas e taurinas
89 adaptadas pode ser uma alternativa viável dentro dos sistemas de produção baseados em
90 pastagem tropical, beneficiando-se dos efeitos da heterose e complementaridade entre as
91 raças. Assim, o conhecimento e recomendações de recursos genéticos que possam ser
92 utilizados em cruzamentos aplicados para produção a pasto visando produção de
93 carcaça e carne com qualidade, permitem a redução do ciclo de produção e aumento da
94 eficiência, assegurando a produção de carne de maior qualidade com competitividade e
95 sustentabilidade, fortalecendo toda cadeia produtiva.

96

97 **Introdução**

98 Com uma demanda crescente do mercado consumidor, em aumentar a
99 disponibilidade de carne de boa qualidade, e ainda incentivar a eficiência da cadeia
100 produtiva da pecuária de corte, o produtor de carne bovina tem encontrado

101 oportunidades de participar de programas de estímulo à produção de carne de qualidade,
102 seja por meio de incentivos, alianças mercadológicas, cooperativas, dentre outros. No
103 entanto, tais oportunidades ao mesmo tempo em que beneficiam o produtor por meio de
104 bonificações também inserem novos desafios no complexo sistema de produção de
105 carne bovina, nos quais genética, ambiente, nutrição e manejo podem ser combinados
106 para alcançar o objetivo final (Ferraz and Felício, 2010).

107 O sistema de produção de carne bovina no Brasil é bastante diversificado, sendo
108 as raças utilizadas predominantemente de animais *Bos indicus*, resultando em grande
109 variabilidade na qualidade da carne (Bressan et al., 2011). Diversos estudos demonstram
110 que animais *Bos taurus*, quando comparados a animais *Bos indicus*, apresentam carne
111 com maior qualidade, possivelmente relacionado ao complexo calpaína e calpastatina
112 que afetam a maciez da carne (Bhat et al., 2018). A alta produtividade e precocidade das
113 raças taurinas podem permitir sistemas de produção eficientes e competitivos em áreas
114 tropicais, com grande contribuição de genes taurinos à qualidade da carne produzida
115 (Rubensan et al., 1998), no entanto, esses animais possuem menor adaptabilidade e
116 resistência a ectoparasitas quando comparados a animais zebuínos (Burrow, 2012), o
117 que deve ser considerado em sistemas de produção a pasto e em regiões tropicais.

118 Uma alternativa a este problema é o uso de raças taurinas adaptadas em sistemas
119 de cruzamento. Touros de raças como o Senepol e a Caracu, apesar de não apresentarem
120 sangue zebuíno, possuem adaptação suficiente para serem utilizadas em estratégias de
121 cruzamentos, buscando melhorar a qualidade da carcaça e da carne. As raças Senepol e
122 Caracu se apresentam como uma opção para alinhar a adaptabilidade dos animais aos
123 trópicos com melhor desempenho, qualidade de carcaça e carne mais macia e com
124 maior marmoreio, característico de animais *Bos taurus*, quando comparado com animais
125 *Bos indicus* (Rotta et al., 2009).

126 Dentre as alternativas de raças zebuínas, para aplicação em cruzamentos em
127 regiões tropicais, está a raça Guzará. Autores consideram que, devido à sua diversidade
128 genética (Fonseca et al., 2016), resultado de um programa de melhoramento genético
129 intensivo, ela tornou-se uma raça com grande aptidão para utilizações em cruzamentos.
130 No entanto, destaca-se a necessidade de resultados de pesquisa sobre o uso das raças
131 Guzará e taurinas adaptadas em estratégias de cruzamento em sistemas de produção a
132 pasto para a produção de carne bovina pasto.

133 Neste contexto, o objetivo foi avaliar a influência dos grupos genéticos maternos e
 134 paternos nas características de carcaça e qualidade da carne de bovinos cruzados criados
 135 em regime de pastagens.

136

137 **Material e Métodos**

138 O estudo foi realizado no Centro Nacional de Pesquisas em Gado de Corte
 139 (Embrapa Gado de Corte), em Campo Grande, MS, Brasil (20 ° 27 ' S e 54 ° 37 ' W, a
 140 530 m acima do nível do mar). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é
 141 do tipo Aw (tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno)
 142 apresentando temperatura e pluviosidade médias anuais de 25,7°C e 2733 milímetros,
 143 respectivamente (IMET, 2020). Todos os procedimentos adotados foram aprovados pelo
 144 Comitê de Ética no Uso de Animais da Embrapa Gado de Corte (Processo n° 007/2015).

145 Os grupos genéticos avaliados estão apresentados na Tabela 1 e foram oriundos
 146 do acasalamento de matrizes contemporâneas Nelore, ½ Angus + ½ Nelore (A_N) e ½
 147 Caracu + ½ Nelore (C_N), nascidas nos anos de 2007, 2008 e 2009, com touros da raça
 148 Guzerá (n=07), Senepol (n=14) e Caracu (n=18), incluindo os utilizados para repasse),
 149 por meio da técnica de inseminação artificial em tempo fixo.

150 Para a produção dos animais experimentais foram escolhidos touros participantes
 151 de programas de melhoramento genético de suas respectivas raças (Guzerá Senepol e
 152 Caracu). Nesta escolha optou-se por touros de diferentes linhagens de cada uma das
 153 raças, visando-se obter boa representatividade das mesmas. As estações de reprodução
 154 ocorreram na primavera e verão dos anos de 2013 e 2014 (Safra 1) e 2014 e 2015 (safra
 155 2) com nascimentos concentrados no inverno e na primavera dos anos de 2014 (safra 1)
 156 e 2015 (safra 2).

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

Raças paternas	Grupos genéticos maternos		
	Nelore	½ Angus + ½ Nelore	½ Caracu + ½ Nelore
Guzerá	½ Guzerá + ½	½ Guzerá + ¼	½ Guzerá + ¼
	Nelore	Angus + ¼	Caracu + ¼
		Nelore	Nelore
Senepol	½ Senepol + ½	½ Senepol + ¼	½ Senepol + ¼
	Nelore	Angus + ¼	Caracu + ¼

Caracu	½ Caracu + ½ Nelore	½ Caracu + ¼ Angus + ¼ Nelore	Nelore
--------	---------------------	-------------------------------	--------

158

159 Durante a estação de monta e o período pré-desmama, as matrizes permaneceram
 160 em pastagens de *Brachiaria* spp. e *Panicum* spp, recebendo suplementação mineral
 161 (Níveis de garantia de macro e microminerais por kg de produto: Cálcio (máx/mín) –
 162 135/165 g/kg; Fósforo (mín) – 80 g/kg; Enxofre (mín) – 18 g/kg; Sódio (mín) – 130
 163 g/kg; Cobalto (mín) – 90 mg/kg; Cobre (mín) – 1400 mg/kg; Flúor (máx) – 800 mg/kg;
 164 Iodo (mín) – 90mg/kg; Manganês (mín) – 800 mg/kg; Selênio (mín) – 36 mg/kg; Zinco
 165 (mín) – 3800 mg/kg).

166 A desmama foi realizada nos meses de junho de 2015 (Safrá 1) e junho de 2016
 167 (Safrá 2), com média de oito meses de idade. Em seguida, os animais foram divididos
 168 em oito lotes, sendo quatro lotes de machos e quatro de fêmeas, balanceados em função
 169 dos grupos genéticos e peso médio dos animais. Os lotes foram alocados em oito
 170 piquetes com média de oito hectares cada, formados por *Brachiaria brizantha* cv.
 171 Marandu (latitude 20° 25' 02.06'' Sul e longitude 54° 43' 34.82'' Oeste).

172 Os animais permaneceram por 12 meses nesta área em sistema de pastejo de
 173 lotação contínua, recebendo suplementação protéica (farelos protéicos, uréia e núcleo
 174 mineral) com teor de 35% de proteína bruta (PB), com consumo aproximado de 1 g/kg
 175 de peso corporal (PC) por dia durante o período da seca, considerada entre os meses de
 176 junho a outubro. Entre os meses de novembro a maio, considerada época das águas, os
 177 animais receberam suplementação proteico-energética com teor de 30% de PB e 55% de
 178 nutrientes digestíveis totais (NDT), com consumo de 3 g/kg/PC por dia. Ao longo do
 179 período pós-desmame, protocolos para controle de carrapatos, moscas (Cipermetrina
 180 Pour-on, Ceva, Brasil) e endoparasitas (Doramectina 1%, Vallée, Brasil) foram
 181 realizados.

182 A fase de terminação foi realizada a pasto, com duração de 101 e 120 dias para
 183 fêmeas e 56 e 86 dias para os machos, nas safras 1 e 2, respectivamente. Os machos
 184 foram castrados antes da entrada nesta fase, sendo utilizado o método de
 185 imunocastração (Bopriva® 7, Pfizer Saúde Animal). A aplicação da primeira dose da
 186 vacina foi realizada 90 dias antes da entrada dos animais na fase de terminação e a
 187 segunda imunização realizada no início da fase de terminação.

188 Na terminação, as fêmeas foram mantidas nos mesmos piquetes do período pós-
189 desmame e suplementadas com suplemento proteico-energético com teor de 30% de
190 proteína bruta (PB) e 55% de nutrientes digestíveis totais (NDT), com fornecimento de
191 3 g/Kg PC por dia. Já os machos foram transferidos para uma área de 10 hectares
192 formada por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, onde permaneceram até o abate. Foi
193 utilizado o sistema de pastejo contínuo, com lotação média de 4 unidade animal/hectare
194 (UA/ha) e com oferta de suplemento concentrado (60% de milho seco moído, 25% de
195 casca de soja e 15% de mistura mineral-proteica). O suplemento continha 2,76 Mcal de
196 energia metabolizável/kg MS (NRC, 1996), 14% PB e 36% de FDN, respectivamente,
197 determinados de acordo com AOAC (1990) e Van Soest et al. (1991). Ao longo de 14
198 dias, a oferta de concentrado foi aumentada gradualmente até atingir o nível de 1,5% do
199 PC dos animais.

200 Os animais com idade média de $22,8 \pm 0,8$ meses de idade, foram abatidos em
201 frigorífico comercial com sistema de inspeção federal (Naturafriq, Rochedo, MS,
202 Brasil), de acordo com os procedimentos humanitários exigidos pela legislação
203 brasileira. A insensibilização ocorreu através do atordoamento com pistola pneumática
204 penetrante. Logo após o procedimento de insensibilização foi realizada a sangria pela
205 incisão nas veias jugulares e artérias carótidas. Seguindo o procedimento padrão do
206 frigorífico, foram realizadas a esfola e evisceração das carcaças. Em seguida foi feita a
207 divisão longitudinal das carcaças e pesagem das meias-carcaças para obtenção do peso
208 de carcaça quente (PCQ, kg) e cálculo do rendimento de carcaça. Imediatamente após a
209 lavagem, as meias carcaças foram resfriadas a temperatura de 0-2°C por 24 horas.

210 Um técnico treinado realizou de forma subjetiva escores visuais de acabamento de
211 gordura na carcaça. Para os escores de acabamento foi utilizada a seguinte escala de
212 pontos: 1 = ausente (0), 2 = escassa (1 a 3 mm), 3 = mediana (3 a 6 mm), 4 = uniforme
213 (6 a 10 mm) e 5 = excessiva (acima de 10 mm). A maturidade fisiológica foi realizada
214 por um técnico treinado e seguiu escala de pontuação conforme a ossificação das
215 cartilagens variando de níveis de mais a menos (Muller, 1987).

216 A medida de comprimento das carcaças foi tomada com o auxílio de trena
217 medindo-se da borda cranial da sínfise ísquio-pubiana até o bordo cranial da primeira
218 costela. As medidas de profundidade externa e interna do tórax foram aferidas da borda
219 inferior do canal medular entre a 5ª e 6ª vértebras torácicas até a borda externa e interna
220 do osso esterno, respectivamente.

221 Após o período de resfriamento, foram obtidas do músculo *Longissimus* na região
222 entre a 12° e 13° costelas, medidas da área de olho de lombo (AOL, cm), espessura de
223 gordura (EGS, mm) e escore de marmoreio. A medida da área de olho de lombo foi
224 realizada através de papel vegetal e posterior leitura em um medidor de área foliar LI-
225 3100C (Li-Cor INC, Lincoln, EUA). A EGS foi tomada com o auxílio de um
226 paquímetro graduado em milímetros. O escore visual de marmoreio foi avaliado
227 utilizando-se como referência a escala fotográfica padrão do USDA Quality Grade
228 (1999) convertida para uma escala de 18 pontos, em que cada uma das seis classes (1 a
229 3 = traços, 4 a 6 = leve, 7 a 9 = pequeno, 10 a 12 = médio, 13 a 15 = moderado e 16 a 18
230 = abundante) foram subdivididas em três subclasses: menos, médio e mais.

231 Os componentes de cor do sistema CIELab foram medidos após 20 minutos de
232 exposição do músculo utilizando-se um colorímetro MiniScan XE Plus (HunterLab,
233 Reston, EUA) previamente calibrado. As medidas calculadas foram luminosidade (L^*),
234 componente vermelho-verde (a^*) e componente amarelo-azul (b^*) em três pontos
235 distintos do músculo e da gordura para obtenção dos valores médios.

236 As amostras retiradas do músculo *longissimus* foram cortadas em três bifés, dois
237 com espessura de uma polegada (2,54 cm) e um com 1 cm de espessura. Os bifés foram
238 embalados a vácuo em sacos plásticos adequados, sendo dois (1 cm e um de 2,5 cm)
239 congelados a -20°C imediatamente e o outro bife de 2,5 cm mantido sob temperatura
240 média de 1 a 3°C por 14 dias, e em seguida congelados a -20°C para posterior análises
241 de maciez.

242 Os bifés foram descongelados em geladeira (3 a 4°C) por 24 horas e
243 imediatamente avaliados quanto ao pH, medido com um potenciômetro portátil
244 HI99163 (Hanna Instruments, Woonsocket, EUA) e pesados em balança semi-analítica
245 e utilizados para determinação do peso cru e perda por exsudato. Para a avaliação da
246 perda por exsudato, o líquido contido na embalagem foi pesado. Após 20 minutos de
247 retiradas da embalagem as amostras foram avaliadas quanto aos componentes de cor do
248 sistema CIELab (L^* , a^* e b^*).

249 Para mensuração da perda de peso por cozimento, os bifés foram assados em
250 forno elétrico com circulação forçada de ar pré-aquecido a 193°C , até a temperatura
251 interna de cada amostra atingir 71°C (AMSA, 2015), sendo o monitoramento realizado
252 com o auxílio de termômetros posicionados no centro da amostra. Após o cozimento, as
253 amostras foram resfriadas à temperatura ambiente até atingir 28°C , sendo embalados e
254 resfriados em geladeira (3 a 4°C) por 12 horas para análise da força de cisalhamento.

255 A análise da força de cisalhamento foi realizada na amostra do músculo
256 *longissimus* maturadas por 14 dias e naquelas congeladas logo após o abate. Das
257 amostras assadas, foram retiradas com auxílio de um vazador, seis subamostras de
258 1,27cm de diâmetro, no sentido paralelo ao eixo das fibras musculares. Para realizar as
259 medidas foi utilizado um aparelho texturômetro TA.XT *Plus* Texture Analyser (Stable
260 Micro Systems, Godalming, Reino Unido) equipado com lâmina tipo Warner-Bratzler
261 (1,016 mm de espessura) e conectado a um computador com software específico. Os
262 valores de maciez (kg) de cada amostra foram representados como a média dos valores
263 de força de cisalhamento obtidos das seis subamostras.

264 As análises de extrato etéreo foram realizadas através de um sistema de extração
265 automática utilizando éter de petróleo a alta temperatura (90°C) e pressão (ANKOM
266 XT15 Extractor, ANKOM Technology, Macedonia, EUA), segundo metodologia
267 descrita pela AOCS Am 5-04 (2009).

268 Os dados foram avaliados quanto à presença de outliers, homogeneidade de
269 variância e normalidade dos resíduos por meio do procedimento UNIVARIATE (SAS,
270 versão 9; SAS Institute Inc., Cary, EUA). Os efeitos dos grupos genéticos sobre as
271 características descritas foram submetidos à análise de máxima verossimilhança restrita
272 (REML), ajustando-se modelos mistos específicos por meio do PROC MIXED do SAS,
273 contendo os efeitos fixos de grupo contemporâneo, grupo genético paterno, grupo
274 genético materno, interação entre grupos genéticos maternos e paternos e como
275 covariáveis lineares a idade em que os animais foram abatidos e o número de dias em
276 semiconfinamento. O efeito do grupo contemporâneo incluiu as variáveis de safra de
277 nascimento (anos 1 ou 2), época de parição (época 1 = Agosto e Setembro, época 2 =
278 Outubro e Novembro) e sexo. Foi considerado como efeito aleatório o touro aninhado
279 dentro de grupo genético paterno e o piquete do animal na recria.

280 Para algumas características avaliadas foram realizadas análises de contrastes
281 visando comparar: filhos de vacas cruzadas ($\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore e $\frac{1}{2}$ Caracu + $\frac{1}{2}$
282 Nelore) vs. filhos de vacas Nelore e progênie de touros de raças taurinas adaptadas
283 (Senepol e Caracu) vs. progênie de touros Guzerá. Adotou-se para comparação das
284 médias de quadrados mínimos, o teste ajustado Tukey-Kramer com nível de
285 significância de 5%.

286
287
288
289

290 **Resultados**

291 Em relação às características de carcaça não foi observado efeito significativo da
292 interação ($P > 0,05$) entre o grupo genético materno e paterno para rendimento de
293 carcaça, acabamento, maturidade fisiológica, profundidade externa, marmoreio e EGS.
294 No entanto, para o peso corporal ao abate, PCQ, comprimento de carcaça, profundidade
295 interna e AOL a interação foi significativa ($P < 0,05$; tabela 4). Para as características de
296 peso ao abate, PCQ, comprimento de carcaça, profundidade interna, AOL e pH0d que
297 foram observadas o efeito da interação, animais $\frac{1}{2}$ Guzerá + $\frac{1}{4}$ Angus + $\frac{1}{4}$ Nelore,
298 apresentaram maiores valores em relação aos demais grupamentos genéticos.

299 As médias estimadas para as características de carcaça em relação ao grupo
300 genético materno e paterno estão apresentados na tabela 2. As progênes de vacas N
301 apresentaram maior rendimento de carcaça e escore visual de acabamento em relação às
302 progênes de vacas cruzadas ($P < 0,05$). Não foram observados efeitos dos grupos
303 genéticos materno para maturidade fisiológica ($P = 0,226$), comprimento de carcaça (P
304 $= 0,353$), profundidade interna ($P = 0,842$) e profundidade externa do tórax ($P = 0,361$),
305 marmoreio ($P = 0,126$), AOL ($P = 0,771$), EGS ($P = 0,296$) e para todos os
306 componentes de cor do sistema CIELab ($P > 0,05$).

307 Em relação ao efeito dos grupos genéticos paternos, as progênes de touros
308 Guzerá e Senepol apresentaram maior escore visual de acabamento ($P = <0,0001$) em
309 relação a progênie de touros Caracu. As progênes de touros Senepol apresentaram
310 maior maturidade fisiológica em relação as progênes de touros Guzerá e Caracu ($P <$
311 $0,01$). Animais filhos de touro Guzerá apresentaram maior comprimento de carcaça em
312 relação a animais de touros Senepol e Caracu ($P < 0,01$).

313 As médias de profundidade interna ($P = 0,753$), profundidade externa ($P = 0,618$),
314 marmoreio ($P = 0,056$), AOL ($P = 0,075$), e EGS ($P = 0,055$) não foram influenciadas
315 pelo grupo genético paterno. Para as medias de cor avaliadas no músculo *longissimus*
316 após 24 horas do abate, também não foi observado efeito sobre os componentes L*
317 (luminosidade; $P = 0,062$), a* (eixo vermelho-verde; $P = 0,608$) e b* (eixo amarelo-
318 azul; $P = 0,443$). Já para as medidas de cor avaliadas na gordura sobre o músculo
319 *longissimus* após 24 horas do abate, foram observados maiores valores do componente
320 L* (luminosidade; $P = 0,026$) em progênie de touros Senepol, quando comparados a
321 progênie de touros Guzerá e Caracu.

322 Para as variáveis de qualidade de carne (tabela 3) foi observado efeito significativo da
323 interação entre grupo genético materno e paterno sobre as variáveis de pH no bife não
324 maturado. Entretanto, não foi verificado efeito significativo da interação para valores de
325 extrato etéreo ($P = 0,916$), força de cisalhamento ($P = 0,670$), perdas por exsudação ($P =$
326 $0,054$), L^* ($P = 0,782$), a^* ($P = 0,349$) e b^* ($P = 0,748$) do bife não maturado. Em relação ao
327 bife maturado por quatorze dias, também não foi observada interação para força de
328 cisalhamento ($P = 0,162$), pH ($P = 0,685$), perdas por exsudação ($P = 0,312$) e os
329 componente de cor L^* ($P = 0,655$), a^* ($P = 0,731$) e b^* ($P = 0,371$).

330 Quando avaliado o efeito materno sobre as características de qualidade da carne,
331 progênes de vacas N apresentaram maior teor de extrato etéreo na carne em relação à
332 progênie de vacas C_N (1,60 vs 1,22; $P = 0,020$), sendo progênie de vacas A_N
333 semelhantes aos demais (1,29; $P > 0,05$). Progênes de vacas A_N apresentaram força de
334 cisalhamento menor no bife não maturado quando comparado a progênie de vacas C_N e N
335 ($P = 0,015$), não havendo diferenças entre C_N e N (TABELA 3).

336 Não houve influência do grupo genético materno sobre o pH ($P = 0,792$), perdas por
337 exsudação ($P = 0,153$) e cozimento ($P = 0,960$), componentes de cor L^* ($P = 0,527$) e a^* (P
338 $= 0,398$) sobre o bife não maturado. No entanto, o componente b^* do bife não maturado
339 observado em progênes de vacas N foi maior quando comparado a progênes de vacas
340 cruzadas ($P = 0,036$). Em relação ao bife maturado por quatorze dias não foi observado
341 efeito do grupo genético materno sobre força de cisalhamento ($P = 0,087$), pH ($P = 0,359$),
342 perdas por exsudação ($P = 0,058$) e cozimento ($P = 0,217$) e os componentes de cor L^* ($P =$
343 $0,369$), a^* ($P = 0,067$) e b^* ($P = 0,174$).

344 Maiores valores de pH do bife não maturado ($P = 0,021$) foram observados nas
345 amostras das progênes de touros Guzerá em relação as progênes de touro Caracu (5,51 vs
346 5,41; $P = 0,021$), sendo as progênes de touros Senepol em posição intermediária (5,48; $P >$
347 $0,05$). Não houve influência do grupo genético paterno para os valores de extrato etéreo (P
348 $= 0,293$), força de cisalhamento ($P = 0,365$), perdas por exsudação ($P = 0,552$) e cozimento
349 ($P = 0,762$), L^* ($P = 0,150$), a^* ($P = 0,097$) e b^* ($P = 0,396$) no bife não maturado. Já para o
350 bife maturado por quatorze dias também não foi observado efeito do grupo genético paterno
351 sobre a força de cisalhamento ($P = 0,273$), perdas por exsudação ($P = 0,549$) e cozimento (P
352 $= 0,405$) e componentes de cor L^* ($P = 0,652$), a^* ($P = 0,481$) e b^* ($P = 0,535$).

353 Por meio da abordagem de contrastes verificou-se que as progênes de vacas Nelore
354 apresentaram maior PCQ ($P < 0,0001$), rendimento de carcaça ($P = 0,001$), acabamento (P
355 $= 0,026$), e L_{muscle} ($P = 0,017$; tabela 5). Para características de qualidade de carne (tabela
356 6), as progênes de vacas Nelore apresentaram maior porcentagem extrato etéreo ($P =$

357 0,006), $bmusc^*$ ($P = 0,010$) no bife não matrado, perdas por exsudação no bife maturado (P
358 $= 0,043$), e menor componente $amusc^*$ ($P = 0,031$) do bife maturado. Para o grupo genético
359 paterno (tabela 7), as progênies de touros Guzerá apresentaram maior peso ao abate
360 ($P < 0,0001$), PCQ ($< 0,0001$), acabamento ($P = 0,026$), comprimento de carcaça ($P = 0,001$).
361 No entanto, apresentaram maturidade fisiológica ($P = 0,019$) e $amusc^*$ no bife maturado (P
362 $= 0,031$) menor em relação a touros taurinos adaptados.
363

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

Variáveis ¹	Grupo Genético da Vaca			Valor-P	Grupo Genético do Touro			Valor-P
	A_N	C_N	N		Guzerá	Senepol	Caracu	
PESO ABATE, kg	455,0 (5,1) ²	438,9 (5,1)	449,6 (4,4)	0,060	469,6 ^a (6,0)	442,4 ^b (4,5)	431,5 ^b (4,0)	<0,0001
PCQ, kg	239,6 ^{ab} (2,8)	230,8 ^b (2,8)	240,1 ^a (2,4)	0,025	249,4 ^a (3,4)	233,3 ^b (2,5)	227,8 ^b (2,2)	<0,0001
RC, %	52,3 ^b (0,2)	52,2 ^b (0,2)	53,0 ^a (0,2)	0,006	52,9 (0,3)	52,3 (0,2)	52,2 (0,2)	0,186
ACAB, pontos	2,50 ^b (0,08)	2,37 ^b (0,08)	2,83 ^a (0,07)	<0,0001	2,72 ^a (0,09)	2,71 ^a (0,07)	2,27 ^b (0,06)	<0,0001
MATFIS, pontos	13,6 (0,1)	13,3 (0,1)	13,4 (0,1)	0,226	13,2 ^b (0,1)	13,8 ^a (0,1)	13,3 ^b (0,1)	0,001
COMPcarcaça, cm	129,7 (0,6)	129,2 (0,6)	128,6 (0,5)	0,353	131,1 ^a (0,8)	128,1 ^b (0,5)	128,4 ^b (0,5)	0,005
PROFinterna, cm	39,4 (0,2)	39,3 (0,2)	39,4 (0,2)	0,842	39,5 (0,3)	39,3 (0,2)	39,3 (0,2)	0,753
PROFexterna, cm	48,2 (0,2)	48,1 (0,2)	48,5 (0,2)	0,361	48,6 (0,3)	48,1 (0,2)	48,2 (0,2)	0,618
MAR, pontos	5,57 (0,3)	5,34 (0,3)	6,12 (0,3)	0,126	5,11 (0,4)	5,60 (0,3)	6,32 (0,3)	0,056
AOL, cm ²	71,0 (1,2)	72,0 (1,1)	71,1 (1,0)	0,771	73,4 (1,4)	69,5 (1,0)	71,3 (0,9)	0,075
EGS, mm	4,24 (0,2)	3,82 (0,2)	4,01 (0,2)	0,296	4,27 (0,2)	4,15 (0,2)	3,64 (0,1)	0,055
Lmusc*	33,8 (0,3)	33,9 (0,3)	34,7 (0,2)	0,057	34,5 (0,4)	34,4 (0,3)	33,6 (0,2)	0,062
amusc*	17,9 (0,2)	17,7 (0,2)	17,7 (0,2)	0,752	18,0 (0,3)	17,7 (0,2)	17,6 (0,2)	0,608
bmusc*	13,7 (0,2)	13,5 (0,2)	13,9 (0,2)	0,414	13,8 (0,2)	13,8 (0,2)	13,5 (0,1)	0,443
Lgord*	73,5 (0,4)	73,3 (0,4)	73,8 (0,4)	0,676	72,9 ^b (0,5)	74,6 ^a (0,4)	73,2 ^b (0,3)	0,026
a gord*	9,51 (0,3)	9,44 (0,3)	9,97 (0,3)	0,478	9,85 (0,4)	9,46 (0,3)	9,62 (0,3)	0,801
b gord*	22,5 (0,5)	23,0 (0,5)	22,7 (0,4)	0,792	22,8 (0,6)	22,5 (0,4)	22,9 (0,4)	0,760

366 ¹PCQ = Peso de carcaça quente; RC = Rendimento de carcaça; ACAB = Escore visual de acabamento; DISTRIB = Escore visual de distribuição da gordura subcutânea; MATFIS = Maturidade fisiológica; COMPcarcaça
367 = Comprimento de carcaça; PROFinterna = Profundidade interna do tórax; PROFexterna = Profundidade externa do tórax; MAR = Escore visual de marmoreio aferido no músculo *longissimus* na altura da 12^a costela;
368 AOL = Área de olho de lombo; EGS = Espessura de gordura sobre o músculo *longissimus* na região entre a 12^a e 13^a costelas; pH24 = pH aferido após 24 horas de resfriamento das carcaças; Lmusc*abate =
369 Luminosidade do músculo; amusc*abate = Componente vermelho-verde do músculo; bmusc*abate = Componente amarelo-azul do músculo; Lgord*abate = Luminosidade da gordura; agord*abate = Componente
370 vermelho-verde da gordura; bgord*abate = Componente amarelo-azul da gordura. Médias seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem entre si de acordo com o teste ajustado Tukey-Kramer ($\alpha = 0,05$). ²Erro
371 padrão da média.

372

373

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

Variáveis ¹	Grupo Genético da Vaca			Valor-P	Grupo Genético do Touro			Valor-P
	A_N	C_N	N		Guzerá	Senepol	Caracu	
EE, %	1,29 ^{ab} (0,1) ²	1,22 ^b (0,1)	1,60 ^a (0,1)	0,020	1,25 (0,1)	1,36 (0,1)	1,54 (0,1)	0,293
FC0d, kg	6,20 ^a (0,3)	7,40 ^b (0,3)	7,30 ^b (0,3)	0,015	7,15 (0,41)	6,61 (0,30)	7,14 (0,28)	0,365
pH0d	5,47 (0,02)	5,45 (0,02)	5,47 (0,02)	0,792	5,51 ^a (0,03)	5,48 ^{ab} (0,02)	5,41 ^b (0,02)	0,021
PEX0d, %	11,1 (0,7)	12,7 (0,7)	12,7 (0,6)	0,153	12,9 (0,9)	11,8 (0,6)	11,8 (0,6)	0,552
PCOZ0d, %	22,8 (0,8)	23,3 (0,9)	23,5 (0,8)	0,896	24,4 (0,8)	23,4 (0,7)	22,6 (0,8)	0,736
Lmusc*0d	35,5 (0,3)	35,4 (0,3)	35,8 (0,3)	0,527	35,4 (0,4)	36,0 (0,3)	35,3 (0,2)	0,150
amusc*0d	12,9 (0,3)	13,1 (0,2)	13,7 (0,2)	0,398	13,8 (0,3)	13,0 (0,2)	13,3 (0,2)	0,097
bmusc*0d	11,3 ^b (0,2)	11,3 ^b (0,2)	11,9 ^a (0,1)	0,036	11,6 (0,2)	11,6 (0,1)	11,3 (0,1)	0,396
FC14d, kg	3,91 (0,3)	4,68 (0,2)	4,65 (0,2)	0,087	4,80 (0,3)	4,06 (0,2)	4,38 (0,2)	0,273
pH14d	5,46 (0,03)	5,48 (0,03)	5,43 (0,02)	0,359	5,49 (0,03)	5,47 (0,02)	5,42 (0,02)	0,405
PEX14d, %	10,5 (0,7)	11,7 (0,6)	12,6 (0,6)	0,058	12,2 (0,9)	11,5 (0,6)	11,1 (0,6)	0,549
PCOZ14d, %	24,3 (0,9)	22,6 (0,8)	23,3 (0,9)	0,089	22,8 (0,7)	23,9 (0,9)	23,2 (0,9)	0,790
Lmusc*14d	37,7 (0,4)	37,8 (0,4)	38,4 (0,4)	0,369	38,1 (0,5)	38,2 (0,4)	37,7 (0,3)	0,652
amusc*14d	11,3 (0,2)	11,0 (0,2)	10,7 (0,2)	0,067	10,9 (0,2)	11,2 (,2)	10,9 (0,1)	0,481
bmusc*14d	11,5 (0,2)	11,7 (0,2)	12,0 (0,1)	0,174	11,6 (0,2)	11,9 (0,2)	11,7 (0,1)	0,535

376 ¹EE = Teor de extrato etéreo avaliado no músculo *longissimus* na altura da 12ª costela; FC0d = Força de cisalhamento do bife não maturado; pH0d = pH do bife não maturado; PEX0d = Perdas por exsudação do bife não
 377 maturado; PCOZ0d = Perdas por cozimento do bife não maturado; L*0d = Luminosidade no bife não maturado; a*0d = Componente vermelho-verde no bife não maturado; b*0d = Componente amarelo-azul no bife não
 378 maturado; FC14d = Força de cisalhamento do bife maturado por quatorze dias; pH14d = pH do bife maturado por quatorze dias; PEX14d = Perdas por exsudação do bife maturado por quatorze dias; PCOZ14d = Perdas
 379 por cozimento do bife maturado por quatorze dias; L*14d = Luminosidade no bife maturado por quatorze dias; a*14d = Componente vermelho-verde no bife maturado por quatorze dias; b*14d = Componente amarelo-
 380 azul no bife maturado por quatorze dias. Médias seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem entre si de acordo com o teste ajustado Tukey-Kramer ($\alpha = 0,05$).

381 ²Erro padrão da média.

382
 383
 384
 385
 386
 387

388 Tabela 4. Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para variáveis de características de carcaça e qualidade de carne de
389 acordo com o grupo genético formado

Variáveis ¹	Grupos Genéticos									P-Valor
	Nelore (N)			½ Angus + ½ Nelore (A_N)			½ Caracu + ½ Nelore (C_N)			
	Guzerá	Senepol	Caracu	Guzerá	Senepol	Caracu	Guzerá	Senepol	Caracu	
PESO ABATE, kg	447,2 ^b (7,5) ²	457,5 ^{ab} (8,0)	444,1 ^b (5,8)	490,81 ^a (10,0)	434,9 ^{bc} (7,9)	439,3 ^{bc} (7,9)	470,8 ^{ab} (11,7)	434,8 ^{bc} (6,9)	411,1 ^c (6,5)	<0,0001
PCQ, kg	239,0 ^{ab} (3,6)	245,5 ^{ab} (4,5)	235,8 ^b (3,3)	260,2 ^a (5,7)	226,9 ^b (4,5)	231,5 ^b (4,4)	248,9 ^{ab} (6,6)	227,6 ^b (3,9)	215,9 ^c (3,6)	<0,0001
COMPcarcaça, cm	128,2 ^b (0,9)	128,8 ^{ab} (0,9)	128,8 ^b (0,7)	132,9 ^a (1,3)	127,0 ^b (0,9)	129,2 ^b (0,9)	132,1 ^{ab} (1,3)	128,4 ^b (0,8)	127,1 ^b (0,8)	0,001
PROFinterna, cm	38,9 ^b (0,3)	40,0 ^{ab} (0,3)	39,5 ^b (0,2)	40,5 ^a (0,4)	38,3 ^b (0,3)	39,3 ^b (0,3)	39,2 ^b (±0,5)	39,7 ^b (0,3)	38,9 ^b (0,3)	0,0003
AOL, cm ²	69,8 ^{ab} (1,7)	72,5 ^{ab} (1,8)	71,0 ^{ab} (1,3)	76,5 ^a (2,3)	65,7 ^b (1,8)	70,8 ^{ab} (1,8)	73,8 ^{ab} (2,7)	70,3 ^{ab} (1,6)	72,0 ^{ab} (1,5)	0,019
pH0d	5,4 ^{ab} (0,03)	5,53 ^a (0,03)	5,45 ^{ab} (0,03)	5,61 ^a (0,05)	5,46 ^{ab} (0,03)	5,34 ^b (0,03)	5,47 ^{ab} (0,05)	5,45 ^{ab} (0,03)	5,44 ^{ab} (±0,03)	0,001

390
391
392

¹PCQ = Peso de carcaça quente; COMPcarcaça = Comprimento de carcaça; PROFinterna = Profundidade interna do tórax; AOL = Área de olho de lombo; pH = pH aferido no bife não maturado. Médias seguidas por letras distintas numa mesma linha diferem entre si de acordo com o teste ajustado Tukey-Kramer ($\alpha = 0,05$).

²Erro padrão da média.

393 Tabela 5. Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características
394 de carcaça e qualidade de carne de acordo com o grupo genético da matriz.

Variáveis ¹	Grupo Genético da Vaca ²		EPM ⁴	P>F ⁵
	Cruzadas ³	Nelore		
PESO ABATE, kg	446,9 (5,1)	449,6 (4,4)	5,41	0,624
PCQ, kg	235,2 (2,8)	240,1 (2,4)	3,67	<0,0001
RC, %	52,2 (0,2)	53,0 (0,2)	0,23	0,001
ACAB, pontos	2,43 (0,08)	2,83 (0,07)	0,08	0,026
MATFIS, pontos	13,5 (0,1)	13,4 (0,1)	0,13	0,520
COMPcarcaça, cm	129,5 (0,6)	128,6 (0,5)	0,63	0,179
PROFinterna, cm	39,3 (0,2)	39,4 (0,2)	0,24	0,637
PROFexterna, cm	48,2 (0,2)	48,5 (0,2)	0,26	0,180
AOL, cm ²	71,5 (1,1)	71,1 (1,0)	1,28	0,743
EGS, mm	4,03 (0,2)	4,01 (0,2)	0,21	0,913
MAR, pontos	5,45 (0,2)	6,12 (0,3)	0,33	0,053
Lmusc*	33,9 (0,3)	34,7 (0,2)	0,34	0,017
amusc*	17,8 (0,2)	17,7 (0,2)	0,25	0,735
bmusc*	13,6 (0,2)	13,9 (0,2)	0,24	0,244
Lgord*	73,4 (0,4)	73,8 (0,4)	0,48	0,423
a gord*	9,47 (0,3)	9,97 (0,3)	0,41	0,229
b gord*	22,8 (0,5)	22,7 (0,4)	0,52	0,853

395 ¹PCQ = Peso de carcaça quente; RC = Rendimento de carcaça; ACAB = Escore visual de acabamento; DISTRIB = Escore visual de
396 distribuição da gordura subcutânea; MATFIS = Maturidade fisiológica; PROFinterna = Profundidade interna do tórax; PROFexterna =
397 Profundidade externa do tórax; AOL = Área de olho de lombo; EGS = Espessura de gordura sobre o músculo *longissimus* na região entre a
398 12ª e 13ª costelas; MAR = Escore visual de marmoreio; pH24 = pH aferido após 24 horas de resfriamento das carcaças; Lmusc* =
399 Luminosidade do músculo; amusc* = Componente vermelho-verde do músculo; bmusc* = Componente amarelo-azul do músculo;
400 Lgord*abate = Luminosidade da gordura; agord*abate = Componente vermelho-verde da gordura; bgord*abate = Componente amarelo-azul
401 da gordura.

402 ²Médias consideradas diferentes quando P<0,05.

403 ³Vacas cruzadas = ½ Angus + ½ Nelore e ½ Caracu + ½ Nelore.

404 ⁴Erro padrão da média.

405 ⁵Probabilidade de erro tipo I.

Tabela 6. Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para variáveis de
qualidade de carne de acordo com o grupo genético da matriz.

Variáveis ¹	Grupo Genético da Matriz ²		EPM ⁴	P>F ⁵
	Cruzadas ³	Nelore		
EE, %	1,25 (0,1)	1,60 (0,1)	0,12	0,006
FC0d, kg	6,80 (0,3)	7,30 (0,3)	0,36	0,167
pH0d	5,4 (0,02)	5,47 (0,02)	0,02	0,712
PEX0d, %	11,9 (0,7)	12,7 (0,6)	0,75	0,279
PCOZ0d, %	23,0 (0,7)	23,3 (0,8)	0,64	0,739
Lmusc*0d	35,4 (0,3)	35,8 (0,3)	0,37	0,269
amusc*0d	13,1 (0,2)	13,7 (0,2)	0,28	0,345
bmusc*0d	11,3 (0,2)	11,9 (0,1)	0,21	0,010
FC14d, kg	4,29 (0,2)	4,65 (0,2)	0,31	0,254
pH14d	5,47 (0,03)	5,43 (0,0)	0,02	0,199
PEX14d, %	11,1 (0,6)	12,6 (0,6)	0,69	0,043
PCOZ14d, %	23,4 (0,9)	23,3 (0,8)	0,56	0,673
Lmusc*14d	37,8 (0,4)	38,4 (0,4)	0,44	0,160
amusc*14d	11,2 (0,2)	10,7 (0,2)	0,23	0,031
bmusc*14d	11,6 (0,2)	12,0 (0,1)	0,19	0,070

406 ¹EE = Teor de extrato etéreo avaliado no músculo *longissimus* na altura da 12ª costela; FC0d = Força de cisalhamento do bife não maturado;
407 pH0d = pH do bife não maturado; PEX0d = Perdas por exsudação do bife não maturado; PCOZ0d = Perdas por cozimento do bife não

408 maturado; ; L*0d = Luminosidade no bife não maturado; a*0d = Componente vermelho-verde no bife não maturado; b*0d = Componente
 409 amarelo-azul no bife não maturado; FC14d = Força de cisalhamento do bife maturado por quatorze dias; pH14d = pH do bife maturado por
 410 quatorze dias; PEX14d = Perdas por exsudação do bife maturado por quatorze dias; PCOZ14d = Perdas por cozimento do bife maturado por
 411 quatorze dias; L*14d = Luminosidade no bife maturado por quatorze dias; a*14d = Componente vermelho-verde no bife maturado por
 412 quatorze dias; b*14d = Componente amarelo-azul no bife maturado por quatorze dias.

413 ²Médias consideradas diferentes quando $P < 0,05$.

414 ³Vacas cruzadas = ½ Angus + ½ Nelore e ½ Caracu + ½ Nelore.

415 ⁴Erro padrão da média.

416 ⁵Probabilidade de erro tipo I.

417 Tabela 7. Médias de quadrados mínimos e seus respectivos erros-padrão para características
 418 de carcaça e qualidade de carne de acordo com o grupo genético do touro.

Variáveis ¹	Grupo Genético do Touro ²		EPM ⁴	P>F ⁵
	Taurino Adaptado ³	Guzerá		
PESO ABATE, kg	437 (4,2) ⁴	469,6 (6,0)	6,41	<0,0001
PCQ, kg	230,5 (2,3)	249,4 (3,4)	3,67	<0,0001
RC, %	52,3 (0,2)	52,9 (0,3)	0,36	0,072
ACAB, pontos	2,49 (0,06)	2,72 (0,09)	0,10	0,026
MAR, pontos	5,96 (0,3)	5,11(0,4)	0,47	0,084
MATFIS, pontos	13,6 (0,1)	13,2 (0,1)	0,16	0,019
COMPcarcaça, cm	128,2 (0,5)	131,1 (0,8)	0,81	0,001
pH0d	5,44 (0,02)	5,51 (0,03)	0,03	0,079
amusc*14d	11,1 (0,1)	10,9 (0,2)	0,27	0,031

419 ¹PCQ = Peso de carcaça quente; RC = Rendimento de carcaça; ACAB = Escore visual de acabamento; MATFIS = Maturidade fisiológica;
 420 MAR = Escore visual de marmoreio; amusc* = Componente vermelho-verde do músculo; ²Médias consideradas diferentes quando $P < 0,05$.

421 ³Raças Taurinas adaptadas = Senepol e Caracu.

422 ⁴Erro padrão da média.

423 ⁵Probabilidade de erro tipo I.

424

425 Discussão

426 As medidas de peso corporal de abate e PCQ são fatores importantes na determinação
 427 do valor de comercialização na pecuária de corte. O peso de abate e PCQ dos animais
 428 mostraram diferenças de até 79,7 kg e 44,3 kg, entre os grupos genéticos, respectivamente.
 429 Animais ½ Guzerá + ¼ Angus + ¼ Nelore apresentaram maior peso ao abate e maior PCQ (P
 430 $< 0,05$) em relação aos demais grupos genéticos formados. Este fato ter sido observado devido
 431 aos efeitos das heteroses direta e materna (Euclides Filho et al., 2003), demonstrando que
 432 sistemas de cruzamentos terminais envolvendo três raças pode se tornar importantes dentro de
 433 sistemas de produção com objetivo de diminuição na idade de abate. Segundo Mazzucco et
 434 al. (2016), em condições de engorda a pasto, o cruzamento entre raças britânicas e a
 435 combinação com uma raça paterna adequada pode produzir animais mais pesados. Este fato
 436 foi observado neste estudo, já que foi observado que animais ½ Guzerá + ¼ Angus + ¼
 437 Nelore apresentaram maior peso ao abate e de carcaça.

438 Diniz et al. (2015), avaliando as características de carcaça e da carne de animais
 439 cruzados Guzerá, observaram que animais tricross apresentaram maior peso corporal ao abate
 440 e maior PCQ. Da mesma forma, Mesquita et al. (2016) verificaram que animais ½ Guzerá +

441 $\frac{1}{4}$ Nelore + $\frac{1}{4}$ Angus, foram mais pesados no momento do abate em relação a animais $\frac{1}{2}$
442 Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore, que segundo o autor, ocorreu provavelmente devido a um maior peso
443 durante a fase de crescimento e terminação, além do maior GMD durante o período de
444 terminação.

445 A avaliação do comprimento e profundidade de carcaça em bovinos de corte contribui
446 para avaliação do quanto uma carcaça é mais compacta que a outra (Gesualdi et al., 2006),
447 demonstrando que estas medidas estão associadas ao desenvolvimento ósseo em bovinos de
448 corte. O maior comprimento de carcaça e profundidade interna observado em animais $\frac{1}{2}$
449 Guzerá + $\frac{1}{4}$ Angus + $\frac{1}{4}$ Nelore, provavelmente está relacionado ao tipo biológico das raças
450 estudadas. De acordo com Warren et al. (2008), quando comparada com outros grupos
451 genéticos, a raça Angus é atribuída à conformação desejada para a produção de carne,
452 produzindo mais músculos em relação à estrutura corporal. Pereira et al. (2009), observaram
453 diferenças no comprimento de carcaça de diferentes grupos genéticos, sendo que o grupo
454 genético $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ Nelore apresentou a maior média, além de verificar alta correlação
455 com o peso da carcaça. Este fato foi observado neste estudo, onde animais com maior PCQ
456 apresentaram maior comprimento de carcaça.

457 A medida de AOL está entre as principais características associadas ao desenvolvimento
458 muscular na carcaça e está relacionada com o rendimento dos cortes de maior valor comercial
459 (Luchiari Filho, 2000). O maior resultado de AOL observado neste estudo em animais $\frac{1}{2}$
460 Guzerá + $\frac{1}{4}$ Angus + $\frac{1}{4}$ Nelore, possivelmente pode estar relacionado ao fato de raças
461 especializadas para produção de carne, como Angus, Nelore e Guzerá, apresentar maior
462 desenvolvimento muscular e conseqüentemente maior AOL, corroborando com resultados
463 observados na literatura, os quais indicam que a raça dos animais apresenta grande influência
464 sobre essa característica (Fernandes et al., 2008; Mesquita et al., 2016). Em um estudo
465 avaliando as características de carcaça e da carne de animais mestiços Guzerá, Diniz et al.
466 (2015) verificaram que animais tricross apresentaram maior AOL, e relacionam este evento a
467 contribuição da heterose de raças especializadas na produção de carne, o que favorece
468 algumas características da carcaça, como a AOL.

469 Não houve efeito dos grupos genéticos paternos sobre o rendimento de carcaça. No
470 entanto a utilização de vacas Nelore originou animais com maior rendimento em relação às
471 vacas cruzadas, o que pode ser atribuído ao menor peso dos componentes não carcaça,
472 principalmente o trato gastrointestinal (Menezes et al., 2007; Venturini et al., 2011; Coyne et
473 al., 2019), além de pele mais fina e maior superfície corporal, que são características dos
474 genótipos zebuínos adaptados a climas quentes (Venturini et al., 2011).

475 Além disso, a quantidade de gordura na carcaça pode ser um fator que influencia o
476 rendimento de carcaça. De acordo com Gesualdi Jr. et al. (2006), carcaças com maior
477 quantidade de gordura, permitem que se obtenha rendimento de carcaça maior. De fato, foi
478 observado que as progênes de vacas Nelores apresentaram maior escore visual de
479 acabamento, o que pode caracterizar a maior precocidade para deposição de gordura
480 observada na raça, contribuindo para obtenção de maior rendimento de carcaça.

481 A gordura subcutânea presente na carcaça permite que o *rigor mortis* ocorra de forma
482 adequada, devido ao efeito de proteção contra a perda de calor, impedindo o encurtamento
483 pelo frio, o que reduz a maciez da carne (Matarneh et al., 2017). Os valores de espessura de
484 gordura do músculo *Longissimus* (EGS) exigidos pela indústria frigorífica variam entre 3 a 10
485 mm (Lage et al., 2012) e, neste estudo, os animais apresentaram média de 3,5 mm, o que
486 permite melhor isolamento térmico da carcaça, evitando o processo de encurtamento pelo frio
487 (Felício, 1997). De acordo Silva et al. (2017), a adequada cobertura de gordura na carcaça
488 evita a ocorrência do processo de *cold-shortening*, e o encurtamento das fibras pelo frio, o que
489 é importante do ponto de vista da qualidade da carne.

490 Não houve efeito do grupo genético materno e paterno sobre a espessura de gordura
491 subcutânea. No entanto, é importante observar que a progênie de touros Guzerá e Senepol,
492 apresentaram tendência de maior EGS em relação à progênie de touro Caracu, demonstrando
493 aptidão para sistemas que necessitam de deposição de gordura em idades mais jovens.
494 Bonilha et al. (2008), avaliando o efeito da seleção nas raças Nelore e Caracu, observaram
495 valores de espessura de gordura menor para animais Caracu. O mesmo comportamento foi
496 observado por Ito et al. (2012) que, ao avaliar as características de carcaça de animais de
497 diferentes grupos genéticos, observaram que animais da raça Caracu obtiveram os menores
498 valores de EGS na carcaça quando comparado a animais Canchim, ½ Angus + ½ Canchim e
499 ½ Charolês + ½ Caracu.

500 Em relação ao escore visual de acabamento, a maior pontuação observada na progênie
501 de touro Guzerá e Senepol pode estar relacionada à maior medida de EGS observada nestes
502 animais. Mesmo não sendo observada diferença estatística, houve tendência ($P = 0,055$) de
503 filhos destes dois grupos genéticos apresentar maior EGS. Maiores medidas de escore de
504 acabamento, e de EGS são indicativos de maior capacidade de deposição de gordura na
505 carcaça.

506 A maturidade fisiológica é um escore de ossificação medido por uma avaliação visual
507 do grau de calcificação da cartilagem das vértebras torácicas e lombares (Bonny et al., 2016),
508 a qual está relacionada com a idade dos animais. Para esta medida, resultados próximos a 15

509 pontos indicam maior precocidade de crescimento do animal (Ítavo et al., 2008). A idade
510 média de abate dos animais neste presente trabalho foi de 22,8 meses, e mesmo os grupos
511 genéticos de maior maturidade, tais como de touros Senepol estão dentro da classificação de
512 animais jovens.

513 Dentre os aspectos de qualidade da carne, a cor é um atributo importante observado pelo
514 consumidor, sendo identificado como principal indicador de qualidade no momento da
515 compra (Mancini e Hunt, 2005). A cor da carne é influenciada pelo teor de mioglobina e pelo
516 grau de oxidação quando exposta ao oxigênio, além de fatores como manejo pré-abate,
517 processamento *post-mortem*, pH, tipo de músculo, idade do animal, sexo, dieta e raça (Aroeira
518 et al., 2017; Lynch et al., 2019).

519 De acordo com Muchenje et al. (2009), os valores médios no músculo *longíssimus* de
520 luminosidade (L*) em bovinos variam de 33,2 a 41,0, enquanto que valores do componente
521 a* variam de 11,1 a 23,6 e do componente b* variam de 6,1 a 11,3. Não foram observados
522 efeitos dos grupos genéticos maternos e paternos sobre os valores médios dos componentes a*
523 e b* no músculo *longíssimus* após o resfriamento da carcaça, os quais apresentaram média de
524 17,7 e 13,7, respectivamente. Diversos estudos comparando os efeitos de diferentes grupos
525 genéticos sobre os componentes a* e b* do músculo *longíssimus*, também não observaram
526 diferenças entre raças (Coleman et al., 2016; Keady et al., 2017; Bureš and Bartoň, 2018).
527 Entretanto, é importante observar que a comparação com demais dados disponíveis na
528 literatura para essas características é muito difícil, devido às variações que ocorrem dentro e
529 entre estudos, em relação à raça, sexo, ambiente, sistema de alimentação, pH, manejo *ante e*
530 *post mortem* (Gama et al., 2013).

531 Para a componente cor da gordura na carcaça, embora não observadas diferenças entre
532 os grupos genéticos para os componentes a* e b* após o resfriamento, houve efeito do grupo
533 genético paterno para valor de L* da gordura, sendo esta maior nas progênies de touros
534 Senepol ($74,6 \pm 0,4$) quando comparado a animais Guzerá ($72,9 \pm 0,5$) e Caracu ($73,2 \pm 0,5$).
535 No entanto, é importante observar a tendência de progênies de vacas Nelore e touros Guzerá,
536 apresentarem maior valor do componente L* no músculo *longíssimus*, corroborando com
537 dados encontrados na literatura (Moreira et al., 2003; Gama et al., 2013; Aroeira et al., 2017).
538 Os estudos citados observaram valores mais altos de L* em animais *Bos indicus*, quando
539 comparados aos animais *Bos taurus*, o que, segundo os autores, pode estar relacionada a um
540 maior teor de ácidos graxos poliinsaturados na gordura intramuscular, ocasionando maior
541 suscetibilidade à oxidação lipídica.

542 De acordo com Ramos e Gomide (2007), de todos os atributos que contribuem para a
543 qualidade durante a degustação, a maciez é o mais importante para determinar a satisfação do
544 consumidor com o produto. Koohmaraie et al. (2002) afirmaram que aproximadamente 46%
545 das variações na maciez da carne bovina estão relacionadas à genética do animal, quando são
546 realizadas comparações entre diferentes grupos genéticos. De fato, a importância da genética
547 sobre a maciez da carne bovina, vem sendo observada em diversos estudos (Pereira et al.,
548 2009; Bressan et al., 2011; Pitombo et al., 2013; Aroeira et al., 2017), no entanto, vale
549 ressaltar que a maciez é influenciada por uma grande variedade de fatores, sendo função
550 também da idade de abate, categoria sexual, nutrição, grau de acabamento, manejo pré-abate e
551 processamento *post mortem* (Bianchini et al., 2007).

552 Os menores valores de força de cisalhamento observados nos bifos não maturados
553 obtidos em progênie de vacas A_N em relação a progênie de vacas C_N e Nelore
554 possivelmente podem ser explicados pela diferença genética dos animais, devido a presença
555 de genes da raça Angus, que é considerada mais precoce em relação em relação as taurinas
556 adaptadas e continentais. Diversos estudos avaliando diferentes cruzamentos observaram
557 valores mais baixos da força de cisalhamento de progênie de vacas puras ou cruzadas da raça
558 Angus (Keady et al., 2017; Bures e Barton, 2018). Comparando animais cruzados Angus e
559 Brahman, Stolowski et al. (2006) observaram que o tipo racial pode influenciar a maciez,
560 devido à diferença muscular, em parte ligada a atividade de calpastatina.

561 Em geral, as diferenças relatadas para maciez da carne de raças cruzadas de *Bos taurus*
562 x *Bos indicus*, possivelmente estão relacionadas ao sistema calpaína-caspastatina, que
563 compreende a enzima proteolítica calpaína e seu inibidor endógeno, calpastatina, na qual a
564 enzima calpaína é responsável pela fragmentação das miofibrilas durante o *turnover* protéico
565 e proteólise *post mortem*, mecanismos envolvidos no amaciamento da carne (Bhat et al.,
566 2018). O aumento da proporção de genes zebuínos leva a diminuição da maciez da carne,
567 devido ao maior nível da enzima calpastatina observada nestes animais, inibidor endógeno da
568 calpaína. Apesar de a raça Caracu ser considerada um taurino adaptado, neste trabalho não foi
569 observado diferença entre a progênie de vacas C_N e Nelore. Bonilha et al. (2007), avaliando
570 a força de cisalhamento entre animais Caracu e Nelore, também não observaram diferença
571 entre as raças. No entanto, é importante observar que alguns trabalhos na literatura
572 observaram que a carne de animais da raça Caracu apresentam menor força de cisalhamento
573 quando comparada a animais zebuínos (Razzok et al., 2001; Razzok et al., 2002; Bonilha et
574 al., 2008).

575 A maturação é um processo pós abate de alterações naturais que ocorrem na carne
576 durante o armazenamento, sendo um importante processamento tecnológico alternativo e
577 eficiente da carne para eliminar diferenças entre indivíduos e grupos genéticos em relação a
578 maciez, promovendo um produto mais homogêneo (Bianchini et al., 2007; Bhat et al., 2018).
579 Aos 14 dias de maturação, não houve diferença entre os grupos genéticos, para os valores da
580 força de cisalhamento, demonstrando a importância de maturação. Além disso, houve uma
581 redução dos valores da força de cisalhamento de 2,5 kg, em média, colocando todos os grupos
582 abaixo de 6 kg, limiar para ser aceito como padrão de maciez (Shackelford et al., 1997;
583 Koohmaraie et al., 2002). Wyatt et al. (2013), avaliando o efeito da maturação por quatorze
584 dias sobre a carne de animais de diferentes grupos genéticos, também observaram queda no
585 valor da força de cisalhamento. Esta diminuição na força de cisalhamento em função do
586 tempo de maturação pode estar relacionada à atividade do complexo calpaína-calpastatina,
587 que envolve a ativação de enzimas proteolíticas endógenas, responsáveis pela degradação das
588 fibras musculares (Bhat et al., 2018).

589 Os níveis de pH devem-se manter adequados, pois estão relacionados às características
590 qualitativas da carne, o que torna importante seu monitoramento e controle. No presente
591 estudo, o pH avaliado apresentou níveis dentro do intervalo adequado, entre 5,5 e 5,8
592 (Holdstock et al., 2014). De acordo com Poleti et al. (2015), a quantidade de glicogênio
593 muscular armazenado e a extensão da glicólise *post-mortem* possuem efeito sobre o declínio
594 do pH e a diminuição das reservas de glicogênio devido ao estresse, o que pode afetar a
595 qualidade da carne. No presente estudo, não foi observado efeito do grupo genético materno
596 sobre o pH, no entanto, foi observado que a progênie de touros Guzerá apresentou maiores
597 valores no bife não maturado. Este resultado pode indicar menor disponibilidade de
598 glicogênio deste grupo genético no momento do abate, possivelmente ligado ao maior nível
599 de estresse pré-abate, comumente observado em animais *Bos indicus* (Silveira et al., 2006).

600 Os valores dos componentes de cor dos bifos não maturados e maturados por 14 dias
601 estão dentro do intervalo descritos por Muchenje et al. (2009). Não foi observado efeito do
602 grupo genético paterno sobre os componentes de cor dos bifos não maturados e maturados por
603 14 dias. Entretanto, foi observado que bezerros filhos de vaca Nelore apresentaram maior teor
604 do componente b*, indicando maior intensidade da cor amarelo no bife não maturado em
605 relação aos bezerros de vacas cruzadas. De acordo com King et al. (2010), a genética possui
606 influência sobre a coloração de carnes, porém, os dados deste estudo discordam dos relatados
607 por Bressan et al. (2011), que relataram não haver diferença nos valores de b* do bife não
608 maturado de animais *Bos taurus* e *Bos indicus*.

609 O conteúdo lipídico presente na carne bovina pode ser influenciado por vários fatores
610 como sexo, raça e alimentação (Prado et al., 2011). Neste estudo não foram observados
611 efeitos do grupo genético paterno para os teores de extrato etéreo. No entanto, a porcentagem
612 total de extrato etéreo foi menor ($P < 0,05$) para a progênie de vacas C_N (1,22), não sendo
613 observada diferença entre a progênie de vacas A_N (1,29) e Nelore (1,60). Os maiores valores
614 de extrato etéreo observados na progênie de vacas A_N e Nelore, pode ser explicado, pelo
615 grau de gordura subcutânea, respeitando a ordem de deposição de gordura no animal (Ito et
616 al., 2012), o que possivelmente está também relacionado ao maior escore visual de
617 acabamento observado nestes animais.

618 O marmoreio é considerado um dos principais atributos relacionados à qualidade da
619 carcaça em muitos países (Carvalho et al., 2017), já que é uma característica importante que
620 contribui para a palatabilidade, maciez, sabor e suculência da carne. Os animais avaliados
621 apresentaram escore de marmoreio que se enquadram na categoria “leve” pela escala da
622 USDA (1999). Não foi observado efeito significativo do grupo genético materno, no entanto,
623 houve tendência da progênie de touros Senepol e Caracu apresentar maior escore de
624 marmoreio. Grupos genéticos que possuem raças taurinas em sua composição apresentam
625 maior grau de marmoreio (Rotta et al., 2009), quando comparado a animais zebuínos. Os
626 achados por este trabalho estão de acordo com os resultados apresentados por Wheeler et al.
627 (1990) e Wheeler et al. (1996), que observaram maior marmoreio em animais taurinos que
628 animais zebuínos, assim como de Huffman et al. (1990), que verificaram que à medida que o
629 grau de sangue zebuíno aumenta, o grau de marmorização diminui.

630 Dentre os fatores que afetam a carne durante o processo de cozimento e tempo de
631 exposição na prateleira, as perdas por cozimento e por esxudação são fatores importantes
632 (Pathare and Roskilly, 2016). Segundo Yu et al. (2005), as perdas por cozimento da carne
633 ocorrem devido a perdas totais de água, gordura, proteínas e minerais, e de acordo com
634 Muchenje et al. (2009), os valores podem variar de 13,1 a 34,5%, esperando que essa perda
635 seja menor possível. No presente estudo, não foi observado efeito do grupo genético materno
636 e paterno para perdas por esxudação e cozimento nos bifes não maturados e maturados. Em
637 diversos estudos avaliando as perdas por cozimento, também não foram observadas diferenças
638 entre diferentes grupos genéticos (Brondoni et al., 2006; Lage et al., 2012; Pitombo et al.,
639 2013).

640 No sistema de produção observado verificou-se que a utilização de vacas Nelore resulta
641 em carcaças com maior rendimento e acabamento. No entanto, o uso de vacas $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$

642 Nelore apresentam carne mais macia. Touros da raça Guzerá geram carcaças mais pesadas e
643 de melhor acabamento, no entanto, sem diferença na qualidade de carne.

644

645 **Agradecimentos**

646 Os autores agradecem à Universidade Estadual de Londrina (UEL), CNPq (Conselho
647 Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e Fundect (Fundação para o Apoio
648 ao Desenvolvimento da Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul),
649 pelo apoio financeiro e operacional para a realização desta pesquisa, a CAPES (Coordenação
650 para a Melhoria do Ensino Superior Pessoal) pela bolsa e Connan Nutrição Animal pelo
651 fornecimento de suplementos nutricionais.

652

653 **Comitê de Ética**

654 Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da
655 Embrapa Gado de Corte Animal (n° 007/2015).

656

657 **Referências**

658

659 AMSA. 2015. Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental
660 tenderness measurements of fresh meat. 2nd ed. American Meat Science Association, Illinois.
661 140p.

662 AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of official analytical
663 chemists, Arlington: VA.

664

665 AOCS. 2009. Official Method Am 5-04. Rapid determination of oil/fat utilizing high
666 temperature solvent extraction. Additions and Revisions to the Official Methods and
667 Recommended Practices of the AOCS. American Oil Chemists Society. p.1-3.

668

669 Aroeira CN, de Almeida Torres Filho R, Fontes PR, de Lemos Souza Ramos A, de Miranda
670 Gomide LA, Ladeira MM and Ramos EM 2017. Effect of freezing prior to aging on
671 myoglobin redox forms and CIE color of beef from Nelore and Aberdeen Angus cattle. Meat
672 Science 125, 16–21.

673 Bhat ZF, Morton JD, Mason SL and Bekhit AE-DA 2018. Role of calpain system in meat
674 tenderness: A review. Food Science and Human Wellness 7, 196–204.

- 675 Bianchini W, Silveira AC, Jorge AM, Beni M De, Martins CL, Rodrigues É and Hadlich JC
676 2007. Effect of genetic group on carcass traits and fresh and aged beef tenderness from young
677 cattle. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36, 2109–2117.
- 678 Bonilha SFM, Packer IU, De Figueiredo LA, Alleoni GF, De Resende FD and Razook AG
679 2008. Efeitos da seleção para peso pós-desmame sobre características de carcaça e
680 rendimento de cortes carneos comerciais de bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 36,
681 1275–1281.
- 682 Bonny SPF, Pethick DW, Legrand I, Wierzbicki J, Allen P, Farmer LJ, Polkinghorne RJ,
683 Hocquette JF and Gardner GE 2016. Ossification score is a better indicator of maturity related
684 changes in eating quality than animal age. *Animal* 10, 718–728.
- 685 Bressan MC, Rodrigues EC, Rossato LV, Ramos M and Telo L 2011. *Revista Brasileira de*
686 *Zootecnia* Physicochemical properties of meat from *Bos taurus* and *Bos indicus* 1. *Revista*
687 *Brasileira de Zootecnia* 40, 1250–1259.
- 688 Brondani IL, Sampaio AAM, Restle J, Alves Filho DC, Freitas LS, Amaral GA, Silveira E IM
689 2006. Composição física da carcaça e aspectos qualitativos da carne de bovinos de diferentes
690 raças alimentados com diferentes níveis de energia. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35, 2034-
691 2042.
- 692 Bureš D and Bartoň L 2018. Performance, carcass traits and meat quality of Aberdeen Angus,
693 Gascon, Holstein and Fleckvieh finishing bulls. *Livestock Science* 214, 231–237.
- 694 Burrow HM 2012. Importance of adaptation and genotype × environment interactions in
695 tropical beef breeding systems. *Animal* 6, 729–740.
- 696 Carvalho GMC, Frota MNL, Neto AFL, Azevêdo DMMR, Neto RB de A, de Araujo AM,
697 Pereira ES, Carneiro MS de S 2017. Live weight, carcass, and meat evaluation of Nellore,
698 Curraleiro Pé-Duro, and their crossbred products in Piauí State. *Revista Brasileira de*
699 *Zootecnia* 46, 393–399.
- 700 Coleman LW, Hickson RE, Schreurs NM, Martin NP, Kenyon PR, Lopez-Villalobos N and
701 Morris ST 2016. Carcass characteristics and meat quality of Hereford sired steers born to
702 beef-cross-dairy and Angus breeding cows. *Meat Science* 121, 403–408.

- 703 Coyne JM, Evans RD, Berry DP 2019. Dressing percentage and the differential between live
704 weight and carcass weight in cattle are influenced by both genetic and non-genetic factors.
705 *Journal Animal Science* 97, 1501-1512.
- 706 Diniz FB, Villela SDJ, Mourthé MHF, Paulino PVR, Pires A V., Sousa RC, Oliveira LLA and
707 Martins PGMA 2015. Performance of beef Guzerat and Guzerat-cross bulls during the
708 feedlot, and carcass traits of Guzerat-cross groups. *Animal Production Science* 55, 1303–
709 1309.
- 710 Euclides Filho K, Figueiredo GR, Euclides VPB, Silva LOC, Rocco V, Barbosa RA,
711 Junqueira CE 2003. Desempenho de Diferentes Grupos Genéticos de Bovinos de Corte em
712 Confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia* 32, 1114-1122.
- 713 FELÍCIO, PE 1997. Fatores ante e post mortem que influenciam a qualidade da carne bovina.
714 In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. de. (Org.). *Produção de novilho de corte*.
715 Piracicaba: FEALQ, p. 79-97.
- 716 Fernandes ARM, Sampaio AAM, Henrique W, Oliveira EA, Tullio RR and Perecin D 2008.
717 Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento.
718 *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 60, 139–147.
- 719 Ferraz JBS and Felício PE de 2010. Production systems - An example from Brazil. *Meat*
720 *Science* 84, 238–243.
- 721 Fonseca PAS, dos Santos FC, Rosse IC, Ventura RV, Brunelli FÂT, Penna VM, da Silva
722 Verneque R, Machado MA, da Silva MVGB, Carvalho MRS and Peixoto MGCD 2016.
723 Retelling the recent evolution of genetic diversity for Guzerá: Inferences from LD decay, runs
724 of homozygosity and N_e over the generations. *Livestock Science* 193, 110–117.
- 725 Gama LT, Bressan MC, Rodrigues EC, Rossato L V., Moreira OC, Alves SP and Bessa RJB
726 2013. Heterosis for meat quality and fatty acid profiles in crosses among *Bos indicus* and *Bos*
727 *taurus* finished on pasture or grain. *Meat Science* 93, 98–104.
- 728 Gesualdi Jr A, De Queiroz AC, De Resende FD, Alleoni GF, Razook AG, De Figueiredo LA,
729 De Souza Gesualdi ACL, Detmann E 2006. Desempenho produtivo e eficiência bioeconômica
730 de bovinos Nelore e Caracu selecionados para peso aos 378 dias de idade recebendo
731 alimentação à vontade ou restrita. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35, 576–583.

- 732 Holdstock J, Aalhus JL, Uttaro BA, López-Campos Ó, Larsen IL, Bruce HL 2014. The impact
733 of ultimate pH on muscle characteristics and sensory attributes of the *longissimus thoracis*
734 within the dark cutting (Canada B4) beef carcass grade. *Meat Science* 98, 842-849.
- 735 Huffman RD, Williams SE, Hargrove DD, Johnson DD, Marshall TT 1990. Effects of
736 percentage Brahman and Angus breeding, age-season of feeding, and slaughter end pint on
737 feedlot performance and carcass characteristics. *Journal Animal. Science* 68, 2243-2252.
- 738 Instituto Nacional de Meteorologia do Brasil - INMET 2020. Banco de Dados Meteorológicos
739 para Ensino e Pesquisa - BDMEP. Brasília - DF.
- 740 Ítavo LCV, Dias AM, Ítavo CCBF, Euclides Filho K, Moraes MG, Silva FF, Gomes RC, Silva
741 JPB 2008. Desempenho produtivo, características de carcaça e avaliação econômica de
742 bovinos cruzados, castrados e não-castrados, terminados em pastagens de *Brachiaria*
743 *decumbens*. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia* 60, 1157-1165.
- 744 Ito RH, do Prado IN, Rotta PP, de Oliveira MG, do Prado RM and Moletta JL 2012. Carcass
745 characteristics, chemical composition and fatty acid profile of longissimus muscle of young
746 bulls from four genetic groups finished in feedlot. *Revista Brasileira de Zootecnia* 41, 384–
747 391.
- 748 Keady SM, Waters SM, Hamill RM, Dunne PG, Keane MG, Richardson RI, Kenny DA and
749 Moloney AP 2017. Compensatory growth in crossbred Aberdeen Angus and Belgian Blue
750 steers: Effects on the colour, shear force and sensory characteristics of longissimus muscle.
751 *Meat Science* 125, 128–136.
- 752
753 King DA, Shackelford SD, Kuehn LA, Kemp CM, Rodriguez AB, Thallman RM, Wheeler
754 TL 2010. Contribution of genetic influences to animal-to-animal variation in myoglobin
755 content and beef lean color stability. *Journal of Animal Science* 88, 1160–1167.
- 756 Koochmaraie, M., M. P. Kent, S. D. Shackelford, E. Veiseth, and T. L. Wheeler. 2002. Meat
757 tenderness and muscle growth: is there any relationship? *Meat Sci.* 62, 345-352.
- 758 Lage JF, Paulino PVR, Filho SCV, Souza EJO, Duarte MS, Benedeti PDB, Souza NKP and
759 Cox RB 2012. Influence of genetic type and level of concentrate in the finishing diet on
760 carcass and meat quality traits in beef heifers. *Meat Science* 90, 770–774.

- 761 Lynch E, McGee M and Earley B 2019. Weaning management of beef calves with
762 implications for animal health and welfare. *Journal of Applied Animal Research* 47, 167–175.
763
- 764 Luchiari filho, A 2000. *Pecuária da carne bovina*. Nova Odessa: Limbife – Laboratório de
765 Análises de carne. 140p.
- 766 Mancini RA and Hunt MC 2005. Current research in meat color. *Meat Science* 71, 100–121.
- 767 Matarneh SK, England, EM, Scheffler TL, Gerrard DE 2017. Chapter 5 - The Conversion of
768 Muscle to Meat A2 - Toldra Fidel (Ed.), *Lawrie's Meat Science (Eight Edition)*, Woodhead
769 Publishing, 159-185.
- 770 Mazzucco JP, Goszczynski DE, Ripoli M V., Melucci LM, Pardo AM, Colatto E, Rogberg-
771 Muñoz A, Mezzadra CA, Depetris GJ, Giovambattista G and Villarreal EL 2016. Growth,
772 carcass and meat quality traits in beef from Angus, Hereford and cross-breed grazing steers,
773 and their association with SNPs in genes related to fat deposition metabolism. *Meat Science*
774 114, 121–129.
- 775 Menezes LFG, Restle J, Brondani IL, Kuss F, Alves Filho DC, Silveira MF, Leite DT 2007.
776 Órgãos internos e trato gastrintestinal de novilhos de gerações avançadas do cruzamento
777 rotativo entre as raças Charolês e Nelore terminados em confinamento. *Revista Brasileira de*
778 *Zootecnia* 36, 120-129.
- 779 Mesquita EE, Castagnara DD, De Oliveira NTE, Figueiredo AC and Da Costa Oliveira A
780 2016. Growth performance and carcass characteristics of Nelore Angus and Nelore Angus
781 Guzera crossbreed cows fed with supplemented pasture during the yearling and feedlot stages.
782 *Semina: Ciências Agrárias* 37, 2701–2710.
783
- 784 Moreira FB, Evelázio De Souza N, Matsushita M, Nunes Do Prado I and Gonçalves Do
785 Nascimento W 2003. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of
786 *Bos indicus* and *Bos indicus* × *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems.
787 *Brazilian Archives of Biology and Technology* 46, 609–616.
- 788 Muchenje VK, Dzama M, Chimonyo PE and Raats JG 2009. A Relationship between pre-
789 slaughter stress responsiveness and beef quality in three cattle breeds. *Meat Science* 81, 653-
790 657.

- 791 Muller L 1987. Normas para avaliação de carcaça e concurso de carcaça de novilhos. 2.ed.
792 Santa Maria: UFSM, 31p
- 793 NRC. 1996. Nutrients requirements of beef cattle. 7th Revised ed. National Research Council
794 Washington: National Academy Press. 1996. 242p.
- 795
796 Pathare PB and Roskilly AP 2016. Quality and Energy Evaluation in Meat Cooking. Food
797 Engineering Reviews 8, 435–447.
- 798 Pereira PMRC, Pinto MF, Abreu UGP de and Lara JAF de 2009. Características de carcaça e
799 qualidade de carne de novilhos superprecoces de três grupos genéticos. Pesquisa
800 Agropecuária Brasileira 44, 1520–1527.
- 801 Poleti MD, DeRijk RH, Rosa AF, Moncau CT, Oliveira CS, Coutinho LL, Eler JP, Balieiro
802 JCC 2015. Genetic variants in glucocorticoid and mineralocorticoid receptors are associated
803 with concentrations of plasma cortisol, muscle glycogen content, and meat quality traits in
804 male Nellore cattle. Domestic Animal Endocrinology 51, 105-113.
- 805 Pitombo RS, Souza DDN, Ramalho ROS, Figueiredo ABA, Rodrigues VC, Freitas DDGC,
806 Ferreira JCS 2013. Qualidade da carne de bovinos superprecoces terminados em
807 confinamento. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia 65, 1203-1207.
- 808 Prado I N, Abrahão JJS, Zawadzki F, Valero MV, Marques JA, Ito RH, Perotto D 2011.
809 Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo Longissimus de bovinos de
810 diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-deaçúcar e terminados
811 com 3, 4 ou 4, 8 mm de espessura de gordura de cobertura. Semina: Ciências Agrárias, 32,
812 1461-1476.
- 813 Ramos EM and Gomide LAM 2007. Avaliação da qualidade de carnes: Fundamentos e
814 metodologias. Viçosa: Editora UFV.
- 815 Razook AG, Figueiredo LA de, Nardon RF, Cyrillo JN dos SG and Ruggieri AC 2001.
816 Efeitos de raça e da seleção para peso pós-desmame sobre características de confinamento e
817 de carcaça da 15^a progênie dos rebanhos Zebu e Caracu de Sertãozinho (SP). Revista
818 Brasileira de Zootecnia 30, 115–124.
- 819 Razook AG, de Figueiredo LA, Ruggieri AC, Nardon RF and Cyrillo JNSG 2002.

- 820 Desempenho em pastagens e características de carcaça da 16a progênie dos rebanhos Nelore,
821 Guzerá e Caracu de Sertãozinho (SP). *Revista Brasileira de Zootecnia* 31, 1367–1377.
- 822 Rotta PP, Prado RM, Prado IN, Valero MV, Visentainer JV and Silva RR 2009. The effects of
823 genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass
824 characteristics and beef composition and appearance: a review. *Asian-Australasian Journal of*
825 *Animal Science* 22, 1718–1734.
- 826 Rubensam JM, Felicio PE, Termignoni C 1998. Influência do genótipo *Bos Indicus* na
827 atividade da calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no Sul do Brasil. *Ciência e*
828 *Tecnologia de Alimentos* 18, 405-409.
- 829 Shackelford SD, Wheeler TL and Koochmaraie M 1997. Tenderness Classification of Beef: I.
830 Evaluation of Beef Longissimus Shear Force at 1 or 2 Days Postmortem as a Predictor of
831 Aged Beef Tenderness. *Journal of Animal Science* 75, 2417–2422.
- 832 Silveira IDB, Fischer, V, Soares GJD 2006. Relation between genotype and temperament of
833 grazing steers on meat quality. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35, 519-526.
- 834 Silva LHP, Paulino PVR, Assis GJF, Assis DEF, Estrada MM, Silva MC, Silva JC, Martins
835 TS, Valadares Filho SC, Paulino MF, Chizzotti ML 2017. Effect of post-weaning growth rate
836 on carcass traits and meat quality of nellore cattle. *Meat Science* 123, 192-197.
- 837 Stolowski GD, Baird BE, Miller RK, Savell JW, Sams AR, Taylor JF, Sanders JO, Smith B
838 2006. Factors influencing the variation in tenderness of seven major beef muscles from three
839 Angus and Brahman breed crosses. *Meat Science* 73, 475-483.
- 840 USDA. 1999. United States Department Of Agriculture. Official United States Standards for
841 grades of carcass beef. Agriculture Marketing Services - United States Department of
842 Agriculture. Washington, D.C.
- 843 Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA 1991. Symposium: carbohydrate methodology,
844 metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal Dairy Science* 74, 3583-3597.
- 845
846 Venturini T, Menezes LFG, Kuss F, Martin TN, Vonz D, Paris W 2011. Carcass quality of
847 crossbred steers with different degrees of zebu blood in the genotype: meta-analysis. *Revista*
848 *Brasileira de Zootecnia* 40, 2582-2590.

- 849 Warren HE, Scollan ND, Enser M, Hughes SI, Richardson RI, Wood JD 2008. Effects of
850 breed and a concentrate of grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. I: Animal
851 performance, carcass quality and muscle fatty acid composition. *Meat Science* 78, 256-269.
- 852 Wyatt WE, Lawrence TE, Collier RJ, Blouin DC, Scaglia G, Bidner TD and Collier JL 2013.
853 Feedlot performance, carcass merit, and meat tenderness in crossbred cattle from Hereford,
854 Braford, and Bonsmara sires and Angus and Brangus dams. *Professional Animal Scientist* 29,
855 632–644.
- 856 Wheeler TLJW, Savell HR, Cross DM, Lunt SB 1990. Effect of postmortem treatment on the
857 tenderness of meat from Hereford, Brahman-cross beef cattle. *Journal Animal Science* 68,
858 3677-3686.
- 859 Wheeler TLSD, Shackelford MKoohmaraie. 1996. Sampling, Cooking, and Coring Effects
860 on Warner-Bratzler Shear Force Values in Beef. *Journal Animal Science* 74, 1553-1562.
- 861 Yu LH, Lee ES, Jeong JY, Paik HD, Choi JH, Kim CJ 2005. Effects of thawing temperature
862 on the physicochemical properties of pre-rigor frozen chicken breast and leg muscles. *Meat*
863 *Science* 71, 375–82.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento de recursos genéticos e sistemas de produção de bovinos criados em pastagem tropical traz benefícios para a utilização de cruzamento entre raças zebuínas e taurinas adaptadas pela otimização dos efeitos da heterose e complementaridade entre as raças, fornecendo alternativas, para redução do ciclo de produção e aumento da eficiência, assegurando a produção de carne de maior qualidade com competitividade e sustentabilidade. A avaliação de sistemas de cruzamento passíveis de serem realizados com monta natural poderá estimular a adoção do cruzamento por criadores que não dispõem de infraestrutura para realização de inseminação artificial.

Atualmente, no Brasil, o produtor de carne bovina tem encontrado cada vez mais oportunidades de participar de programas de estímulo à produção de carne de qualidade, seja por meio de incentivos governamentais, de alianças mercadológicas, cooperativas, dentre outros. Tais oportunidades que beneficiam o produtor por meio de bonificações também permitem a redução do ciclo de produção. Ao longo de duas safras consecutivas, foram gerados e analisados dados que englobam as fases pré-desmame, pós-desmame e terminação, além das características de carcaça após o abate e a qualidade da carne, demonstrando que os grupos genéticos avaliados estudados podem trazer benefícios ao sistema de produção.

No sistema de produção observado, é possível concluir que vacas cruzadas produzem progênie com melhor desempenho até o desmame e durante a fase de terminação, entretanto, durante a fase pós-desmame esse melhor desempenho não é observado. Já para os grupos genéticos paternos, observou-se que a utilização de touros Guzerá apresenta melhor desempenho nas diferentes fases do ciclo de produção, além de apresentar maior deposição de gordura na carcaça. Quando observado o efeito do grupo genético paterno, melhores resultados foram obtidos utilizando touros da raça Guzerá em comparação a touros Senepol e Caracu, pois apresentaram animais com carcaças mais pesadas e com melhor acabamento. Entretanto, quando avaliada as características de qualidade da carne, todos os grupos genéticos paternos se assemelham. Estes resultados demonstram que a utilização dos diferentes grupos genéticos podem ser utilizados em sistemas de produção à pasto nas diferentes fases do ciclo de produção, desde da fase de cria até a terminação.

A produção de carne com melhor valor qualitativo permitirá a cadeia produtiva explorar nichos de mercado de alto valor agregado, aproveitando determinados mercados. Quanto ao ambiente, a adoção de sistemas que usem eficientemente os recursos genéticos na produção de carne, proporcionará a redução do tempo dos animais para atingir o ponto de abate, a

redução da proporção da energia despendida com a manutenção dos animais ao longo de sua vida que resulta em maior eficiência alimentar dos animais. Isto permitirá a produção de maior quantidade de carne por área explorada e, principalmente, diminuir a emissão de gases de efeito estufa por quilograma de carne produzida.

**ANEXO A – NORMAS PARA PUBLICAÇÃO NO PERIÓDICO
“Animal”**

animal

An International Journal of Animal Bioscience

Instructions for authors

Last updated June 2018

Introduction

animal – an International Journal of Animal Bioscience is a peer-reviewed journal, published monthly in English, in both print and online formats (12 issues making a volume). Special issues or supplements may also be produced upon agreement with the Editorial Board. There are no page charges, except for reproduction of illustrations printed in colour and for the Open Access option that requires payment of an Article Processing charge.

The scope of the journal, the expected standards of published articles, the article types published by *animal*, the ethics policy, the evaluation procedures and peer-review criteria, the handling of misconducts as well as procedures for complaints and appeals are presented in the Publication policies available at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>.

Submitted manuscripts should not have been published previously, except in a limited form (e.g. abstract or short communication to a symposium or part of MSc or PhD theses) and should not be under consideration for publication by another journal. Book reviews are not accepted.

General specifications for different types of article

Table 1 Specifications for the articles published in *animal*

Article type	Maximum length (all text except figures)	Maximum number of tables plus figures	Maximum number of references	Additional information
Original research	7 000 words (= 9 journal pages)	8	35	
Short communications	3 000 words	3	10	
Reviews	9 500 words (= 12 journal pages)	10	50	
Opinion papers	1700 words (= 2 journal pages) or 1 200 if a figure is submitted	1	5	
All article types			5 references per 1000 words	Supplementary material can be proposed and will be made available online

Recommendations for preparation of papers

The responsibility for the preparation of a paper in a form suitable for publication lies with the author. Authors should consult recent articles of *animal*, available at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal>, to make themselves familiar with the layout and style of *animal*. A **style sheet** summarising these indications is available on our website at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>.

Before submitting your manuscript, you should consult the pre-submission checklist at (<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>). **Manuscripts that do not comply with the specifications described in Table 1 or with the directions detailed below will not be accepted for peer-review.** Compliance with instructions will ensure that manuscripts are peer reviewed exclusively on academic merit. Any deviations from these instructions will be at the discretion of the Editor-in-Chief.

All co-authors must agree with the content of the manuscript. Authors must have obtained permission to use copyrighted material in the manuscript prior to submission. Work described in the manuscript must comply with ethical guidelines available on the website <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors> and be reported according to "The ARRIVE Guidelines for Reporting Animal Research" detailed in Kilkenny *et al.* (2010)¹ and summarised at www.nc3rs.org.uk.

Scientific writing

A good quality of scientific writing is required. The research must be understandable by a general scientific readership and by specialists. The research problem is identified, existing knowledge relevant to the problem is analysed, the hypothesis is clear. The reporting is complete. The central message is identified. Arguments and evidence are presented in a clear, logical and balanced way from the most general to the specific points. Discussion connects all results obtained in an organised and proper way with a clear interpretation. Sentences are simple, short and direct, the style is concise and precise.

English

A good quality of written English is required. Spelling may be in British or American English, but must be consistent throughout the paper. Care should be exercised in the use of agricultural terminology that is ill-defined or of local familiarity. If the English is not good enough, the manuscript will be sent back to the authors with a recommendation that authors have their manuscripts checked by an English language native speaker before re-submission. Cambridge University Press lists a number of third-party services specialising in language editing and / or translation at: <https://www.cambridge.org/core/services/authors/language-services> and suggests that authors contact them as appropriate. Use of any of these services is at the author's own expense. The copy-editor will not perform language editing.

Manuscript layout

Manuscripts should be prepared using a standard word processing programme such as Microsoft Word, and presented in a clear, readable format with easily identified sections and headings. A style sheet is available on our website at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>.

Manuscript layout directions

- Typed with double-line spacing with wide margins (2.5 cm)
- Lines must be continuously numbered; the pages must also be numbered
- Arial 12 should be used for the text, and Arial 11 for tables and references
- Sections should typically be assembled in the following order: Title, Authors, Authors' affiliations including department and post/zip codes, Corresponding author, Short title, Abstract, Keywords, Implications, Introduction, Material and methods, Results, Discussion, Acknowledgements, Declaration of interest, Ethics committee, Software and data repository resources, References, Tables, List of figure captions

¹ Kilkenny C, Browne WJ, Cuthill IC, Emerson M and Altman DG 2010. Improving bioscience research reporting: The ARRIVE guidelines for reporting animal research. *PLoS Biology* 8, e1000412. doi: 10.1371/journal.pbio.1000412.

- Use of small paragraphs with less than 6 to 8 lines must be avoided
- Footnotes in the main text are to be avoided
- The manuscript complies with the section specific requirements set out below

Full title

The title needs to be concise and informative. It should:

- (a) attract the attention of a potential reader scanning a journal or a list of titles;
- (b) provide sufficient information to allow the reader to judge the relevance of a paper to his/her interests;
- (c) incorporate keywords or phrases that can be used in indexing and information retrieval, especially **the animal species** on which the experiment has been carried out;
- (d) avoid inessentials such as 'A detailed study of ...', or 'Contribution to ...';
- (e) not include the name of the country or of the region where the experiment took place;
- (f) not include Latin names, if there is a common name, or abbreviations.

Full title directions

- No more than 170 characters including spaces
- Include "Review:", "Invited review:" or "Animal board invited review:" before the full title if required (see Table 1)
- Title of an invited opinion paper should start with "Opinion paper:"
- Title of a short communication should start with "Short communication:"

Authors and affiliations

Information, such as author names and affiliations, may be automatically extracted at the time of submission. To take advantage of the extraction process, you must 1) use a superscript number after each author name and, 2) begin each full affiliation with the corresponding superscript number as follows:

Example

J. Smith^{1,a}, P.E. Jones², J.M. Garcia^{1,3} and P.K. Martin Jr⁴ [initials only for first names]

¹Department of Animal Nutrition, Scottish Agricultural College, West Main Road, Edinburgh EH9 3JG, UK

²Animal Science Department, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7621, USA

³Laboratorio de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de Zaragoza, C. Miguel Servet, 177, 50013, Zaragoza, Spain

⁴Dairy Science Department, North Carolina State University, Raleigh, NC 27695-7621, USA

^aPresent address: Dairy Science Laboratory, AgResearch, Private Bag 11008, Palmerston North, New Zealand (for any author of the list whose present address differs from that at which the work was done)

Corresponding author: John Smith. E-mail: John.Smith@univ.co.uk.

The corresponding author who submits and manages the manuscript during the submission/review process must be registered on Editorial Manager. He or she can be different from the corresponding author indicated in the manuscript who will be the correspondent for the published paper. Only one corresponding author is indicated in the manuscript.

Short title (max 50 characters including spaces)

Authors should provide a short title (after the corresponding author line) with the same specifications as the full title for use as a running head. If the short title is not appropriate, it could be modified by the Editorial Office, with the author's agreement.

Abstract (max 400 words, single paragraph)

The abstract should be complete and understandable, without reference to the paper. It is important to attract the attention of potential readers. The context and the rationale of the study are presented succinctly to support the objectives. Experimental methods and main results are summarised but should not be overburdened by numerical values or probability values. The abstract ends with a short and clear conclusion. Citations and references to tables and figures are not acceptable. Abbreviations used in the abstract must be defined in the abstract.

Keywords (5 keywords)

Keywords are essential in information retrieval and should not repeat words in the title with respect to indicating the subject of the paper.

Keyword directions

- Five keywords
- Keywords should be short and specific
- The animal species or type is among the keywords but differently from the title
- The use of non-standard abbreviations in the list of keywords is not allowed

Implications (max 100 words)

Implications must explain the expected impact that the results may have on practice, when they will be applied. Impact may be economic, environmental or social. Implications should not be limited to presenting the context and objectives, and should not be an "abstract of the abstract". They are written in simple English suitable for non-specialists or even non-science readers. Use of non-standard abbreviations is discouraged.

Introduction

The introduction briefly outlines the context of the work, presents the current issues that the authors are addressing and the rationale to support the objectives, and clearly defines the objectives. For hypothesis-driven research, the hypothesis under test should be clearly stated. Increasing the knowledge on a subject is not an objective *per se*.

Material and methods

Material and methods should be described in sufficient detail so that others can repeat the experiment. Reference to previously published work may be used to give details of methods, provided that references are readily accessible and in English.

Critical methodologies, including mathematical equations and statistical models must be described in detail either in the Material and Methods section or in the Supplementary Materials. For these critical methodologies, results from quality control tests must be reported (e.g. intra/inter-assay CV, recovery tests...).

If a proprietary product is used as a source of material in experimental comparisons, it should be described using the appropriate chemical name. If the trade name is helpful to the readers, provide it in parentheses after the first mention. Authors who have worked with proprietary products, including equipment, should ensure that the manufacturers or suppliers of these products have no objections to publication if the products, for the purpose of experimentation, were not used according to the manufacturer's instructions.

Statistical analysis of results

The statistical analysis of results should be presented in a separate sub-section of the "Material and methods" section. The statistical design and the models of statistical analysis must be described, as well as each of the statistical methods used. Sufficient statistical details must be given to allow replication of the statistical analysis. The experimental unit must be defined (e.g. individual animal, group/pen of animals). Generally, and when there are more than 2 treatments, an analysis of variance with F-tests is preferred to multiple *t*-tests. A statistical guide for authors is available on the website at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>. The publication of Lang and Altman (2013)² can also be used as a reference.

Statistics directions

- In the text, the probability of significance is indicated by the following conventional standard abbreviations (which need not be defined): $P > 0.05$ for non-significance and $P < 0.05$, $P < 0.01$ and $P < 0.001$ for significance at these levels. Exact level of probability (e.g. $P = 0.07$) can also be used
- When data are analysed by analysis of variance, a residual error term, such as the pooled standard error, the residual standard deviation (RSD), or the root mean square error (RMSE) is given for each criteria/item/variable/trait in a separate column (or line)

² Lang T and Altman D 2013. Basic statistical reporting for articles published in clinical medical journals: the SAMPL guidelines. In Science editors' handbook (ed. Smart P, Maisonneuve H and Polderman A), pp. 175-182. European Association of Science Editors, Exeter, UK. This document may be reprinted without charge but must include the original citation.

- Treatment means are reported with meaningful decimals. For guidance, the last digit corresponds to 1/10 of standard error (e.g., for a standard error of 1.2, the mean values should be reported as 15)
- In tables, probabilities are indicated in a separate column. The P values (e.g. $P = 0.07$) are reported or indicated by *, ** and *** for $P < 0.05$, $P < 0.01$ and $P < 0.001$, respectively
- In tables, differences between treatments (or comparison of mean values) are indicated using superscript letters with the following conventional standard: a, b for $P < 0.05$; A, B for $P < 0.01$; in most cases, the 0.05 level is sufficient

Results - Discussion

Separation between Results and Discussion is preferred to highlight the interpretation of results. Presentation of Results and Discussion in a single section is possible but discouraged.

Acknowledgements

In this section, the authors may acknowledge (briefly) their support staff, their funding sources (with research funder and/or grant number), their credits to companies or copyrighted material, etc.

Declaration of interest. Papers with a potential conflict of interest must include a description/explanation of the conflict in the Declaration of interest section.

Ethics statement. Where relevant, approval of the work by an ethics committee or compliance of the work with national legislation, as relevant, must be described in this section.

Software and data repository resources. Authors must indicate whether their data or models are deposited in an official repository and give the full reference. They should also indicate the access rights.

References

Citations from international refereed journals or from national refereed journals with at least an English abstract are preferred. Citations from national abstracts/conference proceedings, MSc or PhD thesis, institutional/technical reports, non-English documents that cannot be obtained easily by the reader or that are not peer-reviewed should be minimized. In general, no more than 3 references can be given for the same statement (except for reviews and meta-analyses).

Citation of references. In the text, references should be cited by the author(s) surname(s) and the year of publication (e.g. Smith, 2012). References with two authors should be cited with both surnames (e.g. Smith and Wright, 2013). References with three or more authors should be cited with the first author followed by *et al.* (in italics; e.g. Smith *et al.*). Multiple references from the same author(s) should be as follows: Wright *et al.* (1993 and 1994), Wright *et al.* (1993a and 1993b). Names of organisations used as authors (e.g. Agricultural and Food Research Council) should be written in full in the list of references and on first mention in the text. Subsequent mentions may be abbreviated (e.g. AFRC). "Personal communication" or "unpublished results" should follow the name of the author in the text where appropriate. The author's initials but not his title should be included, and such citations are not needed in the reference list.

In-text citation directions

- Cite references by name(s) of author(s) and year of publication
- Use Doe (2014) or (Doe, 2014) for single authors
- Use Doe and Smith (2014) or (Doe and Smith, 2014) for two authors
- Use Doe *et al.* (2014) or (Doe *et al.*, 2014) for three or more authors
- "*et al.*" is in italics
- When multiple references are cited, rank them preferably by chronological order using commas and semicolons: (Doe, 1999; Smith and Doe, 2001; Doe *et al.*, 2014 and 2015)

List of references. Literature cited should be listed in alphabetical order by authors' names and references should not be numbered. **It is the author's responsibility to ensure that all references are correct.**

Journal article directions

- References from journal articles are formatted as:

Author A, Author B, Author CD and Author E Year. Article title. Full Name of the Journal Volume, first-last page numbers.

Examples

- Berry DP, Wall E and Pryce JE 2014. Genetics and genomics of reproductive performance in dairy and beef cattle. *Animal* 8 (suppl. 1), 115–121.
 - Knowles TG, Kestin SC, Haslam SM, Brown SN, Green LE, Butterworth A, Pope SJ, Dirk Pfeiffer D and Nicol CJ 2008. Leg disorders in broiler chickens: prevalence, risk factors and prevention. *PLoS ONE* 3, e1545.
 - Martin C, Morgavi DP and Doreau M 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal* 4, 351-365.
 - Pérez-Enciso M, Rincón JC and Legarra A 2015. Sequence- vs. chip-assisted genomic selection: accurate biological information is advised. *Genetics Selection Evolution* 47, 43. doi:10.1186/s12711-015-0117-5.
 - When the article is online but not yet printed, the right format is:
Zamaratskaia G and Squires EJ 2008. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal*. doi:10.1017/S1751731108003674, Published online by Cambridge University Press 17 December 2008.
- No punctuation (i.e. no comma or full stop or semicolon) between the surname and initials of an author, after initials, before publication years, after journal names and before volume numbers
 - Include "and" (without comma) before the last author for multiple author references
 - All authors' names are provided, do not use "*et al.*" in the reference list
 - Publication years are included after the author list without parentheses
 - No capitals for article titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
 - Journal names are given in full (not in abbreviated form) and the initial letter of all main words is capitalised (except little words such as "and", "of", "in", "the"...), e.g. *Journal of Animal Science*
 - Issue numbers are not mentioned
 - Use a comma (","), not a semicolon (";") before page numbers
 - Page numbers are given in full (e.g. "1488-1496" not "1488-96")

Book directions

- References from books or official reports are formatted as:
Author(s)/Editor(s)/Institution Year. Book title, volume number if more than 1, edition if applicable. Publisher's name, City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.

Examples

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) 2004. Official methods of analysis, volume 2, 18th edition. AOAC, Arlington, VA, USA.
 - Littell RC, Milliken GA, Stroup WW and Wolfinger RD 1996. SAS system for mixed models. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA.
 - Martin P and Bateson P 2007. Measuring behaviour. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
 - National Research Council (NRC) 2012. Nutrient requirements of swine, 11th revised edition. National Academy Press, Washington, DC, USA.
- The list of author or editor name(s) and publication years are written as for journal articles (all authors are provided; commas between authors, except for the last one; "and" before the last author where there are two or more authors; full stops after publication years)

Example

- Author A, Author B, Author CD and Author E Year.
- No capitals for book titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
 - Detailed publisher information is given and listed as:
Publisher's name, City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.
Please note – if a publisher is based in more than one place, use only the first one. If multiple publishers are list, it is acceptable to use only the first one.

Examples

- AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.

- FAO, Rome, Italy.

Book chapter directions

- References from chapters or parts of books are formatted as:
Author A, Author B, Author CD and Author E Year. Chapter title. In Title of book (ed. A Editor and B Editor), pp. first-last page numbers. Publisher's name, City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.

Example

- Nozière P and Hoch T 2006. Modelling fluxes of volatile fatty acids from rumen to portal blood. In Nutrient digestion and utilization in farm animals (ed. E Kebreab, J Dijkstra, A Bammink, WJJ Gerrits and J France), pp. 40–47. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- The list of authors and publication years are written as for journal articles (all authors are provided; commas between authors, except for the last one; "and" before the last author where there are two or more authors; full stops after publication years)

Example

- Author A, Author B, Author CD and Author E Year.
- No capitals for chapter and book titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
- Detailed publisher information are given and listed as:
Publisher's name, City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.
Please note – if a publisher is based in more than one place, use only the first one. If multiple publishers are listed, it is acceptable to use only the first one.

Examples

- AOCS Press, Champaign, IL, USA.
- Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Editions Quae, Versailles, France.

Proceedings/Conference papers directions

- References from proceedings or conference papers are formatted as:
Author A, Author B, Author CD and Author E Year. Paper title. Proceedings of the (or Paper presented at the) XXth Conference title, date of the conference, location of the conference, pp. first-last page numbers or poster/article number.

Please note – If proceedings are published in a journal, the article should be formatted as for a journal article. If they have been published as chapters in a book, the article should be formatted as for a chapter in a book.

Examples

- Bispo E, Franco D, Monserrat L, González L, Pérez N and Moreno T 2007. Economic considerations of cull dairy cows fattened for a special market. In Proceedings of the 53rd International Congress of Meat Science and Technology, 5-10 August 2007, Beijing, China, pp. 581–582.
- Martuzzi F, Summer A, Malacarne M and Mariani P 2001. Main protein fractions and fatty acids composition of mare milk: some nutritional remarks with reference to woman and cow milk. Paper presented at the 52nd Annual Meeting of the European Association for Animal Production, 26-29 August 2001, Budapest, Hungary.
- The list of authors and publication years are written as for journal articles (all authors are provided; commas between authors, except for the last one; "and" before the last author where there are two or more authors; full stops after publication years)

Example

- Author A, Author B, Author CD and Author E Year.
- No capitals for paper titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
- Conference dates are provided in the format: DD Month YYYY, e.g. 10 August 2014
- Conference locations are given and listed as:
City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.

Examples

- Champaign, IL, USA.
- Cambridge, UK.
- Versailles, France.
- Geneva, Switzerland.

Website directions

- References from websites are formatted as:
Author(s)/Institution Year. Document/Page title. Retrieved on DD Month YYYY (i.e. accessed date) from [http://www.web-page address \(URL\)](http://www.web-page address (URL)).
Examples
 - Bryant P 1999. Biodiversity and Conservation. Retrieved on 4 October 1999, from <http://darwin.bio.uci.edu/~sustain/bio65/Titlepage.htm>
- The list of author name(s) and publication years are written as for journal articles (all authors are provided; commas between authors, except for the last one; "and" before the last author where there are two or more authors; full stops after publication years)
Example
 - Author A, Author B, Author CD and Author E Year.
- No capitals for document/page titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
- Dates when documents were retrieved are included in the format: DD Month YYYY, e.g. 10 August 2014
- Web-page addresses are provided

Thesis directions

- References from theses are formatted as:
Author AB Year. Thesis title. Type of thesis, University with English name, location of the University (i.e. City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country).
Example
 - Vlaeminck B 2006. Milk odd- and branched-chain fatty acids: indicators of rumen digestion for optimisation of dairy cattle feeding. PhD thesis, Ghent University, Ghent, Belgium.
- Author's name and publication year are written as for journal articles
Example
 - Author AB Year.
- No capitals for thesis titles except initial capital of the first word and words that ordinarily take capitals
- Degree levels are given, e.g. PhD, MSc
- University names and locations are given and listed as:
- University name, City, State (2-letter abbreviation) for US places, Country.
Examples:
 - Louisiana State University, Baton Rouge, LA, USA.
 - Cambridge University, Cambridge, UK.

Tables

Tables should be simple. The same material should not be presented in tabular and graphical form. Please refer to the style sheet available at <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>.

Table directions

- Each table is on a separate page at the end of the main text (one table per page)
- Tables are typed, preferably in double spacing. Single spacing is possible for long tables
- Tables are numbered consecutively using Arabic numbering. They are referred to as Table 1, Table 2, etc., with capital 'T', no italics
- Each table has its own explanatory caption. The caption is sufficient to permit the table to be understood without reference to the text. The animal species and the experimental treatments or the issue under study are indicated in each caption. The caption does not contain the protocol or the results
- Tables are created in Word using the table function within the programme (without using tabs). Layout can be portrait or landscape
- Large tables are discouraged in the manuscript but they may be submitted as Supplementary Material
- No vertical lines between columns and no horizontal lines between rows of data
- Generally, variables are in rows and treatments in columns
- Column headings are concise

- Separate columns are included to present the basic statistical results: error terms (preferably residual error terms) and probabilities
- Row items are organized with main items followed by indented sub-items in order, e.g. to group the criteria that share the same type of measurements or the same unit
- For any (sub-)item, only the first letter of the first word is in capitals
- Units are clearly stated either in the caption (only if a limited number of units are used), or for each (sub-)item. Standard abbreviations for units are used
- Footnotes are referenced using superscript numbers
- Abbreviations used in a table are defined as footnotes (preferred option) or in the caption
- Treatment means are reported with meaningful decimals. For guidance, the last digit corresponds to 1/10 of standard error
- Number of decimals for the indicators of residual variability (RSD, SEM, RMSE etc.) are either identical to that chosen for mean values or have one more decimal. The choice is consistent in all the tables
- See above (Statistics) for the presentation of statistical results in tables

Figures

Figures should be simple. The same material should not be presented in tabular and graphical form. Specific guidelines are provided for images (see Image Integrity and Standards).

Figure directions

- Figure captions are all listed on a separate page at the end of the main text
- Figures are numbered consecutively in the text. They are referred to as Figure 1, Figure 2, etc., the word 'Figure' being spelled out with capital 'F', no italics
- Captions begin as Figure 1, Figure 2, etc. They are sufficiently detailed to allow the figure to be understood without reference to the text ("Figure 1 Effect of fat source and animal breed on carcass composition in pigs" is preferred to "Figure 1 Carcass composition"). The animal species and the experimental treatments or the issue under study are indicated in each caption. The caption does not contain the protocol or the results. Abbreviations used in each figure have to be defined in the caption and kept to a minimum
- Figures are not inserted in the text. Each figure (without caption) is uploaded separately with **one separate file per figure and no embedded captions in these files**
- Figure size should be readable in a width of approximately 175 mm (i.e. the maximum size of printing over two columns). Easy reading of the figure is required
- Ensure that the font size is large enough to be clearly readable at the final print size (should not be less than 8 point, or 2.8 mm, after reduction). We recommend you use the following fonts: Arial, Courier, Symbol, Times, Times New Roman and ensure that they are consistent throughout the figures. In addition, ensure that any fonts used to create or label figures are embedded if the application provides that option
- Symbols and line types should allow different elements to be easily distinguished (generally, solid symbols are used before open symbols, and continuous lines before dotted or dashed lines)
- Figures are usually supplied as black and white
- Colours can be used in figures if they are essential to understanding the figure. Publication charges are made for colour figures. The cost for reproducing figures in colour within the printed issue is £200.00 / \$320.00 per figure
- If figures are to be printed in colour, use CMYK (instead of RGB) colour mode preferably
- Figures should be provided as TIFF or EPS files. Other formats, such as MS Word, MS Excel, MS PowerPoint, AI and layered PSD (up to CS5), are permitted, provided that figures have been originally created in these formats and that the embedded artwork is at a suitable resolution.
- Resolutions for TIFF figures at the estimated publication size must be:
 - for line figures (e.g. graphs) – 1200 dpi (6000 px for 1 column, 8400 px for 2 columns)
 - for figures with different shadings (e.g. bar charts) – 600 dpi (3000 px for 1 column, 4200 px for 2 columns)

- for half tones (e.g. photographs) – 300 dpi (1500 px for 1 column, 2100 px for 2 columns)
- Images from the internet are unacceptable, because most of them have a resolution of only 72 dpi
- If your drawing/graphics application does not provide suitable ‘export’ options, then copy/paste or import the graphic into a Word document
- For further information, please refer to the Cambridge Journals Artwork Guide, which can be found online at: <http://journals.cambridge.org/artworkguide>

Image Integrity and Standards

Any image produced by an instrument (e.g. scanner, microscopy...) with the objective of being used to derive quantitative results is considered as original data. Manuscripts that report images without any quantitative findings are not acceptable. Digitalisation of an image converts the image into numerical values that can be analysed like any other numerical values. The full information may prove important beyond what the author would like to show. Hence images submitted with a manuscript should be minimally processed; some image processing is acceptable (and may be unavoidable), but the final image must accurately represent the original data and exclude any misinterpretation of the information present in the original image. If original data are used just to illustrate a point, this should be accompanied by a clear statement in the manuscript telling the reader this and explaining what is being demonstrated. Please refer to the [Office of Research Integrity guidelines](#) on image processing in scientific publication.

Image Integrity and Standards directions

- Image acquisition: Equipment and conditions of image acquisition and processing must be detailed in the Material and methods section. This includes the make and model of equipment, the acquisition and the image processing software, and the image treatment if any. If you export files from an acquisition device, make sure to use a format with no loss of information and do not file them into a higher resolution than that of acquisition. Authors have the responsibility to archive original images, with their metadata, in their original format without any compression or compressed without loss of information.
- Preparation of images for a manuscript: For guidance, we refer to the Journal of Cell Biology’s instructions to authors (http://jcb.rupress.org/site/misc/ifora.xhtml#image_aquisition) which states:
 - 1) No specific feature within an image may be enhanced, obscured, moved, removed, or introduced.
 - 2) The grouping of images from different parts of the same gel, or from different gels, fields, or exposures must be made explicit by the arrangement of the figure (i.e., using dividing lines) and in the text of the figure legend.
 - 3) Adjustments of brightness, contrast, or color balance are acceptable if they are applied to every pixel in the image and as long as they do not obscure, eliminate, or misrepresent any information present in the original, including backgrounds. Non-linear adjustments (e.g., changes to gamma settings) must be disclosed in the figure legend.

For further information, image examples, and more detailed guidance, we advise reading [What’s in a picture? The temptation of image manipulation](#) (reprinted in the *Journal of Cell Biology* (2004) 166, 11-15).

- If a cropped image is included in the main text of a paper (e.g. a few lanes of a gel), display the full original image, including the appropriate controls, the molecular size ladder and/or the scale as relevant, as a single figure in a Supplementary Material file to facilitate peer-review and for subsequent on-line publication.
- The statistical analysis applied to the quantitative data associated with images must clearly define the statistical unit considered (e.g. the animal, the sample).
- Image screening prior to acceptance: Digital images from manuscripts nearing acceptance for publication will be screened for any evidence of improper manipulation or quality. If the original images cannot be supplied by authors on request, the journal reserves the right to reject the submission or to withdraw the published paper.

Supplementary material

Authors can include supplementary material in any type of article. Detailed description and results of quality control checks of critical methodologies should be reported in Supplementary materials if not included in the Material and methods section. Supplementary material will appear only in the electronic

version. A link to this on-line supplementary material will be included by the Copy Editor at the proof stage. Supplementary material will be peer-reviewed along with the rest of the manuscript. The main text of the article must stand alone without the supplementary material. Supplementary material should be presented according to the instructions for the main text. **It will not be copy-edited and authors are entirely responsible for the presentation of the supplementary material according to *animal*'s style.**

Supplementary material directions

- In the main text, supplementary material are referred to as:
"Supplementary Table S1", "Supplementary Table S2", etc. for tables
"Supplementary Figure S1", "Supplementary Figure S2", etc. for figures
"Supplementary Material S1", "Supplementary Material S2", etc. for other material
For example: "The list of references used for the meta-analysis is given in Supplementary Material S1 and Supplementary Table S1 reports, etc."
- Supplementary material is submitted along with the main manuscript in a separate file and identified at uploading as "Supplementary File – for Online Publication Only"
- The title of the article and the list of authors are included at the top of the supplementary material
- No line numbering
- Single spacing
- Unlike the figures included in the main text, each supplementary figure has its own title embedded below the figure

Typographical conventions

Title and headings

As illustrated, and detailed above and in the style sheet (see <https://www.cambridge.org/core/journals/animal/information/instructions-contributors>), the *animal* conventions apply to (a) *Title* of the paper, Authors' names and addresses; (b) *Main section headings*, such as Abstract, Implications, Introduction, Material and methods, Results, Discussion, Acknowledgements, Declaration of interest, Ethics committee, Software and data repository resources, References; and (c) two levels of *Subheadings*.

Title and heading directions

- Title – use bold, with an initial capital for the first word only and for words that ordinarily take capitals
- Authors' names – use lower case with initials in capitals (e.g. J. Doe)
- Authors' addresses – use italics
- Headings are left aligned with an initial capital for the first word only, and not numbered
- Main section headings – use bold with no full stop at the end; text follows on the next line (e.g. **Abstract**)
- Subheading (level 1) – use italics with no full stop at the end; text follows on the next line (e.g. *Experimental design*)
- Sub-subheading (level 2) – use italics and end with a full stop; text follows on the same line (e.g. *Milk fatty acid composition*. The fatty acid...)

Abbreviations

Standard abbreviations (Table 2) are not defined. Non-standard abbreviations are defined at first use separately in the abstract and in the main text, they should be written in **bold capitals at first occurrence**. To facilitate understanding of the manuscript, the number of abbreviations should be kept to a minimum (not more than 10 non-standard abbreviations is advised). Abbreviations in the titles, (sub)headings or keywords are discouraged.

Abbreviation directions

- Define abbreviations at first appearance in the abstract and in the main text
- Authors should avoid excessive use of non-standard abbreviations (a maximum of 10 is advised)
- No author-defined abbreviation in the (short) titles, in (sub)headings or in keywords
- Abbreviations used in tables and figures must be defined either as footnotes or in the caption
- Do not start a sentence with an abbreviation