



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

MARYANNE SILVA CUNHA

**RECRIA E TERMINAÇÃO DE BOVINOS MACHOS
INTEIROS E IMUNOCASTRADOS DE DOIS GRUPOS
GENÉTICOS**

ARAGUAÍNA-TO
2019

MARYANNE SILVA CUNHA

**RECRIA E TERMINAÇÃO DE BOVINOS MACHOS
INTEIROS E IMUNOCASTRADOS DE DOIS GRUPOS
GENÉTICOS**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor, junto
ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical
da Universidade Federal do Tocantins.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva

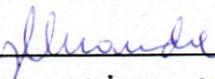
ARAGUAÍNA-TO
2019

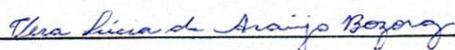
**RECRIA E TERMINAÇÃO DE BOVINOS MACHOS INTEIROS E
IMUNOCASTRADOS DE DOIS GRUPOS GENÉTICOS**

Por

MARYANNÉ SILVA CUNHA

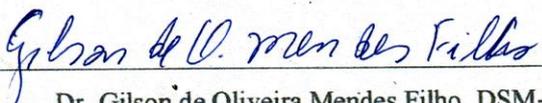
Tese apresentada no dia 26-11-2019 como requisito
parcial para obtenção do título de Doutor, sendo julgada
e aprovada pela Banca Examinadora formada por:


Orientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva, UFT


Profª Drª Vera Lúcia de Araújo Bozorg, UFT


Drª Aline Evangelista Machado Santana, UFT


Prof. Dr. João Restle, UFG


Dr. Gilson de Oliveira Mendes Filho, DSM-Tortuga

ARAGUAÍNA-TO
2019

AGRADECIMENTOS

À Deus por ser minha rocha e fortaleza, que me sustenta e faz todas as coisas na plenitude de seu tempo. Obrigada pela conclusão desta etapa.

À minha família pela compreensão, auxílio e amor incondicional.

Ao programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical e, em especial, a coordenadora do curso, professora Fabrícia Miotto, e ao secretário, Jeekyçon Cardoso, por sempre fazerem o melhor ao seu alcance para ajudar os alunos.

Ao professor José Neuman por me orientar desde a graduação na iniciação científica, estágio de conclusão de curso, mestrado e doutorado. Obrigada pela confiança, ajuda durante esses anos e pelos esforços incontáveis para a realização do experimento e em todas as etapas do estudo. Minha jornada acadêmica é marcada pela sua presença e excelência profissional.

Ao professor João Restle pela ajuda, paciência e conselhos. É uma honra conhecê-lo e trabalhar ao seu lado.

Ao Chico, Derlan e Jodean pela ajuda imprescindível para a realização do experimento, que em meio aos trabalhos realizados na chácara Santa Luzia, estavam dispostos a ajudar, sempre com um sorriso no rosto e uma boa história para contar.

Aos colegas do grupo de estudo em produção de ruminantes pela auxílio na realização de atividades, em especial ao Luis Felipe e Samuel, que ajudaram grandemente para a realização do experimento e análises laboratoriais, respectivamente.

À empresa Agrocria pelo fornecimento do núcleo (Engordin) e à empresa Zoetis pelo fornecimento da vacina (Bopriva). Obrigada por auxiliar no desenvolvimento do experimento.

Aos técnicos do laboratório de nutrição animal, Adriano Vieira e Josimar Almeida, por me ajudarem de forma indispensável para a realização das análises experimentais.

Ao André Teles pela ajuda na condução do experimento, incentivo e companheirismo ao longo do caminho, obrigada por estar sempre ao meu lado.

Aos colegas de pós-graduação, André Augusto, Carla Fonseca, Daniel, Jhone, Karina, Luan, Marcio Odilon, Rafael, Raquel, Tais Valéria, agradeço pela amizade e companheirismo, que mais que ninguém entendem as dificuldades e esperanças depositadas nesse caminho. Desejo sucesso profissional e pessoal a todos e espero, ainda que distante, comemorar as vitórias de cada um.

A felicidade de concluir essa jornada apenas é completa pela participação de cada um de vocês.

“Desistir... eu já pensei seriamente nisso, mas nunca me levei realmente a sério; é que tem mais chão nos meus olhos do que o cansaço nas minhas pernas, mais esperança nos meus passos, do que tristeza nos meus ombros, mais estrada no meu coração do que medo na minha cabeça.”

CORA CORALINA

"A única forma de alcançar o impossível é pensar que é possível."

LEWIS CARROLL (Alice no País das Maravilhas)

RESUMO GERAL

Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da imunocastração de bovinos machos Nelore e Holandês-Zebu recebendo altos níveis de suplementação nas fases de recria e terminação. Foram utilizados 36 bovinos, 18 Nelore com peso inicial de 217,61 kg e 18 Holandês-Zebu com peso inicial de 217,94 kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2 x 2, dois grupos genéticos (Nelore e Holandês-Zebu) e duas condições sexuais (não castrado e imunocastrado). A imunocastração reduziu a circunferência, a largura, o comprimento, o peso e o volume dos testículos. O ganho médio diário (GMD) dos animais inteiros e imunocastrados foram semelhantes durante a recria, mas na terminação o GMD foi maior para os animais não castrados. Os grupos genéticos não influenciaram o GMD e os pesos de carcaça quente e fria, no entanto, os animais Nelore apresentaram maiores rendimentos de carcaça quente e de carcaça fria. As concentrações de glicose, creatinina e aspartato aminotransferase foram maiores para os animais Nelore na recria. Os machos Holandês-Zebu não castrados apresentaram menores concentrações de ureia na terminação em comparação aos machos Holandês-Zebu imunocastrados e Nelore não castrados. A imunocastração aumentou a espessura de gordura subcutânea (EGS) nos animais Holandês-Zebu, mas não houve efeito sobre a EGS dos animais Nelore. Os machos não castrados apresentaram maiores área do *Longissimus lumborum*, proporção de músculo e rendimento do dianteiro. Por outro lado, os machos imunocastrados apresentaram maiores proporções de gordura na carcaça e na composição da carne, menor força de cisalhamento da carne, maiores luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*) da carne e b^* da gordura. Os animais Holandês-Zebu podem ser utilizados para a produção de carne, pois apresentam ganho de peso, características de carcaça e carne semelhantes a de animais Nelore, com exceção do rendimento de carcaça. A imunocastração reduz o desempenho, consequentemente a terminação de machos não castrados é mais viável economicamente. Contudo, a imunocastração aumenta a deposição de gordura na carcaça, a maciez e melhora os aspectos visuais da carne. Portanto, a imunocastração deve ser usada apenas quando existe uma remuneração diferenciada no abate de animais castrados.

Palavras-chave: Cor da carne. Grau de acabamento. Hormônio liberador de gonadotrofina. Metabolitos sanguíneos.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of immunocastration of Nellore male and Holstein-Zebu cattle receiving supplement at a rate of 1 and 2% of body weight during the growing and finishing phases, respectively. Thirty-six male cattle (217.80 ± 20.58 kg) were distributed following a completely randomized design with a 2×2 factorial arrangement into two genetic groups (Nellore and Holstein-Zebu) and two sex classes (intact and immunocastrated). Immunocastration reduced the circumference, width, length, weight and volume of the testicles. The average daily weight gain (DWG) of the intact and immunocastrated animals was similar during the growing phase, but at the finishing phase the DWG was higher for the intact animals. The genetic groups did not alter DWG and the hot carcass weight and cold carcass weight, however Nellore animals showed higher hot carcass yield and cold carcass yield. The glucose, creatinine and aspartate aminotransferase concentrations were higher for the Nellore during growth. The urea concentration showed interaction between the genetic groups and the sexual conditions at finishing. Immunocastration increased the subcutaneous fat thickness (SFT) in the Holstein-Zebu, but had no effect on SFT in Nellore animals. The intact males had larger *Longissimus lumborum* area, muscle proportion and forequarter. On the other hand, the immunocastrated males had fat in carcass and meat higher and shear force of meat lower, lightness (L^*), redness (a^*) and yellowness (b^*) of meat and b^* of fat higher. Male dairy cattle show performance, carcass and meat characteristics similar to that of Nellore males and can be used for beef production, but their carcass yield is lower. Immunocastration reduces performance, as a result termination of intact males is more economically viable. However, the immunocastration increases the fat in the carcass, the tenderness and improves the visual aspects meat. Therefore, the immunocastration should only be used when a differentiated payment exists for castrated animals at slaughter.

Key words: Blood metabolites. Finishing degree. Gonadotropin-releasing hormone. Meat color.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Circunferência escrotal final (cm) de bovinos não castrados (NC) e imunocastrados (IC).....	21
Tabela 2. Ganho médio diário (kg dia ⁻¹) de machos não castrado (NC), castrados cirurgicamente (CC) e imunocastrados (IC).....	25
Tabela 3. Espessura de gordura subcutânea (mm) de machos não castrados (NC), castrados cirurgicamente (CC) e imunocastrados (IC).....	27
Tabela 4. . Desempenho e características de carcaça de machos Nelore e mestiços de origem leiteira.....	31

CAPÍTULO II

Tabela 1. Dados climáticos registrados durante o período experimental.....	54
Tabela 2. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e do concentrado.....	55
Tabela 3. Características do dossel e composição químico-bromatológica do capim Massai durante a recria.....	62
Tabela 4. Características do dossel e composição químico-bromatológica do capim Massai durante a terminação	63
Tabela 5. Consumo de concentrado de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC), nas fases de recria e terminação.....	65
Tabela 6. Características dos testículos de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC)	66
Tabela 7. Desempenho produtivo de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC), nas fases de recria e terminação.....	67
Tabela 8. Indicadores sanguíneos de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC), nas fases de recria e terminação.....	69
Tabela 9. Concentração de ureia na fase de terminação de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC).....	71
Tabela 10. Análise econômica das fases de recria e terminação de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC)	72
Tabela 11. Receita líquida e lucratividade da terminação de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC) em diferentes cenários de custo do grão de milho.....	74

CAPÍTULO III

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e do concentrado.....	85
Tabela 2. Comportamento pré-abate de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC).....	88
Tabela 3. Características quantitativas e cortes primários da carcaça de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC).....	90
Tabela 4. Correlação de Pearson entre as características da carcaça de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados e imunocastrados.....	92
Tabela 5. Características métricas da carcaça, conformação e área do <i>Longissimus lumborum</i> (ALL) de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC).....	93
Tabela 6. Composição física da carcaça e química da carne de bovinos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC).....	94
Tabela 7. Correlação de Pearson entre as características da carcaça e da carne de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados e imunocastrados.....	96
Tabela 8. Espessura de gordura subcutânea de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC).....	97
Tabela 9. Características qualitativas da carcaça e da carne de bovinos machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC).....	99

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a*	Intensidade de vermelho
AGVs	Ácidos graxos voláteis
ALB	Albumina
ALL	Área do <i>Longissimus lumborum</i>
ALP	Fosfatase alcalina
ALT	Alanina aminotransferase
AST	Aspartato aminotransferase
b*	Intensidade de amarelo
C	Colmo
CA	Carga animal
CB	Comprimento do braço
CC	Castrados cirurgicamente
CpC	Comprimento da carcaça
CCNF	Consumo de carboidratos não fibrosos
CEE	Consumo de extrato etéreo
CF	Carcaça fria
CFDN	Consumo de fibra em detergente neutro
CGP	Custo do ganho de peso
CMS	Consumo de matéria seca
CNF	Carboidratos não-fibrosos
CP	Comprimento da perna
CPB	Consumo de proteína bruta
Crt	Creatinina

CS	Condição sexual
CT	Custo total
CTC	Custo total do concentrado
CV	Coefficiente de variação
DIA	Dianteiro
DMSF	Desaparecimento de massa seca de forragem
EC	Espessura do coxão
EE	Extrato etéreo
EMVZ	Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia
F	Folha
FC	Força de cisalhamento
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDNcp	Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína
FSH	Hormônio folículo estimulante
GG	Grupo genético
Glc	Glicose
GMD	Ganho médio diário
GnRH	Hormônio liberador de gonadotrofina
GPT	Ganho de peso total
IC	Imunocastrado
L*	Luminosidade
LH	Hormônio luteinizante
M/G	Relação músculo:gordura
M/O	Relação músculo:osso

MF	Massa de forragem
MM	Material morto
MN	Matéria natural
MS	Matéria seca
MSFA	Massa seca de forragem acumulada
MSFD	Massa seca de forragem disponível
NC	Não castrado
NDT	Nutrientes digestíveis totais
OLF	Oferta de lâmina foliar
OMS	Oferta de matéria seca
PA	Peso de abate
PAG	Ponta de agulha
PB	Proteína bruta
PC	Perdas por cozimento
PC	Peso corporal
PC/O	Relação porção comestível:osso
PCF	Peso da carcaça fria
PCQ	Peso da carcaça quente
PCQI	Peso de carcaça quente integral
PD	Perdas por descongelamento
PeB	Perímetro do braço
PVF	Peso vivo final
PVI	Peso vivo inicial
PT	Perdas totais
QR	Quebra no resfriamento

RCF	Rendimento da carcaça fria
RCQ	Rendimento da carcaça quente
RCQI	Rendimento de carcaça quente integral
RG	Recortes de gordura
RGPCQI	Recorte de gordura em porcentagem do peso de carcaça quente integral
TE	Traseiro especial
TGL	Triglicerídeos
UFT	Universidade Federal do Tocantins
UM	Umidade

SUMÁRIO

CAPÍTULO I- CONSIDERAÇÕES INICIAIS	15
1.1 Imunocastração de bovinos machos.....	16
1.1.1 Efeito da imunocastração sobre as características testiculares	21
1.1.2 Efeito da imunocastração sobre o desempenho produtivo	22
1.1.3 Efeito da imunocastração sobre as característica da carcaça e da carne	26
1.2 Aproveitamento de machos leiteiros para produção de carne	30
1.3 Suplementação de bovinos em pastejo.....	33
1.4 Utilização do milho grão inteiro na alimentação animal	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
CAPÍTULO II - DESEMPENHO PRODUTIVO DE MACHOS INTEIROS E IMUNOCASTRADOS DE DOIS GRUPOS GENÉTICOS	50
1. INTRODUÇÃO	52
2. MATERIAL E MÉTODOS	53
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4. CONCLUSÃO.....	75
REFERÊNCIAS BIBIOGRAFICAS	75
CAPÍTULO III- CARACTERÍSTICAS DA CARCAÇA E DA CARNE DE MACHOS INTEIROS E IMUNOCASTRADOS DE DOIS GRUPOS GENÉTICOS	81
1. INTRODUÇÃO	83
2. MATERIAL E MÉTODOS	84
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	89
5. CONCLUSÕES.....	102
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
APÊNDICES	109

CAPÍTULO I- CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Com um rebanho de 214,69 milhões de bovinos, o Brasil produziu no ano de 2018 um total de 10,96 milhões de toneladas equivalente carcaça com o abate de 44,23 milhões de animais (ABIEC, 2019). Apesar de alta produção de carne do país, ela está aquém da sua capacidade produtiva e essa situação é resultado do baixo investimento em tecnologia na atividade pecuária, sendo verificada baixa eficiência produtiva, abate de animais com idade avançada e com reduzida deposição de gordura na carcaça e carnes com baixo grau de maciez.

A principal raça bovina utilizada no Brasil para produção de carne é a Nelore, devido a sua comprovada rusticidade e bom desempenho em condições tropicais. Todavia, pesquisas têm indicado que os machos de origem leiteira também apresentam potencial para a produção de carne alcançando resultados próximos aos de raças tipicamente de corte quando recebem manejo nutricional adequado (FERNANDES et al., 2004; MISSIO et al., 2017; ROCHA JÚNIOR et al., 2010). No entanto, é comum que essa fonte de renda seja desperdiçada pelo produtor, pois esses animais são considerados pouco produtivos. Assim, são geralmente descartados logo após seu nascimento em propriedades leiteiras que possuem rebanho composto de raças especializadas, ou são criados de forma negligenciada em fazendas que necessitam do bezerro ao pé para ejeção do leite da vaca.

Visando agregar valor ao produto final por meio da melhoria na qualidade da carne, a imunocastração bovinos tem sido avaliada como alternativa para aumentar a deposição de gordura (ANDREO et al., 2013; MOREIRA et al., 2017), melhorar a maciez da carne (ANDREO et al., 2013), reduzir as perdas durante o resfriamento da carcaça (MOREIRA et al., 2017), melhorar a coloração da carne (MIGUEL et al. 2014), além de facilitar o manejo dos animais ao reduzir comportamentos agressivos e sexuais indesejáveis (HUXSOLL et al.,

1998; JAGO et al., 1997; PRICE et al., 2003) em comparação aos machos não castrados. Essa técnica é realizada pela aplicação de doses de vacina composta pelo fator anti-GnRH (fator liberador das gonadotrofinas), a qual estimula a produção de anticorpos contra o hormônio GnRH e inibe temporariamente a liberação dos hormônios sexuais (ZAMARATSKAIA et al., 2008), podendo ser utilizada como alternativa ao método tradicional de castração cirúrgica, o qual causa dor ao animal e pode apresentar complicações pós-operatórias (CARVALHO; SILVA; HOE, 2011), garantindo maior bem estar para os animais.

No Brasil a produção bovina é realizada principalmente a pasto e o atendimento das exigências nutricionais dos animais fica sujeita à produção e ao valor nutricional da forragem, os quais variam amplamente no decorrer do ano em função da sazonalidade das chuvas. Nesse sentido, a suplementação de bovinos a pasto pode ser utilizada como alternativa para balancear a dieta e reduzir ou eliminar as deficiências nutricionais do pasto e, assim, promover crescimento contínuo dos animais, elevar o ganho de peso, encurtar o tempo necessário para a terminação, reduzir a idade de abate, aumentar a taxa de lotação e, conseqüentemente, elevar a produtividade do sistema (DIAS et al., 2015; FREITAS NETO et al., 2014; PÖTTER et al., 2010; REIS et al., 2009).

Objetivou-se com esta revisão estudar o efeito da imunocastração e do aproveitamento de machos de origem leiteira para a produção de carne.

1.1 Imunocastração de bovinos machos

A castração tem como objetivo a modificação do comportamento dos bovinos machos para reduzir a agressividade e a atividade sexual, garantindo maior bem-estar para os animais e mais segurança no manejo, em decorrência da supressão na produção de hormônios sexuais (HUXSOLL et al., 1998; JAGO et al., 1997). Como consequência, ocorre alteração na deposição dos tecidos da carcaça, o que resulta em melhoria na qualidade da carne e da

carcaça pelo aumento na deposição de gordura subcutânea (ANDREO et al., 2013; FREITAS et al., 2015).

A maior espessura de gordura subcutânea é uma característica desejada pela indústria frigorífica para proteger a carcaça contra os efeitos negativos do resfriamento, como perda excessiva de líquido, escurecimento da parte externa dos músculos e encurtamento pelo frio (LAWRIE, 2005). Desta forma, a castração possibilita a produção de carcaças com melhor qualidade prevenindo, assim, a ocorrência desses problemas.

Existem diferentes métodos de castração, mas o principal método utilizado no Brasil para castração é a técnica cirúrgica (SILVA et al., 2003), onde é feita a remoção dos testículos por meio de duas incisões laterais na bolsa escrotal ou com a remoção do terço inferior do escroto (ANDERSON, 2007). Essa técnica causa dor e estresse fisiológico ao animal, por isso geralmente é realizada em animais mais jovens por ser menos estressante. Além disso, em animais mais jovens o processo de cicatrização é mais rápido e os gastos com medicamentos são menores (COETZEE et al., 2010).

A castração de bovinos machos após a puberdade aproveita os efeitos anabólicos dos hormônios andrógenos produzidos nos testículos. Contudo, quando a castração cirúrgica é realizada em animais mais velhos deve-se considerar as perdas no desempenho dos animais durante a recuperação do procedimento cirúrgico, além de possíveis hemorragias, infecções e miíases, que podem levar a perda do animal (CARVALHO; SILVA; HOE, 2011).

Como alternativa para reduzir os problemas associados com a castração cirúrgica e obter os benefícios desse procedimento, foi desenvolvida a técnica de castração imunológica na Austrália, onde a vacina é comercializada desde 1998 (ZOETIS, 2018b). Essa técnica foi criada para atender a pressão dos consumidores quanto ao bem-estar de suínos que eram castrados cirurgicamente para redução do odor do macho inteiro na carne.

A imunocastração de bovinos é realizada por aplicação de doses da vacina Bopriva[®] (Zoetis Indústria de Produtos Veterinários LTDA), licenciada no Ministério da Agricultura sob o registro 9.584/10 e foi lançada no Brasil em maio de 2011, permitindo a castração imunológica de bovinos machos e fêmeas (ZOETIS, 2018a). Essa vacina contém uma forma modificada do hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) conjugada a uma proteína, que é capaz de estimular o sistema imunológico do animal a produzir anticorpos específicos contra o GnRH (ZAMARATSKAIA et al., 2008).

O GnRH é um decapeptídeo sintetizado e liberado pelo hipotálamo e atua sobre a hipófise anterior induzindo a secreção de hormônios gonadotróficos, hormônio folículo estimulante (FSH) e o hormônio luteinizante (LH) (STANISLAUS et al., 1998). Estas gonadotrofinas agem nas gônadas e estimulam o desenvolvimento gonadal, gametogênese e esteroidogênese, que em machos referem-se ao crescimento testicular, espermatogênese e produção de testosterona, respectivamente (STANISLAUS et al., 1998; HAFEZ; HAFEZ, 2004). A testosterona é liberada na circulação sanguínea e estimula o desenvolvimento das características sexuais secundárias, o comportamento sexual (libido), a espermatogênese e possui efeitos anabólicos (STANISLAUS et al., 1998; HAFEZ e HAFEZ, 2004). Desta forma, quando o animal é imunizado contra o GnRH o sistema imune do animal interrompe o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal e reduz a produção de testosterona a níveis fisiológicos não eficientes.

A vacina é administrada em pelo menos duas doses injetáveis (inicial e reforço) na tábua do pescoço. A primeira dose de Bopriva[®] atua na sensibilização do sistema imunológico do animal para começar a produzir o efeito desejado 10 a 14 dias após a segunda dose da vacina. A duração do período de castração imunológica é alterada conforme o intervalo entre a aplicação da primeira e da segunda dose da vacina. O intervalo de 30 dias entre as doses proporciona período de castração de 90 dias, já o intervalo de 60 dias entre doses proporciona

período de castração de 120 dias e o intervalo de 90 dias entre doses proporciona período de castração de 150 dias. Doses adicionais do produto podem ser utilizadas para prolongar o efeito da imunocastração por mais cinco meses, não havendo período de carência para o abate dos animais, pois o produto não deixa resíduos na carne (ZOETIS, 2018a).

No trabalho de Marti et al. (2015) com bovinos Angus e Angus cruzados observou-se que os títulos de anticorpos anti-GnRH no soro aumentaram nos animais imunocastrados 14 dias após a segunda dose da vacinação e manteve-se maior do que em bovinos não castrados, em consequência a concentração de testosterona no soro foi reduzida permanecendo abaixo de 1 ng mL^{-1} após a segunda vacinação até ao final do estudo (56 dias), o que indica resposta imunitária adequada da vacina. De forma semelhante, Janett et al. (2012) ao avaliarem o efeito da imunização contra o fator GnRH em bezerros Holandês pré-púberes, verificaram aumento nos títulos de anticorpos contra o GnRH 14 dias após a segunda dose da vacina com supressão da secreção de testosterona durante 24 semanas, durante as quais os animais possuíam menos de $0,5 \text{ ng mL}^{-1}$ do hormônio, quando sua concentração passou a aumentar continuamente até restabelecer níveis semelhantes aos animais não castrados. Segundo Amatayakul-Chantler et al. (2012) a concentração sérica de testosterona para castrar efetivamente os animais é menor que 5 ng mL^{-1} , enquanto em bovinos inteiros, produzidos nas mesmas condições, a concentração de testosterona pode chegar a 10 ng mL^{-1} .

Ao avaliar o efeito da imunocastração em touros Nelore com 2 anos de idade, Hernandez et al. (2005) conseguiram eficácia de 93% da castração imunológica para induzir efeito semelhante ao da castração cirúrgica. De forma semelhante, em trabalho de Amatayakul-Chantler et al. (2012) foi verificada eficácia da vacina contra GnRH de 97%. Portanto, a imunização contra o GnRH tem-se mostrado uma alternativa prática não invasiva para substituir a castração cirúrgica de bovinos (ADAMS et al., 1996).

Amatayakul-Chantler et al. (2013) observaram diferenças na incidência de efeitos adversos ao utilizar os métodos de castração cirúrgica e imunocastração, visto que 8,1% dos animais castrados cirurgicamente apresentaram complicações enquanto nenhum animal imunocastrado apresentou qualquer sequela. Ao avaliar o comportamento de bovinos Angus em confinamento após a castração cirúrgica e a segunda dose da vacina de imunocastração, Marti et al. (2015) verificaram que os animais castrados cirurgicamente apresentaram comportamento mais ativo relacionado à dor, o que indica maior desconforto desses animais comparado aos animais inteiros e imunizados contra GnRH.

Contudo, alguns trabalhos têm relatado aumento temporário na temperatura corporal dos animais após as vacinações. Janett et al. (2012) verificaram durante dois dias temperatura corporal com pico de 40,7 °C em animais imunocastrados, enquanto a temperatura corporal dos animais inteiros variou entre 37,9 e 40,1°C, mas não foram observados efeitos adversos do aumento de temperatura. De forma semelhante, Marti et al. (2015) verificaram resposta febril após a primeira e segunda vacinação com anti-GnRF, com médias de 38,9 °C para os machos não castrados, de 39,5 °C para machos castrados cirurgicamente e de 40,6 °C para os machos imunocastrados. Esses autores observaram que dois dias após a vacinação 30% dos animais continuavam febris e após 5 dias nenhum animal se encontrava nesse quadro e relacionaram o aumento da temperatura a redução no consumo durante esse período.

Em trabalhos de Jago et al. (1997), Huxsoll et al. (1998) e Price et al. (2003) a imunização ativa contra o GnRH mostrou-se eficiente em reduzir os comportamentos agressivos e a sodomia em bovinos imunocastrados em comparação a bovinos não castrados. A redução das atividades sexuais e da agressividade em touros pode resultar em aumento do crescimento e em melhorias na qualidade da carne e no bem-estar dos animais (AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2012), pois reduz a ocorrência de hematomas nas carcaças e a agressividade entre os animais nos currais de espera.

1.1.1 Efeito da imunocastração sobre as características testiculares

O desenvolvimento testicular é retardado em bovinos ativamente imunizados contra o hormônio GnRH, como verificado em estudo realizado por Adams et al. (1996). Esses autores verificaram que a circunferência escrotal (34,17 vs. 38,1 cm) e o peso testicular (360,08 vs. 516,4 g) foram reduzidos em bovinos Hereford e Hereford-Red Angus imunizados em relação as médias obtidas para os bovinos não imunizados dos mesmos grupos genéticos, sendo identificado que essas variáveis são inversamente correlacionados com o título anti-GnRH (-0,63 e -0,58, respectivamente). Trabalhos recentes têm confirmado a redução da circunferência escrotal de forma consistente ao imunocastrar bovinos, sendo observada redução média de 19,73% (Tabela 1).

Tabela 1. Circunferência escrotal final (cm) de bovinos não castrados (NC) e imunocastrados (IC).

Referência	Raça	Idade (meses)	NC	IC	Variação,%
Janett et al. (2012)	Holandês	15	35,80	33,50	-6,42
Marti et al. (2015)	Angus	12	37,80 a	32,40 b	-14,29
Marti et al. (2017)	Holandês	11	36,20 a	31,00 b	-14,36
Moreira et al. (2017)	Aberdeen Angus x Nelore	20	34,61 a	25,83 b	-25,37
Zanella et al. (2009)	Nelore	48	35,60 a	22,00 b	-38,20
Média			36,00	28,95	-19,73

^{a-b} Médias seguidas de diferentes letras diferem estatisticamente conforme as respectivas referências.

Além da redução da circunferência escrotal, Marti et al. (2017) verificaram que a consistência testicular do grupo vacinado tornou-se mais flácida a medida em que o estudo

progrediu enquanto a consistência testicular dos animais não castrados tornou-se mais firme, sendo observado que 61,7% dos animais vacinados apresentaram consistência testicular pontuada como flácida ou muito flácida e apenas 3,7% como firme, por outro lado a consistência testicular dos machos inteiros foi classificada como muito firme ou firme em 99,4% do grupo. Esta resposta é corroborada no trabalho desenvolvido por Moreira (2013) que relatou dificuldade de mensurar a circunferência escrotal dos animais imunocastrados na última avaliação do estudo, pois os animais apresentavam testículos completamente disformes e com consistência flácida.

Ao realizar avaliação histológicas dos testículos de bovinos Holandês imunocastrados, Zanella et al. (2009) verificaram que 85% dos animais apresentaram degeneração testicular com ausência de espermatozoides e 15% dos animais apresentavam redução no número de espermatozoides, enquanto nos animais inteiros houve presença de espermatozoides em 100% das amostras. Esses resultados estão de acordo com os observados por Assumpção, Barros e Macedo (2017) que ao avaliar a produção e a qualidade dos espermatozoides de bovinos Nelore após duas doses da vacina Bopriva, verificaram redução de 60,61% na motilidade espermática, de 53,57% no vigor, de 70,36% na concentração de espermatozoides e aumento de 70,15% nos defeitos totais.

1.1.2 Efeito da imunocastração sobre o desempenho produtivo

Na criação de animais inteiros tem-se como vantagens maior desenvolvimento muscular e melhor eficiência alimentar em comparação aos animais castrados (VAZ et al., 2014). Ao realizar terminação de machos das raças Nelore e Nelore x Aberdeen Angus, Miguel (2013) não verificou diferença no consumo de matéria seca entre os animais castrados cirurgicamente, imunocastrados e não castrados, com médias de 11,45 kg dia⁻¹. De forma semelhante, Antonelo et al. (2017) não verificaram diferença no consumo de matéria seca

entre animais não castrados e imunocastrados Nelore, com médias de 9,2 kg dia⁻¹. No entanto, nesses dois trabalhos foram observados maior ganho médio diário para os animais não castrados (Tabela 2), resultando, assim, em melhor conversão alimentar para estes animais.

Andreo et al. (2013) verificaram maior ganho de peso diário, peso de carcaça quente e rendimento de carcaça para machos inteiros Nelore em comparação aos animais imunocastrados da mesma raça em 16,04%, 7,04% e 2,85%, respectivamente. De forma semelhante, Zanella et al. (2009) observaram maior ganho de peso (0,43 vs. 0,35 kg dia⁻¹) e maior peso final (576,00 vs. 507,00 kg) para os machos Nelore não castrados em comparação ao grupo imunizado. O melhor desempenho apresentado pelos bovinos inteiros é atribuído a ação do hormônio testosterona, que exerce influência positiva sobre o crescimento muscular do animal e a eficiência alimentar. Freitas et al. (2015), por outro lado, trabalhando com machos 3/4 Holandês-Zebu não verificaram diferenças significativas em relação ao ganho de peso e ao rendimento de carcaça entre os animais não castrados e imunocastrados (1,92 kg dia⁻¹; 49,99%, respectivamente), com menores médias obtidas para animais castrados fisicamente (1,52 kg dia⁻¹; 48,21%, respectivamente).

Ao comparar os efeitos da castração cirúrgica com a imunocastração utilizando vacina contra o GnRH na terminação de bovinos Nelore a pasto, Amatayakul-Chantler et al. (2013) verificaram que a imunocastração melhorou o desempenho dos animais, apresentando maior ganho médio diário (0,79 vs. 0,75 kg dia⁻¹), peso vivo final (510 vs. 502 kg), peso de carcaça quente (272,8 vs. 264,4 kg) e rendimento de carcaça quente (53,5 vs. 52,8%). Os autores atribuíram a melhoria no desempenho dos animais imunocastrados ao leve aumento observado na concentração de testosterona antes do abate, pois os animais foram abatidos 40 dias após o prazo de efeito castrado garantido pela empresa, exercendo um efeito natural anabólico. Outra hipótese levantada pelos autores para o melhor desempenho é a ausência de retrocesso na taxa de crescimento pós-cirúrgica, ou combinação de ambos os mecanismos.

Em geral, o desempenho dos animais imunocastrados mostram-se intermediários entre os animais inteiros e castrados cirurgicamente, com redução média de 11,18% no ganho de peso diário em comparação aos animais não castrados e médias 11,49% maiores que os animais castrados cirurgicamente (Tabela 2). A redução no ganho de peso em resposta a castração, imunológica ou cirúrgica, ocorre devido a antecipação da maturidade fisiológica, com desaceleração na deposição de massa muscular e acréscimo na taxa de deposição de gordura na carcaça, justificando a semelhança na ingestão de matéria seca e redução da eficiência alimentar entre as condições sexuais (OWENS, 1993).

Tabela 2 - Ganho médio diário (kg dia⁻¹) de machos não castrado (NC), castrados cirurgicamente (CC) e imunocastrados (IC).

Referência	Raça	Idade (meses)	Sistema	NC	CC	IC	Variação, %	
							IC / NC	IC / CC
Amatayakul-Chantler et al. (2012)	Bos indicus Zebu × Pardo Suíço	18	Confinamento	1,05 b	-	1,10 a	4,8	-
Amatayakul-Chantler et al. (2013)	Nelore	30	Pastagem	-	0,75 b	0,79 a	-	5,3
Andreo et al. (2013)	Nelore	23	Confinamento	1,23 a	-	1,06 b	-13,8	-
Antonelo et al. (2017)	Nelore	23	Confinamento	1,38 a	-	1,11 b	-19,57	-
Freitas et al. (2015)	3/4 Holandês-Zebu	23	Confinamento	1,88 a	1,52 b	1,95 a	3,7	28,3
Miguel (2013)	Nelore e Nelore x Aberdeen Angus	21 a 27	Confinamento	1,64 a	1,25 b	1,34 b	-18,3	7,2
Moreira et al. (2015)	Aberdeen Angus x Nelore	30	Pastagem	0,91 a	0,64 b	0,74 b	-18,7	15,6
Ribeiro et al. (2004)	Nelore	36	Pastagem	0,67 a	0,49 b	0,51 b	-23,9	4,1
Marti et al. (2015)	Angus e Angus cruzados	12	Confinamento	1,49 a	1,04 c	1,23 b	-17,4	18,3
Marti et al. (2017)	Holandês	11	Confinamento	1,54 a	1,32 c	1,43 b	-7,1	8,3
Média				1,29	1,01	1,13	-11,18	11,49

^{a-c} Médias seguidas de diferentes letras diferem estatisticamente conforme as respectivas referências.

1.1.3 Efeito da imunocastração sobre as características da carcaça e da carne

A castração dos bovinos favorece a ocorrência de alterações na deposição dos tecidos da carcaça dos animais, o que resulta em melhor qualidade da carne e da carcaça devido a antecipação na deposição de gordura, garantindo maior grau de acabamento da carcaça (FREITAS et al., 2008). O aumento da espessura de gordura subcutânea é desejada pela indústria frigorífica com o finalidade de proteger a carcaça contra os efeitos negativos do resfriamento, como o escurecimento da parte externa dos músculos que recobrem a carcaça, além de prevenir contra o encurtamento das fibras musculares durante a refrigeração da mesma (MULLER, 1987).

Ao avaliar o efeito da imunocastração de machos Nelore, Andreo et al. (2013) verificaram que os animais imunocastrados apresentaram redução na profundidade do músculo *Longissimus lumborum* (122,89 vs. 128,66 mm), na área de olho de lombo (62,40 vs. 68,90 cm²) e na porcentagem de músculo na carcaça (63,25 vs. 65,14%) em comparação aos machos inteiros. Contudo, aqueles apresentaram maior espessura de gordura subcutânea (4,22 vs. 3,34 mm), grau de acabamento (3,60 vs. 2,90 pontos) e porcentagem de gordura na carcaça (20,88 vs. 18,76%). De forma semelhante, Amatayakul-Chantler et al. (2012) e Freitas et al. (2015) verificaram maior espessura de gordura subcutânea para machos imunocastrados em relação aos bovinos não castrados (Tabela 3).

Tabela 3. Espessura de gordura subcutânea (mm) de machos não castrados (NC), castrados cirurgicamente (CC) e imunocastrados (IC).

Referência	Raça	Idade (meses)	Sistema	NC	CC	IC	Variação, %	
							IC / NC	IC / CC
Amatayakul-Chantler et al. (2012)	Bos indicus Zebu × Pardo Suíço	18	Confinamento	3,0 b	-	5,0 a	66,67	-
Amatayakul-Chantler et al. (2013)	Nelore	30	Pastagem	-	3,71 a	4,08 a	-	10,0
Andreo et al. (2013)	Nelore	23	Confinamento	3,34 b	-	4,22 a	26,35	-
Antonelo et al. (2017)	Nelore	23	Confinamento	2,90 b	-	3,40 a	17,24	-
Freitas et al. (2015)	3/4 Holandês-Zebu	23	Confinamento	3,61 b	4,39 ab	4,90 a	35,73	11,6
Miguel et al. (2014)	Nelore e ½ Nelore x ½ Aberdeen Angus	21 a 27	Confinamento	4,91 a	5,42 a	4,90 a	-0,20	-9,6
Moreira et al. (2015)	Aberdeen Angus x Nelore	30	Pastagem	3,70 a	3,85 a	3,81 a	2,97	-1,0
Mueller et al. (2019)	Angus x Nelore	20	Confinamento	7,56 b	11,99 a	12,64a	67,20	5,42
Pérez-Linares et al. (2017)	Holandês	15 a 16	Confinamento	4,48 b	-	6,77 a	51,12	-
Ribeiro et al. (2004)	Nelore	36	Pastagem	2,9 b	4,5 a	5,2 a	79,31	15,6
Média				3,84	4,37	5,01	38,49	5,34

^{a-b} Médias seguidas de diferentes letras diferem estatisticamente conforme as respectivas referências.

Os trabalhos apresentados na Tabela 3 mostram aumento na deposição de gordura subcutânea em machos imunocastrados, com média 38,49% maior em comparação aos animais não castrados (5,01 vs. 3,84 mm). Mas, observa-se grande variação entre esses resultados, pois em trabalho de Miguel et al. (2014) e Moreira et al. (2015) não foram verificadas modificações na deposição de gordura subcutânea em resposta a imunocastração, enquanto no trabalho de Ribeiro et al. (2004) foi verificado aumento de 79,31% para essa característica (Tabela 3). Esses resultados provavelmente devem-se a diferenças no manejo nutricional, peso do animal, número e intervalo entre vacinas utilizadas para imunocastrar, período total do efeito castrado, bem como diferenças no peso a maturidade entre os grupos raciais avaliados nesses estudos.

Em pesquisa avaliando o efeito das condições sexuais nos rendimentos de cortes primários de bovinos terminados em confinamento, Miguel (2013) não observou diferença no rendimento do quarto traseiro especial (45,41%), mas verificou que os animais inteiros apresentaram maior rendimento do dianteiro do que os animais imunocastrados e castrados cirurgicamente (42,89, 41,57 e 40,20%, respectivamente), resposta atribuída ao dimorfismo sexual ocasionado pela ação dos hormônios androgênicos em animais inteiros. Quanto ao rendimento da ponta de agulha, os machos castrados cirurgicamente apresentaram maiores médias que os bovinos não castrados (13,34 vs. 12,84%), entretanto os imunocastrados apresentaram média semelhante aos dois grupos (12,93%).

Miguel et al. (2014) observaram que a condição sexual dos animais influenciou ainda os valores médios de pH, sendo obtidos valores mais elevados para os animais não castrados (5,95) em comparação aos animais castrados cirurgicamente e imunocastrados (5,71), os quais não diferiram entre si. As diferenças no pH foram atribuídas ao temperamento mais ativo dos animais inteiros em comparação ao dos animais castrados, que os torna mais suscetíveis ao estresse *ante mortem* e pode diminuir os estoques de glicogênio e comprometer a redução do

pH do músculo no *post mortem* durante o estabelecimento do *rigor mortis* (IMMONEN et al., 2000).

Amatayakul-Chantler et al. (2012) verificaram que a imunocastração melhorou a maciez da carne em comparação com a carne dos animais não castrados, devido a redução observada da força de cisalhamento (7,4 vs. 8,2 kgf). Esse resultado é apoiado pelo trabalho realizado por Andreo et al. (2013), que observaram redução na força necessária para cortar a carne de animais imunocastrados (6,42 vs. 7,95 kgf), resposta atribuída à maior atividade das calpaínas e confirmada pelo maior índice de fragmentação miofibrilar da carne dos animais imunocastrados em relação aos não castrados (92,00 vs. 83,59).

A testosterona é um hormônio anabólico que aumenta a atividade da calpastatina, sendo que esta enzima reduz a degradação proteica e favorece a deposição de tecido muscular (LOBLEY et al., 1990; MORGAN et al., 1993a). Após o abate a maior concentração de calpastatina inibe a atividade da calpaína, uma das principais enzimas responsáveis pelo amaciamento da carne, conforme descrito em trabalho de Morgan et al. (1993b) que ao realizarem o abate de machos não castrados e castrados aos 12 meses de idade, verificaram que a atividade da μ -calpaína (0,25 U g⁻¹ de carne) e m-calpaína (0,85 U g⁻¹ de carne) não foram alteradas, enquanto a atividade da calpastatina foi 81% maior no músculo *Longissimus lumborum* dos bovinos não castrados 24 horas *post mortem* (2,41 vs. 1,33 U g⁻¹ de carne).

A melhoria na coloração da carne dos animais imunocastrados foi verificada em trabalho de Miguel et al. (2014), com carne mais escura (34,12 vs. 36,77) e menos vermelha (17,12 vs. 19,00) para animais não castrados. De forma semelhante Marti et al. (2017) verificaram carne com maior intensidade de vermelho para animais imunocastrados e castrados em comparação aos animais inteiros (17,00 vs. 16,20). A melhoria na coloração da carne é importante, uma vez que essa é a principal característica em prateleira que determina a compra pelo consumidor (MISSIO et al., 2010b).

1.2 Aproveitamento de machos leiteiros para produção de carne

No Brasil tem-se alta quantidade de machos de origem leiteira disponíveis anualmente, visto que no ano de 2018 foram ordenhadas 16,36 milhões de vacas (IBGE, 2019) e com base nessa informação é possível estimar que 50% das crias são machos e considerando taxa de mortalidade de 10%, calcula-se disponibilidade de 7,36 milhões de bezerros de origem leiteira. Apesar da alta disponibilidade desses animais, no Brasil eles são geralmente descartado ou vendidos a preços irrisórios logo após o nascimento (HOTZEL et al., 2014). Por outro lado, nos Estados Unidos as raças leiteiras, principalmente a Holandesa, representa uma parte significativa do gado confinado, com até 3 a 4 milhões de bezerros sendo alimentados em confinamentos a cada ano (DROUILLARD, 2018).

Normalmente, observa-se baixo desempenho de machos Holandês devido aos melhores tratamentos serem destinados as fêmeas, por serem as futuras produtoras de leite. No entanto, se esses animais não tiverem seu crescimento prejudicado de forma irreversível, apresentam potencial de desenvolvimento acelerado quando recebem nutrientes em quantidade e qualidade necessária para atender seu potencial de produção (DIAS et al. 2017; MISSIO et al. 2017). A utilização de estratégias alimentares adequadas possibilita que os machos de origem leiteira apresentem alto desempenho, como observado em trabalho de Freitas Neto et al. (2014) que ao submeterem bovinos mestiços leiteiros a recria a pasto recebendo suplementação energética de 1,0% e 0,5% do peso corporal, verificaram que os maiores níveis de energia na fase de recria permitiram maior peso dos animais na entrada do confinamento, exigindo menor tempo para atingir o peso de abate.

Assim, quando as necessidades nutricionais desses animais são atendidas, é possível aproveitá-los para a produção de carne, representando uma importante alternativa para geração de renda na pecuária brasileira. Pesquisas têm indicado que machos leiteiros

apresentam potencial para a produção de carne, alcançando resultados próximos aos de raças tipicamente de corte quando recebem manejo nutricional adequado (Tabela 4).

Tabela 4. Desempenho e características de carcaça de machos Nelore e mestiços de origem leiteira

Referência		CMS, kg	GMD, kg	RCQ, %	ALL, cm ²
Costa et al., 2007	Nelore	-	-	54,92	56,71
	Holandês-Zebu	-	-	53,52	56,71
Fernandes et al., 2004	Nelore	8,25	1,15	-	-
	Holandês-Zebu	9,38	1,35	-	-
Gandra et al., 2011	Nelore	7,56 B	0,97	-	-
	Holandês	9,07 A	0,83	-	-
Missio et al., 2017	Nelore	9,39	1,5	56,46	66,22
	Holandês-Zebu	8,85	1,67	55,38	69,94
Rocha Junior et al., 2010	Nelore	-	1,28	52,96 A	66,40
	Holandês-Zebu	-	1,28	51,93 B	68,35

CMS, consumo de matéria seca; GMD, ganho médio diário; RCQ, rendimento de carcaça quente; ALL, área do *Longissimus lumborum*. ^{A-B} Médias maiúsculas na coluna diferem estatisticamente conforme as respectivas referências.

Ao avaliar a terminação de bezerros Holandeses em confinamento recebendo silagem de milho mais concentrado (40:60) ou em pastagem (azevém ou milheto) com 1% do peso corporal (PC) de suplemento, Dias et al. (2017) verificaram que os animais confinados apresentaram maior consumo de matéria seca (5,65 vs. 4,33 kg dia⁻¹), maior ganho de peso (0,95 vs. 0,69 kg dia⁻¹) e menor período de terminação (149 vs. 215 dias) para alcançar o peso de abate (200 kg), uma vez que receberam maior nível de concentrado. Esses resultados são apoiados pelo trabalho de Silva et al. (2015) que ao avaliarem níveis crescentes de concentrado (170; 340; 510 e 680 g kg⁻¹ de matéria seca total) para novilhos Holandês-Zebu em confinamento, verificaram aumentos no consumo de matéria seca, digestibilidade dos nutrientes, ganho médio diário, ganho de peso total, eficiência alimentar, pesos de carcaça quente e fria, rendimentos de carcaça quente e fria, ganho em carcaça e redução do conteúdo gastrointestinal. Esses resultados mostram que machos Holandeses têm potencial para a

produção de carne e expressam melhor desempenho quando recebem maior aporte nutricional.

Missio et al. (2017) avaliaram a terminação de machos Nelore e mestiços (Holandês-Gir e Holandês-Guzerá) em confinamento recebendo dois níveis de silagem de capim Mulato II (400 e 100 g kg⁻¹) e não verificaram alteração na ingestão de matéria seca (9,12 kg dia⁻¹), ingestão total de nutrientes digestíveis (6,26 kg dia⁻¹), no ganho médio diário (1,59 kg dia⁻¹), no escore de condição corporal (3,63 pontos) e no custo de alimentação (6,98 R\$ dia⁻¹) entre os dois grupos genéticos. De forma semelhante, Fernandes et al. (2004) ao realizarem a terminação de bovinos inteiros de três grupos genéticos (Nelore, ½ Holandês-Nelore e ½ Caracu-Nelore) não observaram diferenças significativas para o consumo de matéria seca (8,92 kg dia⁻¹), conversão alimentar (6,98 kg de MS/kg de PC), ganho de peso médio diário (1,30 kg dia⁻¹) e coeficientes de digestibilidade dos nutrientes.

No entanto, ao avaliar o crescimento dos componentes corporais dos diferentes grupos genéticos Fernandes et al. (2005) observaram que os animais Nelore apresentaram maior capacidade de desenvolvimento de carcaça, enquanto os animais ½ Holandês-Nelore apresentaram crescimento mais acentuado dos órgãos. Essa resposta foi corroborada por Rocha Júnior et al. (2010) que verificaram maior rendimento de carcaça quente para os animais Nelore em comparação aos animais mestiços (½ Holandês ¼ Gir ¼ Nelore) (52,96 vs. 51,53%), sem verificar alteração no ganho de peso entre os grupos genéticos (Tabela 4).

O menor rendimento da carcaça de machos de aptidão leiteira deve-se ao maior desenvolvimento do trato gastrointestinal, devido a seleção dos animais Holandeses para a produção de leite, que privilegiam maior desenvolvimento de órgãos e vísceras, em função da maior capacidade de ingestão de alimentos e maior atividade metabólica dos mesmos (SILVA et al. 2002; NEVES et al. 2016). Por outro lado, o maior rendimento de carcaça dos animais Nelore justifica-se pela seleção destinada a produção de carne. Além disso, raças zebuínas de

corte são mais adaptadas a condições ambientais adversas, sendo favorecidas pela menor exigência de manutenção, com órgãos e vísceras proporcionalmente menores e menos ativos (FERNANDES et al., 2005; ROCHA JÚNIOR et al., 2010).

No entanto, Costa et al. (2007) não verificaram diferença nos pesos e rendimentos de carcaça quente (200,33 kg; 54,22%) e fria (196,60 kg; 53,23%) entre bovinos Nelore e ½ Nelore-Holandês. Além disso, os mesmos autores não verificaram alteração entre os grupos genéticos para quebra de resfriamento (1,86%), comprimento da carcaça (125,93 cm), perímetro do braço (32,70 cm), espessura do coxão (22 cm), espessura de gordura de cobertura (3,89 mm), área de olho do lombo (56,71 cm²) e cortes primários da carcaça. De forma semelhante, Missio et al. (2017) não verificaram alteração nos pesos de carcaça quente (267,32 kg) e de carcaça fria (265,91 kg), rendimento de carcaça quente (55,92%) e de carcaça fria (55,63%), espessura de gordura subcutânea (3,85 mm), maturidade fisiológica (12,66 pontos) e área do *Longissimus lumborum* (68,08 cm²) entre machos Nelore e mestiços (Holandês-Gir e Holandês-Guzerá) terminados em confinamento.

Ao avaliar a qualidade da carne de bovinos Nelore e mestiços de origem leiteira (Holandês-Gir e Holandês-Guzerá), Missio et al. (2017) também não observaram diferenças para cor (2,74 pontos), textura (3,08 pontos), força de cisalhamento (5,19 kg/cm²), perda por descongelamento (5,79%) e perda por cocção (23,47%).

1.3 Suplementação de bovinos em pastejo

A produção de bovinos no Brasil é realizada principalmente a pasto, pois esta é a forma mais prática e econômica para alimentação de bovinos no país, devido a sua extensa área territorial e condições edafoclimáticas favoráveis. Estimativas mostram que apenas 12,6% dos animais abatidos no país em 2018 foram terminados em confinamento (ABIEC,

2019). No entanto, quando o pasto é a única fonte de energia e proteína para bovinos, o ganho de peso pode ser insuficiente, impossibilitando o abate de animais jovens, que atenderiam de forma mais eficiente as exigências do mercado consumidor.

O período mais crítico para o sistema de produção de bovinos em pastejo, do ponto de vista nutricional, é a estação seca do ano. Nesta época, as pastagens apresentam altos teores de fibra em detergente neutro, baixos teores de proteína bruta e baixa digestibilidade da matéria seca (SILVA et al., 2009). O baixo valor nutricional da forrageira e sua baixa produção afetam negativamente a ingestão de forragem e, conseqüentemente, o desempenho produtivo dos animais, levando ao abate de animais com idade avançada (FIGUEIREDO et al., 2007). Assim, quando se deseja abater os animais mais jovens, estratégias nutricionais como a suplementação devem ser utilizadas no sistema produtivo. A suplementação no período seco tem como objetivo adequar os níveis de nitrogênio deficientes no pasto para aumentar a eficiência de degradação da fração fibrosa e, conseqüentemente, elevar a taxa de passagem e o consumo de matéria seca da forragem (REIS et al., 2009).

Além dos benefícios comprovados da suplementação no período seco, trabalhos recentes têm verificado sua importância também no período chuvoso para permitir o abate de animais jovens e encurtar o ciclo de produção (FERNANDES et al. 2010; REZENDE et al. 2011; DIAS et al., 2015). Nessa fase, a suplementação é utilizada como ferramenta no manejo do pastejo priorizando maior ganho por animal e por área, visto que durante o período chuvoso as forragens são classificadas como de média a alta qualidade, com teores de compostos nitrogenados acima do mínimo recomendado para plena atividade das bactérias que utilizam os carboidratos estruturais (REIS et al., 2009).

O efeito da suplementação depende da quantidade e da qualidade da forragem disponível, bem como das características do suplemento (REIS et al., 2009). Moore et al. (1999) relatam as interações entre os consumos de pasto e de suplemento: o efeito substitutivo

ocorre quando há manutenção do consumo total em função do aumento da ingestão do suplemento e redução no consumo do pasto; o efeito aditivo, que ocorre quando há aumento no consumo em função do maior consumo do concentrado e manutenção do consumo de pasto; e o efeito substitutivo-aditivo ocorre quando há aumento no consumo total e redução no consumo de pasto.

Ao avaliar o fornecimento de suplementação proteico-energética (0,4% do PC) ou suplemento mineral durante a recria de novilhos mestiços $\frac{1}{2}$ Holandês-Zebu mantidos em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu no período das águas, Dias et al. (2015) verificaram maior consumo de matéria seca (7,07 vs. 6,03 kg dia⁻¹) e dos nutrientes (4,43 vs. 3,23 kg dia⁻¹) para os animais que receberam suplementação proteico-energética e, como consequência, foi observado melhor desempenho (0,97 vs. 0,70 kg dia⁻¹), melhor ganho de peso total (81,63 vs. 59,28 kg) e melhor conversão alimentar (7,53 vs. 8,74 kg de MS/kg de PC) para os novilhos que receberam esse tipo de suplemento.

De forma semelhante, Fernandes et al. (2010) ao comparar o desempenho bovinos cruzados ($\frac{1}{2}$ Nelore + $\frac{1}{2}$ Blonde D'Aquitaine) mantidos em pastagem *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante o período das águas recebendo ou não suplementação proteico-energética (0,6% PC), observaram aumento no ganho de peso (1,06 vs. 0,77 kg dia⁻¹) dos novilhos que consumiram suplemento comparado aos novilhos que não receberam, e como resultado, ao final do período das águas esses animais eram 30 kg mais pesados em relação aos bovinos que não receberam suplementação, o que representa incremento de 37% no ganho de peso. Nesse trabalho o aumento no ganho de peso foi atribuído ao efeito substitutivo do suplemento, devido à alta qualidade da forragem disponível.

Ao analisar os dados de novilhas de corte mantidas em pastagens cultivadas suplementadas ou não durante a estação chuvosa, Pötter et al. (2010) verificaram que para cada kg consumido de matéria seca do concentrado o consumo de matéria seca do pasto

reduziu em 0,7 kg. Além disso, foi determinado que as novilhas que receberam suplemento consumiram pasto com menor teor de fibra em detergente neutro, o que sugere que animais sob suplementação são mais seletivos e consomem mais folhas. Como resultado, o ganho médio diário das novilhas suplementadas aumentou em 22,5%, devido ao aumento na ingestão de matéria seca e nutrientes. Consequentemente, o efeito substitutivo permitiu aumentar em 25,0% a taxa de lotação e em 43,9% o ganho de peso por área.

A importância da suplementação na recria durante o período das águas foi demonstrada por Freitas Neto et al. (2014). Ao fornecerem 0,5 e 1% PC de suplementação energética na fase de crescimento e 50 ou 80% de concentrado na matéria seca da dieta total durante a fase de terminação de machos de origem leiteira, foi observado que os animais que receberam alto nível de suplementação na recria apresentaram maior consumo de matéria seca (8,88 vs. 8,14 kg dia⁻¹) e ganho médio diário (1,41 vs. 1,35 kg dia⁻¹) que os animais que receberam menor nível de suplementação e por isso levaram menos tempo para serem abatidos, independentemente da proporção de concentrado utilizada na fase de terminação.

Rezende et al. (2011) também verificaram que o fornecimento de 1,0% PC de suplemento energético para bovinos Holandês-Zebu mantidos em pastagem de *Urochloa brizantha* durante a segunda metade do período de chuvas e início do período seco foi tecnicamente mais atrativa que o fornecimento de 0,5% PC de suplemento, por proporcionar menor oscilação do ganho de peso devido às alterações das características quantitativas e qualitativas da forragem com a evolução do período chuvoso e por favorecer maior desenvolvimento corporal dos animais em resposta ao maior aporte de nutrientes.

A suplementação proteico-energética melhora os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes quando comparado à suplementação exclusivamente mineral (DIAS et al., 2015). Resposta corroborada pelos trabalhos de Machado et al. (2011) e Mateus et al. (2011) que observaram aumento linear na digestibilidade total da matéria seca e dos

nutrientes ao fornecer níveis crescentes de suplemento para bovinos a pasto. O aumento na digestibilidade das dietas ocorre pelo aumento na ingestão de composto não fibrosos com o aumento dos níveis de suplemento (MATEUS et al., 2011) e pelo atendimento das exigências nutricionais da população microbiana via suplementação deixando o ambiente ruminal em condições ideais para o crescimento microbiano (MACHADO et al., 2011; DIAS et al., 2015).

A maior participação de concentrado na dieta de bovinos aumenta o consumo de energia digestível e o ganho de peso diário (MISSIO et al., 2009). No entanto, no trabalho de Marcondes et al. (2011) ao avaliarem o fornecimento de 1 e 2 % PC de concentrado para bovinos castrados (Nelore, Nelore-Angus e Nelore-Simental) em confinamento, não foi observada alteração entre os níveis de suplementação para o peso vivo final (468,45 kg) e ganho médio diário (1,28 kg dia⁻¹), mas foi verificado que o peso de corpo vazio final (441,83 vs. 423,23 kg), ganho de peso de corpo vazio (1,28 vs. 1,10 kg) e ganho de carcaça (0,85 vs. 0,72 kg) foram maiores para os animais que receberam maior nível de concentrado, devido ao maior consumo de matéria seca (9,72 vs. 8,96 kg dia⁻¹) e de nutrientes (7,11 vs. 6,41 kg dia⁻¹), assim houve maior disponibilidade de nutrientes para deposição de tecidos.

Porto et al. (2009) ao avaliarem economicamente a recria de novilhos mestiços Holandês-Zebu em pastagem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu durante o período das águas suplementados com diferentes fontes proteicas (farelo de soja com farelo de algodão, farelo de soja e grão de soja triturado ou inteiro) em suplementos múltiplos, verificaram que todos os suplementos possibilitaram retorno econômico e o retorno de maior magnitude foi aquele obtido com o ganho na antecipação da desocupação das pastagens. Dessa forma, a lucratividade da utilização da suplementação não depende apenas da relação entre preço do insumo e da arroba do boi, mas também do ganho com a desocupação das pastagens para a ocupação por um novo lote de animais.

1.4 Utilização do milho grão inteiro na alimentação animal

Recentemente tem crescido o conceito de terminação intensiva a pasto no qual a oferta de concentrado é em média de 2% PC. Essa técnica tem como princípio fornecer a mesma quantidade de concentrado para os animais a pasto que eles receberiam em um confinamento tradicional. Nesse sentido, tem sido avaliada a terminação de bovinos a pasto recebendo alto nível de suplemento de grão de milho inteiro durante o período seco, sem a necessidade de construção da estrutura de confinamento e disponibilizando aos animais o pasto como fonte de fibra efetiva, possibilitando ao produtor aproveitar épocas de baixo custo dos grãos.

A dieta de milho grão inteiro se caracteriza pela praticidade ao ser formulada com apenas dois ingredientes, o grão de milho e o suplemento peletizado proteico, mineral e vitamínico utilizados nas proporções 85 e 15%, respectivamente. Trata-se de uma dieta altamente energética que resulta em menor consumo em razão do efeito químico da alta energia sobre os fatores metabólicos que regulam o consumo alimentar dos bovinos (MERTENS, 1994).

Os grãos fornecidos para bovinos geralmente são submetidos a alguma forma de processamento com o objetivo de facilitar o acesso dos microorganismos e das enzimas digestivas ao alimento, com efeitos positivos sobre a digestibilidade dos nutrientes (VARGAS JUNIOR et al., 2011). O fornecimento de grãos inteiros para bovinos reduz os custos de produção pela ausência do processamento e permite que ocorra liberação dos carboidratos não fibrosos de forma mais lenta através da mastigação e da ruminação do grão, evitando o acúmulo excessivo dos AGVs, reduzindo o risco de acidose ruminal (CORONA et al., 2005).

Uma preocupação ao trabalhar com dietas de grão de milho inteiro são seus riscos de ocorrência de doenças metabólicas, visto que a ausência de volumoso é muitas vezes responsável pelo menor pH ruminal observado para os animais que recebem essas dietas

(FALEIRO et al., 2011; CARVALHO et al., 2016; MARQUES et al. 2016; CONTADINI et al., 2017). Esse comportamento é justificado pelo menor teor de fibra na dieta, o qual altera o comportamento dos animais. Observa-se que o tempo gasto com ruminção é reduzido em dietas isentas de forragem (MISSIO et al., 2010a; FALEIRO et al., 2011; CARVALHO et al., 2016) e tem sido relatado o aumento dos comportamentos estereotipados de animais que não recebem volumoso na dieta (FALEIRO et al., 2011), o que indica comprometimento do bem estar dos animais (MALAFAIA et al., 2011).

A redução no tempo de ruminção é justificada pelo papel da fração fibrosa sobre a motilidade do rúmen e no processo de ruminção, a qual está diretamente relacionados à produção de saliva e a saúde do rúmen (FALEIRO et al., 2011; CARVALHO et al., 2016). Quando a concentração de AGVs aumenta e o valor de pH do líquido ruminal é reduzido em razão da alta ingestão de carboidratos rapidamente fermentáveis, ocorre supressão da motilidade ruminal com o objetivo de reduzir a fermentação e permitir que a absorção supere a produção dos AGVs com consequente elevação do pH (FURLAN; MACARI; FARIA FILHO, 2011).

Nesse sentido, é comum verificar melhor desempenho produtivo de bovinos que recebem alimento volumoso na dieta em comparação a animais que receberam dietas de grão de milho inteiro sem volumoso (CARVALHO et al., 2016; MARQUES et al., 2016; CONTADINI et al., 2017). No entanto, observa-se de forma consistente melhor eficiência alimentar, maior eficiência na deposição de carcaça e maior rendimento de carcaça quente para os animais que consumiram a dieta de grão de milho inteiro sem volumoso (FALEIRO et al., 2011; CARVALHO et al., 2016; CONTADINI et al., 2017), resposta atribuída ao maior tamanho e conteúdo do trato gastrointestinal dos animais que receberam dietas com inclusão de fibra, fato explicado pela menor densidade energética desta dieta.

Apesar da importância de fonte de volumoso em dietas de alto grão sobre a saúde do rúmen, com reflexo sobre o desempenho animal, o fornecimento de volumoso suplementar para bovinos confinados pode comprometer os resultados econômicos da terminação, conforme verificado em trabalho de Neumann et al. (2016). Nesse estudo, a inclusão de bagaço de cana-de-açúcar (0; 7 e 14%) em dieta isenta de fibra longa fornecida para novilhos Brangus resultou em melhor desempenho produtivo (1,43; 1,62 e 1,54 kg dia⁻¹, respectivamente), mas não em maior retorno econômico. Apesar da inclusão do bagaço da cana-de-açúcar ter diminuído o custo por kg de dieta (0,63; 0,61 e 0,59 R\$ kg⁻¹ de MS, respectivamente), sua inclusão aumentou o consumo de matéria seca diária (8,43; 9,35 e 9,56 kg dia⁻¹, respectivamente) e elevou o custo diário da alimentação em comparação com a dieta sem volumoso (5,28; 5,66 e 5,61 R\$ dia⁻¹, respectivamente).

Ao comparar a terminação de bovinos a pasto ou em confinamento com grão de milho inteiro, Mendes Filho (2016) verificou que os animais mantidos em confinamento apresentaram maior custo total com alimentação em comparação aos animais mantidos a pasto (526,20 vs. 503,58 R\$ animal⁻¹), contudo não foi verificada alteração na receita bruta (1.948,59 R\$ animal⁻¹) e na rentabilidade (2,34%), devido ao maior rendimento de carcaça quente dos animais confinados (56,15 vs. 55,19%), o que diminuiu os custos de produção desse sistema. Esse resultado aponta para o potencial de terminação de bovinos a pasto na época seca recebendo alto nível de suplementação de grão de milho inteiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Perfil da Pecuária no Brasil. **Relatório Anual**, 2019. 49p.

ADAMS, T. E.; DALEY, C.A.; ADAMS, B.M.; SAKURAI, H. Testes function and feedlot performance of bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone: effect of age at immunization. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 950-954, 1996.

AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; HOE, F.; JACKSON, J. A.; ROÇA, R. D. O.; STEGNER, J. E.; KING, V.; WALKER, J. Effects on performance and carcass and meat quality attributes following immunocastration with the gonadotropin releasing factor vaccine Bopriva or surgical castration of *Bos indicus* bulls raised on pasture in Brazil. **Meat Science**, v. 95, n.1, p. 78-84, 2013.

AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; JACKSON, J. A.; STEGNER, J.; KING, V.; RUBIO, L. M. S.; HOWARD, R.; WALKER, J. Immunocastration of *Bos indicus* × Brown Swiss Bulls in feedlot with gonadotropin-releasing vaccine Bopriva provides improved performance and meat quality. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 3718-3728, 2012.

ANDERSON, N. Castration of Calves. Ontario. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. **Fact Sheet Animal Science**. Order n. 07-029. 2007. Disponível em: <<http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/beef/facts/07-029.htm>>. Acessado em: 24 de outubro de 2018.

ANDREO, N.; BRIDI, A. M.; TARSITANO, M. A.; PERES, L. M.; BARBON, A. P. A. C.; ANDRADE, E. L.; PROHMANN, P. E. F. Influência da imunocastração (Bopriva®) no ganho de peso, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 4121-4132, 2013.

ANTONELO, D. S.; MAZON, M. R.; NUBIATO, K. E. Z.; GÓMEZ, J. F. M.; BRIGIDA, D. J.; GOMES, R. C.; NETTO, A. S.; LEME, P. R.; SILVA, S. L. Effects of immunocastration and β -adrenergic agonists on the performance and carcass traits of feedlot finished Nelore cattle. **Animal**, v. 11, p. 2103-2110, 2017.

ASSUMPÇÃO, T. I.; BARROS, J. P. M. M.; MACEDO, G. G. Efeito da imunocastração sobre o perímetro escrotal e a produção espermática em touros da raça Nelore. **Boletim de indústria animal**, v. 74, n. 3, p. 294-299, 2017.

CARVALHO, F. S. R.; SILVA C. R.; HOE, F. Impacto da castração cirúrgica no ganho de peso e estado clínico de bovinos de corte. **A Hora Veterinária**, v. 30, n. 179, 2011.

CARVALHO, J. R. R.; CHIZZOTTI, M. L.; SCHOONMAKER, J. P.; TEIXEIRA, P. D.; LOPES, R. C.; OLIVEIRA, C. V. R.; LADEIRA, M. M. Performance, carcass characteristics, and ruminal pH of Nelore and Angus young bulls fed a whole shelled corn diet. **Journal Animal Science**, v. 94, p. 2451-2459, 2016.

COETZEE, J. F.; NUTSCH, A. L.; BARBUR, L. A.; BRADBURN, R. M. A survey of castration methods and associated livestock management practices performed by bovine veterinarians in the United States. **BMC Veterinary Research**, v. 6, n. 12, 2010.

CONTADINI, M. A.; FERREIRA, F. A.; CORTE, R. R. S.; ANTONELLO, D. S.; GÓMEZ, J. F. M.; SILVA, S. L. Roughage levels impact on performance and carcass traits of finishing Nelore cattle fed whole corn grain diets. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, n. 8, p. 1709-1713, 2017.

CORONA, L.; RODRIGUEZ, S.; WARE, R. A.; ZINN, R. A. Comparative effects of whole, ground, dry-rolled and steam-flaked corn on digestion and growth performance in feedlot cattle. **Professional Animal Scientist**, v. 21, p. 200-206, 2005.

COSTA, D.; ABREU, J. B. R.; MOURÃO, R. C.; SILVA, J. C. G.; RODRIGUEZ, V. C.; SOUZA, J. C. D.; MARQUES, R. A. F. S. Características de carcaça de novilhos inteiros Nelore e F1 Nelore x Holandês. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 4, p. 685-694, 2007.

DIAS, D. L. S.; SILVA, R. R.; SILVA, F. F.; CARVALHO, G. G. P.; BRANDÃO, R. K. C.; SILVA, A. L. N.; BARROSO, D. S.; LINS, T. O. J. D. A.; MENDES, F. B. L. Recria de novilhos em pastagem com e sem suplementação proteico/energética nas águas: consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 2, p. 985-998, 2015.

DIAS, A. M.; MENEZES, O. LUIS F. G.; PARIS, W.; SANTOS, P. V.; BIESEK, R. R.; MAFIOLETTI, R. D.; MARCHESAN, R. Productive performance of Holstein calves finished in feedlot or pasture. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, n. 3, p. 1935-1942, 2017.

DROUILLARD, J. S. Current situation and future trends for beef production in the United States of America - A review. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 31, n. 7, p. 1007-1016, 2018.

FALEIRO, A. G.; GONZÁLEZ, L. A.; BLANCH, M.; CAVINI, S.; CASTELLS, L.; TORRE, J. L. R.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A. Performance, ruminal changes, behaviour and welfare of growing heifers fed a concentrate diet with or without barley straw. **Animal**, v.5, n. 2, p. 294-303, 2011.

FERNANDES, H. J. ; PAULINO, M. F.; MARTINS, R. G. R.; SEBASTIÃO DE CAMPOS VALADARES FILHO, S. C.; TORRES, R. A.; PAIVA, L. M.; MORAES, G. F. B. K. Ganho de peso, conversão alimentar, ingestão diária de nutrientes e digestibilidade de garrotes não-

castrados de três grupos genéticos em recria e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p. 2403-2411, 2004.

FERNANDES, H. J.; PAULINO, M. F.; MARTINS, R. G. R.; VALADARES FILHO, S. C.; TORRES, R. A.; PAIVA, L. M.; RIBEIRO, V. A. Crescimento de componentes corporais de três grupos genéticos na fases de recria e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p. 288-296, 2005.

FERNANDES, L. O.; REIS, R. A.; PAES, J. M. V. Efeito da suplementação no desempenho de bovinos de corte em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 1, p. 240-248, 2010.

FIGUEIREDO, D. M.; OLIVEIRA, A. S.; SALES, M. F. L.; PAULINO, M. F.; DO VALE, S. M. L. R. Análise econômica de quatro estratégias de suplementação para recria e engorda de bovinos em sistema pasto-suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p.1443-1453, 2007.

FREITAS NETO, M. D.; FERNANDES, J. J. R.; RESTLE, J.; PÁDUA, J. T.; REZENDE, P. L. P.; MIOTTO, F. R. C.; Desempenho de bovinos machos de origem leiteira submetidos a diferentes estratégias alimentares na recria e terminação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2117-2128, 2014.

FREITAS, A. K.; RESTLE, J.; PACHECO, P. S.; PADUA, J. T.; LAGE, M. E.; MIYAGI, E. S.; SILVA, G. F. R. Características de carcaças de bovinos nelore inteiros vs castrados em duas idades, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1055-1102, 2008.

FREITAS, V. M.; LEÃO, K. M.; ARAUJO NETO, F. R.; MARQUES, T. C.; FERREIRA, R. M.; GARCIA, L. L. F.; OLIVEIRA, E. B. Effects of surgical castration, immunocastration and homeopathy on the performance, carcass characteristics and behaviour of feedlot-finished crossbred bulls. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1725-1734, 2015.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal. In: BERCHIELLI, T. T. (Ed.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2011. 616p.

GANDRA, J.R.; FREITAS, J.E.; BARLETTA, R.V.; MATURANA FILHO, M.; GIMENES, L.U.; VILELA, F.G.; BARUSELLI, P.S.; RENNO, F.P. Productive performance, nutrient digestion and metabolism of Holstein (*Bos taurus*) and Nelore (*Bos taurus indicus*) cattle and Mediterranean Buffaloes (*Bubalis bubalis*) fed with corn-silage based diets. **Livestock Science**, v. 140, p. 283-291, 2011.

HAFEZ, E. S. E.; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**. São Paulo, Brasil: Manole, 7ed. 2004, 513p.

HERNANDEZ, J. A.; ZANELLA, E. L.; BOGDEN, R.; DE AVILA, D. M.; GASKINS, C. T.; REEVES, J. J. Reproductive characteristics of grass-fed, luteinizing hormone-releasing hormone-immunocastrated *Bos indicus* bulls. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 2901–2907, 2005.

HOTZEL, M. J.; LONGO, C. ; BALCÃO, L. F.; CARDOSO, C. S.; COSTA, J. H.C. A survey of management practices that influence performance and welfare of dairy calves reared in southern Brazil. **Plos One**, v. 9, n. 12, 2014.

HUXSOLL, C. C.; PRICE, E. O.; ADAMS, T. E. Testis function, carcass traits, and aggressive behavior of beef bulls actively immunized against gonadotropinreleasing hormone. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 1760 -1766, 1998.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa da Pecuária Municipal**, Tabela 94 - Vacas ordenhadas. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/94>>. Acesso em: 26 de outubro de 2019.

IMMONEN, K.; RUUSUNENA, M.; HISSA, K.; PUOLANNE, E. Bovine muscle glycogen concentration in relation to finishing diet, slaughter and ultimate pH. **Meat Science**, v. 55, n. 1, p. 25-31, 2000.

JAGO, J. G.; BASS, J. J.; MATTHEWS, L. R. Evaluation of a vaccine to control bull behaviour. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, v. 57. 1997.

JANETT, F.; GERIG, T.; TSCHUOR, A. C.; AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; HOWARD, R.; PIECHOTTA, M.; THUN, R. Effect of vaccination against GnRF (Bopriva®) in the prepubertal bull calf. **Animal Reproduction Science**, v. 131, p. 72-80, 2012.

LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. 6. ed. editora Artmed, 2005. 384 p.

LOBLEY, G.; CONNELL, A.; MILNE, E.; BUCHAN, V.; CALDER, A.; ANDERSON, S.; VINT, H. Muscle protein synthesis in response to testosterone administration in wether lambs. **British Journal of Nutrition**, v. 64, n. 3, p. 691-704, 1990.

MACHADO, P. A. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; PAULINO, M. F.; PINA, D. S.; PAIXÃO, M. L. Parâmetros nutricionais e produtivos em bovinos de corte a pasto alimentados com diferentes quantidades de suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1303-1312, 2011.

MALAFAIA, P.; BARBOSA, J. D. ; TOKARNIA, C. H.; OLIVEIRA, C. M. C. Distúrbios comportamentais em ruminantes não associados a doenças: origem, significado e importância. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 31, n. 9, 2011

MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, I. M.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES, R. F. D.; DETMANN, E. Eficiência alimentar de bovinos puros e mestiços recebendo alto ou baixo nível de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1313-1324, 2011.

MARQUES, R. S.; CHAGAS, L. J.; OWENS, F. N.; SANTOS, F. A. P. Effects of various roughage levels with whole flint corn grain on performance of finishing cattle. **Journal Animal Science**, v. 94, p.339–348, 2016.

MARTI, S.; DEVANT, M.; AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; JACKSON, J. A.; LOPEZ, E.; JANZEN, E. D.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. Effect of anti-gonadotropin-releasing factor vaccine and band castration on indicators of welfare in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 93, p.1581–1591, 2015.

MARTI, S. ; JACKSON, J.A.; SLOOTMANS, N.; LOPEZ , E.; HODGE, A.; PÉREZ-JUAN, M.; DEVANT, M.; AMATAYAKUL-CHANTLER, S. Effects on performance and meat quality of Holstein bulls fed high concentrate diets without implants following immunological castration. **Meat Science**, v. 126, p. 36-42, 2017.

MATEUS, R. G.; SILVA, F. F.; ÍTAVO, L. C. V.; PIRES, A. J. V.; SIVA, R. R.; SCHIO, A. R. Suplementos para recria de bovinos Nelore na época seca: desempenho, consumo e digestibilidade dos nutrientes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 1, p. 87-94, 2011.

MENDES FILHO, G. O. **Sistemas de alimentação na terminação de bovinos**. 2016. 149 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do Tocantins, 2016.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). **Forage quality evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy/Crop Science Society of America/Soil Science Society of America, p.450-493, 1994.

MIGUEL, G. Z. **Imunocastração no desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos terminados em confinamento**. 173 p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2013.

MIGUEL, G. Z.; FARIA, M. H.; ROÇA, R. O.; SANTOS, C. T.; SUMAN, S. P.; FAITARONE, A. B. G.; DELBEM, N. L. C.; GIRAO, L. V. C.; HOMEM, J. M.; BARBOSA, E. K.; SU, L. S.; RESENDE, F. D.; SAVIAN, T. V. Immunocastration improves carcass traits and beef color attributes in Nellore and Nellore × Aberdeen Angus crossbred animals finished in feedlot. **Meat Science**, v. 96, p. 884-891, 2014.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C. A.; SILVEIRA, M. F.; FREITAS, L. F.; RESTLE, J. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 7, p. 1571-1578, 2010a.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M. Z.; SEGABINAZZI, L. R. Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p. 1610-1617, 2010b.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; FREITAS, L. S. SACHET, R. H.; SILVA, J. H. S.; RESTLE, J. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1309-1316, 2009.

MISSIO, R. L.; SILVA, D. P.; ALEXANDRINO, E.; RESTLE, J.; PAULA NETO, J. J.; REZENDE, J. M.; MELO, J. C.; SILVA, A. A. M.; DUARTE, T. D. Carcass and meat of two genetic groups of cattle fed two levels of grass-Convert silage in feedlot. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 1501-1512, 2017.

MOORE, J. E.; BRANT, M. H.; KUNKLE, W. E.; HOPKINS, D. I. Effects of supplementation on voluntary forage Intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, v.77, p.122-135, 1999.

MOREIRA, A. D. **Métodos de castração de machos Aberdeen Angus x Nelore terminados em pastagem**. 85 p. 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho”. Jaboticabal – São Paulo. 2013.

MOREIRA, A.D.; SIQUEIRA, G. R.; LAGE, J. F.; BENATTI, J. M. B; MORETTI, M. H.; MIGUEL, G. Z.; OLIVEIRA, I. M.; RESENDE, F. D. Castration methods in crossbred cattle raised on tropical pasture. **Animal Production Science**, v. 58, p. 1307-1315, 2017.

MOREIRA, P. S. A.; LOURENÇO, F. J.; LIMA, C. C.; FARIA, F. F. F.; FARRA, A. E.; ROMERO, N. B. Desempenho produtivo e características de carcaça de bovinos Nelore submetidos a diferentes métodos de castração. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 4, p. 570-575, 2015.

MORGAN, J. B.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; CROUSE, J. D.; SAVELL, J. W. Effect of castration on myofibrillar protein turnover, endogenous proteinase activities, and muscle growth in bovine skeletal muscle. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 2, p. 408-414, 1993a.

MORGAN, J.B.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M.; SAVELL, J.W.; CROUSE, J.D. Meat tenderness and the calpain proteolytic system in longissimus muscle of young bulls and steers. **Animal Science Journal**, v. 71, n. 6, p. 1471-1476, 1993b.

MUELLER, L.F.; BALIEIRO, J.C.C.; FERRINHO, A.M.; MARTINS, T.S.; CORTE, R.R.P.S.; AMORIM, T.R.; FURLAN, J.J.M.; BALDI, F.; PEREIRA, A.S.C. Gender status effect on carcass and meat quality traits of feedlot Angus × Nelore cattle. **Animal Science Journal**. v. 90, p. 1078-1089, 2019.

MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: Imprensa Universitária. 1987. 31p.

NEVES, L. M. W.; VÉRAS, A. S. C.; SOUZA, E. J. O.; FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, G. S.; CARVALHO, F. F. R. ; OLIVEIRA, D. J. G.; LIMA, E. R.; BARRETO, L. M. G. Energy and protein requirements of crossbred cattle in feedlot. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 2, p. 1029-104, 2016.

NEUMANN, M.; UENO, R. K.; PERUSSOLO, L. F.; GHELLER, L. F. M.; POCZYNEK, M.; BARCELLOS, J. O. J.; BUMBIERIS JUNIOR, V. H. Introduction of sugar cane bagasse pellets in diets devoid of long fiber for feedlots finished steers. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 5, p. 3305-3316, 2016.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, p. 3138-3150, 1993.

PÉREZ-LINARES, C., BOLADO-SARABIA L.; FIGUEROA-SAAVEDRA F.; BARRERAS-SERRANO, A.; SÁNCHEZ-LÓPEZ E.; TAMAYO-SOSA, A. R.; GODINA, A. A.; RÍOS-RINCÓN F.; GARCÍA L. A.; GALLEGOS, E. Effect of immunocastration with Bopriva on carcass characteristics and meat quality of feedlot Holstein bulls. **Meat Science**, v. 123, p. 45-49, 2017.

PORTO, M. O.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; SALES, M. F. L.; LEÃO, M. I.; COUTO, V. R. M. Fontes suplementares de proteína para novilhos mestiços em recria em pastagens de capim-braquiária no período das águas: desempenho produtivo e econômico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1553-1560, 2009.

PÖTTER, L.; ROCHA, M. G.; ROSO, D.; COSTA, V. G.; GLIENKE, C. L.; ROSA, A. N. Suplementação com concentrado para novilhas de corte mantidas em pastagens cultivadas de estação fria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 992-1001, 2010.

PRICE, E. O.; ADAMS, T. E.; HUXSOLL, C. C.; BORGWARDT, R. E. Aggressive behavior is reduced in bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 411-415, 2003.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; CASAGRANDE, D. R.; PÁSCOA, A. G. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 147-159, 2009.

REZENDE, P. L. P.; RESTLE, J.; FERNADES, J. J. R.; PÁDUA, J. T.; FREITAS NETO, M. D.; ROCHA, F. M. Desempenho e desenvolvimento corporal de bovinos leiteiros mestiços submetidos a níveis de suplementação em pastagem de *Brachiaria brizantha*. **Ciência Rural**, v. 41, n. 8, 2011.

RIBEIRO, E. L.; HERNANDEZ, J. A.; ZANELLA, E. L.; SHIMOKOMAKI, M.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H.; YOUSSEF, E.; REEVES, J. J. Growth and carcass characteristics of pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact *Bos indicus* bulls. **Meat Science**, v. 68, n. 2, p. 285-290, 2004.

ROCHA JÚNIOR, V. R.; SILVA, F. V.; BARROS, R. C.; REIS, S. T.; COSTA, M. D.; SOUZA, A. S.; CALDEIRA, L. A.; OLIVEIRA, L. L. S. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore e Mestiços terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 3, p. 865-875, 2010.

SILVA, F. F.; SÁ, J. F.; SCHIO, A. R.; ITAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G. Grazing supplementation: availability and quality x supplementation levels x performance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 371-389, 2009.

SILVA, F. F.; VALADARES FILHO, S. C.; ÍTAVO, L. C. V.; VELOSO, C. M.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; PAULINO, P. V. R.; MORAES, E. H. B. K. Exigências líquidas e dietéticas de energia, proteína e macroelementos minerais de bovinos de corte no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 776-792, 2002.

SILVA, G. S.; VÉRAS, A. S. C.; FERREIRA, M. A.; DUTRA JÚNIOR, W. M.; NEVES, M. L. M. W.; SOUZA, E. J. O.; CARVALHO, F. F. R.; LIMA JÚNIOR, D. M. Performance and carcass yield of crossbred dairy steers fed diets with different levels of concentrate. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47, n. 5, p. 1307-1312, 2015.

SILVA, L. A. F.; VIANA FILHO, P. R. L.; VERISSIMO, A. C. C.; SILVA, E. B.; SILVA, O. C.; PÁDUA, J. T.; RABELO, R. E.; TRINDADE, B. R.; SOUSA, J. N. Efeito da estação do ano, da idade, do método de contenção e da técnica cirúrgica na recuperação clínica e no ganho de peso de bovinos submetidos à orquiectomia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 4, n. 1, p. 18-29, 2003.

STANISLAUS, D.; PINTER, J. H.; JANOVICK, J. A.; CONN, P. M. Mechanisms mediating multiple physiological responses to gonadotropin-releasing hormone. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v. 144, p. 1-10, 1998.

VARGAS JUNIOR, F. M.; SANCHEZ, L. M. B.; WECHSLER, F. S.; BIANCHINI, W.; OLIVEIRA, M. V. M.; SCHMIDT, P. Influence of corn processing provided in the diet on the ruminal dynamics of dairy steer. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 433-440, 2011.

VAZ, F. N.; RESTLE, J.; PÁDUA, J. T.; MORALES, D. C. S. P.; PACHECO, P. S.; MAYSONNAVES, G. S. Características de carcaça e da carne de bovinos mestiços não castrados ou submetidos a diferentes métodos de castração. **Ciência Animal Brasileira**, v. 15, n. 4, p. 428-436, 2014.

ZAMARATSKAIA, G.; RYDHMER, L.; ANDERSSON, H.K.; CHEN, G.; LOWAGIE, S.; ANDERSON, K.; LUNDSTROM, K. Long-term effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone, using ImprovacTM, on hormonal profile and behavior of male pigs. **Animal Reproduction Science**, v.108, n. 29, p. 37- 48, 2008.

ZANELLA R.; ZANELLA, E. L.; REEVES, J. J.; HERNANDEZ, J.; MOTTA, A. C. e AVILA, D. Características testiculares de touros imunizados com vacina anti-hormônio liberador do hormônio luteinizante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1359-1363, 2009.

ZOETIS, Indústria de Produtos Veterinários. **Bopriva - Vacina para imunocastração de bovinos**, 2018 a. Disponível em: <<http://www.bopriva.com.br/index.html>>. Acesso em: 04 de abril de 2018.

ZOETIS, Indústria de Produtos Veterinários. **Vivax, tecnologia inovadora**, 2018 b. Disponível em: <<http://www.improvac.com/br/>>. Acesso em: 04 de abril de 2018.

CAPÍTULO II - DESEMPENHO PRODUTIVO DE MACHOS INTEIROS E IMUNOCASTRADOS DE DOIS GRUPOS GENÉTICOS

Resumo: O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da imunocastração sobre as características testiculares, desempenho produtivo, perfil sanguíneo e viabilidade econômica da terminação de bovinos machos Nelore e Holandês-Zebu recebendo altos níveis de suplementação nas fases de recria e terminação. Foram utilizados 36 bovinos, 18 Nelore com peso inicial de 217,61 kg e 18 Holandês-Zebu com peso inicial de 217,94 kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com arranjo fatorial 2 x 2, dois grupos genéticos (Nelore e Holandês-Zebu) e duas condições sexuais (não castrado e imunocastrado). A imunocastração reduziu a circunferência, a largura, o comprimento, o peso e o volume dos testículos. O ganho médio diário (GMD) dos animais inteiros e imunocastrados foram semelhantes durante a recria, mas na terminação o GMD foi maior para os animais não castrados. Os grupos genéticos não influenciaram o GMD e o peso de carcaça quente, no entanto os animais Nelore apresentaram maior rendimento de carcaça quente. As concentrações de glicose, creatinina e aspartato aminotransferase foram maiores para os animais Nelore em comparação aos Holandês-Zebu na recria. Os machos Holandês-Zebu não castrados apresentaram menores concentrações de ureia na terminação em comparação aos Holandês-Zebu imunocastrados e Nelore não castrados. A terminação dos animais não castrados foi economicamente mais viável devido ao maior peso de carcaça quente. Os bovinos Holandês-Zebu apresentam ganho de peso semelhante aos machos Nelore e podem ser utilizados para a produção de carne, no entanto apresentam menor rendimento de carcaça.

Palavras-chave: Bem estar. Custo de produção. Fosfatase alcalina. Método de castração. Testosterona.

ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the effects of immunocastration on the testicular characteristics, production performance, blood profile and the economic viability of termination of male Nellore and Holstein-Zebu cattle receiving supplement during the growing and finishing phases. Thirty-six male cattle (217.80 ± 20.58 kg) were distributed following a completely randomized design with a 2×2 factorial arrangement into two genetic groups (Nellore and Holstein-Zebu) and two sex classes (intact and immunocastrated). Immunocastration reduced the circumference, width, length, weight and volume of the testicles. The average daily weight gain (DWG) of the intact and immunocastrated animals was similar during the growing phase, but at the finishing phase the DWG was higher for the intact animals. The genetic groups did not alter DWG and the hot carcass weight, however Nellore animals showed higher hot carcass yield. The glucose, creatinine and aspartate aminotransferase concentrations were higher for the Nellore during growing. The urea concentration showed interaction between the genetic groups and the sexual conditions at finishing. Finishing intact animals was more economically viable due to the higher hot carcass weight. Male dairy cattle show performance similar to that of Nellore males and can be used for beef production, but their carcass yield is lower.

Key words: Castration method. Cost production. Alkaline phosphatase. Testosterone. Welfare.

1. INTRODUÇÃO

A produção bovina no Brasil é realizada principalmente à pasto e nesses sistemas a suplementação pode ser utilizada para aumentar o desempenho dos animais, reduzir a idade de abate, aumentar a eficiência de utilização das pastagens e a taxa de lotação (ROTH et al. 2013), intensificar a produtividade e reduzir a degradação das pastagens (SELEMANI; EIK 2016), melhorar o rendimento de carcaça (MIORIN et al. 2016), e conseqüentemente, possibilitar maior retorno financeiro para a atividade (SILVA-MARQUES et al. 2018).

Assim, em um sistema produtivo em que as necessidades dos animais são atendidas, existe a possibilidade de aproveitamento de machos de origem leiteira para a produção de carne, representando uma importante alternativa para geração de renda na pecuária brasileira, visto a alta quantidade de animais disponíveis anualmente e que são descartados logo após seu nascimento ou criados de forma inadequada. Pesquisas têm indicado que esses animais apresentam potencial para a produção de carne, alcançando resultados semelhantes aos de raças tipicamente de corte quando recebem manejo nutricional adequado (ROCHA JÚNIOR et al. 2010; MISSIO et al. 2017).

Visando agregar valor ao produto final por meio da melhoria na qualidade da carne, a castração desses animais pode reduzir comportamentos agressivos e aumentar a deposição de gordura na carcaça. Todavia, a castração cirúrgica, principal método de castração utilizado no país, corresponde a um procedimento que causa dor e pode retardar o desenvolvimento dos animais (COETZEE et al. 2010). Já a castração imunológica, não provoca desconforto ao animal, sendo realizada através da aplicação de doses da vacina Bopriva[®], a qual interrompe o eixo hipotálamo-hipofisário-gônadal ao estimular a produção de hormônios anti-GnRH (fator liberador das gonadotrofinas), enquanto o animal estiver sobre efeito do produto (ANDREO et al. 2013; MOREIRA et al. 2017).

Nesse sentido, objetivou-se avaliar os efeitos da imunocastração sobre as características testiculares, o desempenho produtivo, o perfil sanguíneo e a viabilidade econômica da terminação de bovinos machos Nelore e Holandês-Zebu, inteiros ou imunocastrados, recebendo alto nível de suplementação nas fases de recria e terminação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos e protocolos realizados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CEUA-UFT) sob processo nº 23101.003704/2017-77.

O experimento foi realizado de fevereiro a agosto de 2016 na chácara Santa Luzia, localizada no município de Araguaína - Tocantins. O estudo foi realizado em duas fases subsequentes, recria e terminação, com duração total de 196 dias experimentais. A fase de recria foi realizada de 13 de fevereiro a 07 de maio de 2016, totalizando 84 dias. A fase de terminação foi realizada de 08 de maio a 27 de agosto de 2016, totalizando 112 dias.

Durante o período experimental foi observada precipitação total em 196 dias de 592,70 mm, umidade relativa média de 76,39% e temperatura média de 26,71°C (Tabela 1). Os dados foram obtidos da estação meteorológica da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Araguaína, localizada na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia.

Foram utilizados 36 bovinos machos, 18 Nelore com peso inicial de 217,61 kg e 18 Holandês-Zebu com peso inicial de 217,94 kg, com 12 a 18 meses de idade. Foi adotado delineamento inteiramente casualizado, com distribuição em arranjo fatorial 2 x 2, dois grupos genéticos (Nelore e Holandês-Zebu) e duas condições sexuais (não castrado e imunocastrado), cada tratamento apresentava nove repetições, representadas por um animal. No entanto, ao final do estudo um animal Holandês-Zebu imunocastrado foi retirado do

estudo por apresentar quadro clínico anormal, não diagnosticado, no qual parou de se alimentar.

Tabela 1. Dados climáticos registrados durante o período experimental

	Temperatura (°C)			Precipitação (mm)	Umidade relativa (%)
	Mínima	Máxima	Média		
Recria					
1º Período	22,92	33,65	27,43	101,40	79,24
2º Período	23,32	31,38	25,83	199,60	87,14
3º Período	23,10	32,12	26,31	112,70	88,05
4º Período	22,86	31,91	26,86	51,80	83,02
Terminação					
5º Período	21,50	32,83	27,27	61,80	78,57
6º Período	19,33	32,89	26,45	61,40	73,86
7º Período	17,64	34,86	26,30	0,30	60,14
8º Período	17,84	35,38	27,20	3,70	61,11

1º Período: 13/02/2016 a 04/03/2016; 2º Período: 05/03/2016 a 25/03/2016; 3º Período: 26/03/2016 a 15/04/2016; 4º Período: 16/04/2016 a 06/05/2016; 5º Período: 07/05/2016 a 03/06/2016; 6º Período: 04/06/2016 a 01/07/2016; 7º Período: 02/07/2016 a 29/07/2016; 8º Período: 30/07/2016 a 26/08/2016.

No primeiro dia do experimento todos os animais receberam 5 ml de Ivermectina e os animais dos tratamentos de imunocastração foram vacinados com 1 ml de Bopriva[®] (400 µg do conjugado GnRF e proteína carreadora), com reaplicação no 63º dia experimental, aplicada subcutaneamente por técnico credenciado da Zoetis[®].

Durante todo período experimental os animais foram mantidos em área de 4 ha, dividida em quatro piquetes de 1 ha, formada com *Megathyrus maximus* cultivar Massai sob pastejo com lotação contínua. Todos os piquetes possuíam bebedouro e cocho para suplementação.

Os animais receberam concentrado na matéria natural (MN) equivalente a 1% do peso corporal (PC) durante a recria e 2% PC na terminação, com ajustes no concentrado fornecido realizados após cada pesagem dos animais, realizadas a cada 21 dias na recria e a cada 28 dias na terminação. O concentrado foi fornecido uma vez ao dia, às 7 horas, em cochos com

espaço linear de 67 cm por animal. O concentrado foi formulado com 85% de grão de milho inteiro e 15% de núcleo proteico mineral e vitamínico (Engordin grão inteiro) (Tabela 2).

Tabela 2. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e do concentrado

	Milho	Engordin ²	Concentrado
MS ¹	86,51	86,41	86,49
PB	8,34	42,85	13,52
EE	3,64	0,72	3,20
FDN	8,75	30,52	12,01
FDA	1,99	18,22	4,42
Hemicelulose	6,76	12,30	7,59
CNF	79,40	9,60	68,93
CT	86,60	36,27	79,05
FDNcp	7,19	26,67	10,11
Lignina	0,25	0,69	0,31
Cinza	1,42	20,16	4,23

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; EE, extrato etéreo; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; CNF, carboidratos não fibrosos; CT, carboidratos totais; FDNcp, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína.¹Matéria natural. ²Engordin Grão Inteiro - Suplemento proteico, mineral e vitamínico peletizado (Agrocricia Nutrição Animal) – Níveis de garantia: Ca-43g/kg; P-10g/kg; S-4g/kg; Mg-0,7g/kg; K-2,7g/kg; Na-9,7g/kg; Co- 5mg/kg; Cu-175mg/kg; Cr-1,4mg/kg; F-130 mg/kg; I-5mg /kg; Mn-182 mg/kg; Mo-0,35 mg/kg; Ni-0,3 mg/kg; Se-1,8mg/kg; Zn-421mg/kg; Vit. A-21.000U.I; Vit. D-3.000U.I; Vit.E-140U.I; Monensina Sódica-150mg/kg; Virginiamicina-150mg/kg.

Foi adotado o critério de rodízio dos lotes de animais nos quatro piquetes a cada 21 dias durante a fase de recria, para permitir que ao final dessa fase os animais tivessem passado por todos os piquetes. A sequência que os animais passaram pelos piquetes foi realizada no sentido horário. A rotação dos animais foi realizada para reduzir a influência das condições individuais dos piquetes sobre os tratamentos. Durante a fase de terminação não foi realizado o rodízio dos animais nos piquetes. Nessa fase a disponibilidade de forragem teve menor influência sobre os animais, pois a maior parte dos nutrientes digestíveis foram oriundos do concentrado e a forragem disponível foi utilizada pelos animais principalmente para manter as condições adequadas do rúmen.

Na fase de recria foram realizadas em cada período adubação com 22,5 kg de nitrogênio (N) por hectare na forma de ureia e nos dois períodos iniciais duas aplicações de 20 kg óxido de potássio (K_2O) por hectare na forma de cloreto de potássio.

A massa seca de forragem disponível (MSFD), massa seca de forragem acumulada (MSFA) e desaparecimento de massa seca de forragem (DMSF) foram estimados a cada 21 dias durante a recria. Na terminação, foi avaliado apenas a MSFD a cada 28 dias, porque essa fase foi realizada na estação seca do ano, onde o crescimento da forrageira é baixo ou nulo (PACIULLO et al., 2008).

Para estimar a MSFD foram tomadas a altura de 80 pontos do pasto para obtenção da sua altura média, a qual foi utilizada como critério para auxiliar na escolha de dois pontos representativos do pasto. Esses dois pontos foram demarcados com um quadro metálico de $0,6\text{ m}^2$ (1 m x 0,6 m), com corte da forragem realizado rente ao solo com o auxílio de cutelo. A MSFD foi calculada: $MSFD\text{ (Kg de MS ha}^{-1}\text{)} = (\text{kg de MS na área amostrado} \times 10.000\text{ m}^2) \div \text{área amostrada}$.

A MSFA foi estimada com o uso de duas gaiolas de exclusão em cada piquete, compreendendo área de $1,5\text{ m}^2$ (1 m x 1,5 m) e foi realizado o corte da forragem rente ao solo utilizando-se cutelo numa área delimitada por um quadro de $0,6\text{ m}^2$. Após a amostragem, as gaiolas eram realocadas nos piquetes e fixadas em novos pontos representativos da condição do pasto (altura média), conforme a técnica do triplo emparelhamento proposta por Moraes (1991). Para o cálculo MSFA foi realizado o método agrônômico da diferença, conforme a equação de Davies et al. (1993): $MSFA = (MF_f - MF_i) \div n_j$, onde: MF_f = massa de forragem sob a gaiola no último dia da exclusão (dia 21); MF_i = massa de forragem na unidade experimental no dia da colocação das gaiolas (dia 0); n = número de dias no período j (21 dias).

O DMSF foi avaliado com a demarcação de dois pontos representativos da condição do pasto (altura média) dentro de cada piquete. Estes pontos foram marcados com estacas de madeira enterradas no solo, ficando com altura aproximada de 30 cm acima do solo para não serem percebidos pelos animais. A quantidade de forragem nos pontos marcados para avaliação do desaparecimento foi obtida por corte da forragem rente ao solo utilizando-se cutelo numa área delimitada por um quadro de 0,6 m². O DMSF foi baseada no método de Moraes (1991), sendo calculada através da seguinte fórmula: $DMSF = (MSFA + (R_i - R_f) \div n_j)$, onde: MSFA = acúmulo de MS por dia no período j; R_i = resíduos de MS em kg ha⁻¹ no início do período j (dia 0); R_f = resíduos de MS em kg ha⁻¹ no final do período j (dia 21); n_j = número de dias do período j (21 dias).

As amostras coletadas do pasto foram pesadas e uma alíquota de aproximadamente 300g da forragem verde foi separada, armazenada em saco plástico, identificada e congelada para posteriores análises. Para avaliação das características agrônomicas, essas amostras foram separadas nos componentes folha, colmo + bainha e material morto. Em seguida, esses componentes foram pesados, acondicionados em sacos de papel, secos em estufa de ventilação forçada com temperatura de 55 °C por 72 h e novamente pesados para cálculo de suas respectivas massas secas. Foram determinadas a massa seca total, as proporções (%) de lâmina foliar, colmo e material morto e a relação folha:colmo.

Para estimar o valor nutritivo do pasto durante a recria foi realizado pastejo simulado no 10º dia de cada período experimental, o qual foi considerado como média da forragem consumida no período de 21 dias. A forragem foi coletada manualmente ao acompanhar o hábito de pastejo, área, altura e partes da planta que estavam sendo consumidas pelos animais, para obtenção de uma amostra representativa da forragem ingerida pelos animais em pastejo. Para estimar o valor nutritivo do pasto durante a terminação foi feita análise da massa de forragem disponível coletada a cada 28 dias.

As amostras de forragem e de concentrado referentes a cada ciclo experimental, foram secadas em estufa de ventilação forçada a 55° C por 72 horas. Após, as amostras foram moídas em moinho de facas tipo “Wiley” utilizando-se peneira com malha de 1 mm e armazenadas em recipientes apropriados para posteriores análises.

As análises dos alimentos foram realizadas no laboratório de Nutrição da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus Universitário de Araguaína da Universidade Federal do Tocantins (UFT). Foram realizadas análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, lignina, extrato etéreo (EE) e fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp) de acordo com o método INCT, descrito por Detmann et al. (2012). Os valores de carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), onde $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinza)$ e $CNF = CT - FDNcp$.

Os animais foram pesados no início do experimento e a cada 21 dias durante a recria e a cada 28 dias na terminação para determinação do ganho de peso total (GPT), ganho médio diário (GMD) e carga animal (CA). As pesagens foram realizadas sempre pela manhã antes do fornecimento do concentrado.

Ao final da recria e da terminação foram coletadas amostras de sangue de cada animal, por meio de punção da veia jugular utilizando tubos tipo Vacutainer (Labor Import, Poly Medicure LTD), sendo que para avaliação dos níveis glicêmicos o sangue foi coletado em tubos contendo EDTA. As amostras foram resfriadas e encaminhadas ao laboratório onde foram centrifugados a 4000 rpm durante 20 minutos objetivando a separação do plasma e do soro que foram armazenados em eppendorfs, congelados a -20 °C para posteriores análises. Foram mensurados as concentrações de triglicerídeos, colesterol total, proteína total, ureia, creatinina, fosfatase alcalina, albumina, aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase

e glicose com o uso de kits comerciais da Labtest Diagnóstica S.A.[®] e do espectrofotômetro Bioplus[®] modelo Bio-2000 IL-A.

Ao final da terminação todos os animais foram abatidos em frigorífico comercial na cidade de Araguaína-TO. Após o abate, as carcaças foram identificadas, lavadas, separadas ao meio e pesadas. Durante a limpeza das meias carcaças foram coletados recortes de gorduras obtendo-se o peso de carcaça quente (PCQ) e o peso dos recortes de gordura (RG). O peso da carcaça integral (PCQI) foi determinado pela soma do peso da carcaça quente com os respectivos pesos dos recortes de gordura. O rendimento de carcaça quente (RCQ), rendimento de carcaça quente integral (RCQI) e o recorte de gordura em porcentagem do PCQI (RGPCQI) foram determinados segundo as fórmulas $RCQ = (PCQ \div PA) \times 100$; $RCQI = (PCQI \div PA) \times 100$ e $RGPCQI = (RG \div PCQI) \times 100$, respectivamente.

Durante a limpeza das carcaças também foram coletados os testículos dos animais para avaliação de suas características. No entanto, os testículos de 4 bovinos Nelore imunocastrados e 1 de bovino Holandês-Zebu não castrado foram perdidos no momento da coleta devido a problemas de comunicação seguidos da dificuldade de coleta dos testículos de bovinos imunocastrados em função do seu reduzido tamanho. Foram avaliadas a circunferência, o comprimento, a largura, o peso, o volume e a forma dos testículos. A circunferência escrotal foi medida com fita métrica na região mediana dos testículos e o comprimento foi medido com paquímetro, excluindo a cauda dos epidídimos no sentido dorso-ventral. A largura dos testículos foi calculada pela fórmula matemática, largura = circunferência $\div 2\pi$. Para calcular o volume, foi adotada a fórmula do cilindro usada por Fields et al. (1979): volume = $2 ((r^2) \times \pi \times h)$, em que r = raio calculado a partir da largura (largura $\div 2$), h = comprimento ou altura, e $\pi = 3,14$. Para determinar a forma dos testículos foi calculada a razão entre largura e o comprimento na escala de 0,5 a 1 de Bailey et al. (1996), considerando o valor médio dessas variáveis tomadas em cada animal. Em função dos

resultados, foram definidas cinco formas diferentes: razão menor ou igual a 0,5 = testículo longo; razão entre 0,51 e 0,625 = testículo longo/moderado; razão entre 0,626 e 0,75 = testículo longo/oval; razão entre 0,751 e 0,875 = testículo oval/esférico e razão maior que 0,875 = testículo esférico.

Na avaliação dos custos foram considerados: custo total com concentrado = custo diário com concentrado multiplicado pela duração do período experimental; aluguel de pasto; custo do ganho de peso = custo diário com alimentação dividido pelo ganho médio diário; custo com imunocastração; custo com aquisição dos animais; custo total = soma dos custos com aquisição dos animais, imunocastração, concentrado e aluguel das pastagens; receita bruta = receita da venda das carcaças; receita líquida = receita bruta menos o custo total; e lucratividade = divisão da receita líquida pela receita bruta expressa em percentual.

Foram considerados os preços praticados durante o período experimental no Estado do Tocantins para compra de insumos e venda dos animais. O preço do quilograma do grão de milho foi de R\$ 0,67 e do Engordin grão inteiro foi de R\$ 2,00; cada dose da vacina Bopriva custou R\$ 9,00, totalizando custo de R\$ 18,00 por animal imunocastrado; custo com aluguel de pasto foi considerado de R\$ 45,08/animal; a arroba do boi gordo foi comercializada a R\$ 130,00 e para cálculo da arroba do boi magro da raça Nelore foi considerado ágio de 5% da arroba do boi gordo (R\$ 136,50) e da arroba do boi magro Holandês-Zebu foi considerado o mesmo preço da arroba do boi gordo (R\$ 130,00).

Os dados foram submetidos a teste de normalidade e homocedasticidade, com posterior análise de variância. O modelo matemático adotado foi representado por:

$$\gamma_{ijk} = \mu + \tau_i + \xi_j + \tau_i * \xi_j + \varepsilon_{ijk}$$

em que: γ_{ijk} = variável dependente; μ = média geral; τ_i = efeito do fator i (grupos genéticos); ξ_j = efeito do fator j (condições sexuais); $\tau_i * \xi_j$ = interação entre fator i e fator j; ε_{ijk} = erro experimental residual. Os dados foram submetidos ao teste t com 5% de significância para

comparação entre as médias quando a interação dos fatores estudados não foi significativa (acima de 5% de significância).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na recria foi observada média de MSFD de 3.705,07 kg ha⁻¹ com proporção de folhas de 53,14%, colmo de 27,42% e material morto de 19,45% (Tabela 3). Essa quantidade de MSFD foi suficiente para garantir bom consumo e desempenho dos animais, pois de acordo com Minson (1990) o limite mínimo de forragem que deve estar disponível no pasto é de 2.000 kg de MS ha⁻¹ para não restringir o consumo pelos animais. A MSFA nessa fase foi de 76,59 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹ (Tabela 3) e o bom crescimento das gramíneas deve-se a umidade do solo devido a maior ocorrência de chuva nesse período (Tabela 1).

Como houve boa oferta de matéria seca (OMS) de 10,71% PC e oferta de lâmina foliar (OLF) de 5,64% PC, os animais tiveram condições de selecionar forragem de melhor qualidade, constituída principalmente por folhas. O teor de proteína bruta do material coletado através do pastejo simulado foi 12,5% (Tabela 3). Segundo Hodson (1990) quando a OMS está entre 10 a 12% PC o consumo de matéria seca (CMS) de pasto é máximo e permite maior desempenho animal em pastejo.

O DMSF apresentou média de 75,46 kg de MS ha⁻¹ dia⁻¹, com maior valor verificado no primeiro período (90,42 kg de MS ha⁻¹) e menor valor no terceiro período (59,25 kg de MS ha⁻¹), representando redução de 34% (Tabela 3). Porém, não era esperado redução no DMSF, mas aumento, devido a manutenção do número de animais nos piquetes e aumento de peso destes. A redução no DMSF pode ter ocorrido devido o pastejo contínuo ter alterado a estrutura do pasto e ter dificultando o pastejo, pois foi observado aumento nos percentuais de

colmo (22,19 para 33,28%) e de material morto (17,09 para 25,67%) e redução no percentual de folhas (60,73 para 41,04%) ao longo dos ciclos de pastejo.

Tabela 3. Características do dossel e composição químico-bromatológica do capim Massai durante a recria

	1º Período	2º Período	3º Período	4º Período	Média
MSFD, kg ha ⁻¹	3052,13	2633,68	4391,49	4742,97	3705,07
MSFA, kg ha ⁻¹ d ⁻¹	70,11	153,67	44,10	38,48	76,59
DMSF, kg ha ⁻¹ d ⁻¹	90,42	83,27	59,25	68,89	75,46
OMS, %	10,42	12,21	10,23	9,96	10,71
OLF, %	6,66	6,83	4,87	4,18	5,64
F, %	60,73	62,71	48,08	41,04	53,14
C, %	22,19	24,64	29,56	33,28	27,42
MM, %	17,09	12,65	22,37	25,67	19,45
F:C	2,74	2,55	1,63	1,23	2,04
CA, kg ha ⁻¹	2.074,50	2.229,50	2.488,50	2.668,50	2.385,00
Composição químico-bromatológica, %					
MS ¹	24,82	23,50	27,84	20,47	24,16
PB	11,87	13,50	11,79	13,05	12,55
EE	1,57	1,98	1,32	1,57	1,61
FDN	69,08	72,12	68,22	72,33	70,44
FDA	34,14	34,84	42,39	40,65	38,01
Hemicelulose	34,95	37,28	25,82	31,68	32,43
CNF	21,46	20,97	21,10	19,18	20,68
CT	81,11	78,61	81,95	79,50	80,29
FDNcp	59,65	57,64	60,86	60,33	59,62
Lignina	0,67	0,95	0,70	1,02	0,84
Cinza	5,45	5,90	4,94	5,88	5,54

¹Matéria natural. MSFD, massa seca de forragem disponível; MSFA, massa seca de forragem acumulada; DMSF, desaparecimento de massa seca de forragem; OMS, oferta de matéria seca; OLF, oferta de lâmina foliar; F, folha; C, colmo; MM, material morto; F:C, relação de folha e colmo; CA, carga animal, MS, matéria seca; PB, proteína bruta; EE, extrato etéreo; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; CNF, carboidratos não fibrosos; CT, carboidratos totais; FDNcp, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína. 1º Período: 13/02/2016 a 04/03/2016; 2º Período: 05/03/2016 a 25/03/2016; 3º Período: 26/03/2016 a 15/04/2016; 4º Período: 16/04/2016 a 06/05/2016.

Na terminação foi observada MSFD de 4.756,34 kg de MS ha⁻¹ com 40,49% de folhas, 39,78% de material morto e 19,73% de colmo (Tabela 4). Sendo verificada maiores médias de MSFD no quinto e sexto períodos (4.921,60 e 4.990,97 kg de MS ha⁻¹, respectivamente), provavelmente devido a ocorrência de chuvas nesses ciclos (61,8 e 61,4 mm, respectivamente; Tabela 1) e redução na MSFD no sétimo e oitavo períodos (4.842,53 e 4.270,26 kg de MS ha⁻¹

¹, respectivamente) quando a ocorrência de chuva foi escassa (0,3 e 3,7 mm, respectivamente; Tabela 1).

Tabela 4. Características do dossel e composição químico-bromatológica do capim Massai durante a terminação

	5º Período	6º Período	7º Período	8º Período	Média
MSFD, kg ha ⁻¹	4921,60	4990,97	4842,53	4270,26	4756,34
OMS,%	6,14	5,76	5,08	4,12	5,28
OLF,%	2,22	2,66	2,47	1,28	2,16
F, %	36,20	46,24	48,56	30,97	40,49
C,%	30,73	18,33	13,50	16,36	19,73
MM, %	33,07	35,43	37,94	52,67	39,78
F:C	1,18	2,52	3,60	1,89	2,30
CA, kg ha ⁻¹	2.880,00	3.127,50	3.397,50	3.694,50	3.276,00
Composição químico-bromatológica, %					
MS ¹	31,64	30,48	47,37	75,12	46,15
PB	7,66	5,82	5,98	4,49	5,99
EE	1,29	1,76	1,58	1,83	1,62
FDN	73,39	76,04	74,76	73,74	74,48
FDA	43,71	43,75	39,72	40,72	41,98
Hemicelulose	29,68	32,29	35,03	33,03	32,51
CNF	16,89	16,47	16,32	18,48	17,04
CT	85,03	86,10	86,23	88,27	86,41
FDNcp	68,15	69,63	69,91	69,79	69,37
Lignina	2,36	2,88	1,48	1,15	1,97
Cinza	6,02	6,33	6,20	5,42	5,99

¹Matéria natural. MSFD, massa seca de forragem disponível; OMS, oferta de matéria seca; OLF, oferta de lâmina foliar; F, folha; C, colmo; MM, material morto; F:C, relação de folha e colmo; CA, carga animal, MS, matéria seca; PB, proteína bruta; EE, extrato etéreo; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; CNF, carboidratos não fibrosos; CT, carboidratos totais; FDNcp, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína. 5º Período: 07/05/2016 a 03/06/2016; 6º Período: 04/06/2016 a 01/07/2016; 7º Período: 02/07/2016 a 29/07/2016; 8º Período: 30/07/2016 a 26/08/2016.

Apesar da alta disponibilidade de forragem na terminação, verifica-se redução na sua qualidade com o avançar do período experimental, sendo observada redução no teor de PB da planta inteira de 7,66 para 4,49%. O menor valor nutricional do capim deve-se a menor precipitação pluviométrica e, conseqüentemente, maior participação de material morto, o qual passou de 33,07% no 5º período para 52,67% no 8º período. A participação dos componentes

morfológicos das plantas explicam, em parte, seu valor nutritivo, já que o valor nutritivo é inerente a cada componente morfológico (SANTOS et al., 2010).

Assim, o aumento de 1.051,27 kg ha⁻¹ na MSFD na terminação em relação a recria esteve relacionada ao aumento na massa de material morto disponível no pasto, que apresentaram médias de 720,63 kg ha⁻¹ na recria e 1892,07 kg ha⁻¹ na terminação. Enquanto a quantidade de folhas permaneceu próxima entre as duas fases do estudo, com médias de 1968,87 kg ha⁻¹ na recria e 1925,84 kg ha⁻¹ na terminação. A maior massa de material morto é resultado do acúmulo contínuo deste componente não consumido nos períodos anteriores (GURGEL et al., 2017). O aumento excessivo de material morto sugere perda da eficiência na produção de forragem com o avanço dos ciclos de pastejo (EMERENCIANO NETO et al., 2017).

Dessa forma, no período seco a nutrição dos animais é mais crítica e justifica o maior nível de concentrado utilizado para manutenção e ganhos satisfatórios, tendo em vista que o pasto não atenderia as exigências nutricionais dos animais devido as altas concentrações de FDN e FDA, com médias de 74,48% e 41,98%, respectivamente, e baixa concentração de PB, com média de 5,99% (Tabela 4).

Assim, na terminação os animais tiveram suas exigências nutricionais atendidas principalmente pelo concentrado, o que permitiu aumentar a carga animal de 2.074,50 para 3.276,00 kg ha⁻¹ do primeiro ao oitavo período, garantindo ganho de peso constante dos animais mesmo com queda na qualidade do pasto (Tabelas 3 e 4). Portanto, o fornecimento de concentrado para bovinos em pastejo tornou possível aumentar a capacidade suporte dos pastos, refletindo em maior produtividade por área (REIS et al, 2009). No entanto, a adoção de dietas com altos níveis de concentrado deve ser associada a avaliação de custos, para que a maior produtividade seja acompanhada de eficiência econômica.

Na recria os animais apresentaram médias de CMS do concentrado de 0,84% PC, consumo de PB (CPB) de 0,30 kg e consumo de CNF (CCNF) de 1,51 kg (Tabela 5). Assim, o concentrado na recria atendeu 37,83% da exigência de PB e 29,21% da exigência de CNF, com base na exigência estimada pelo Br-Corte (VALADARES FILHO et al., 2016). Na terminação os animais apresentaram médias de CMS de 1,64% PC, de CPB de 0,82 kg e de CCNF de 4,16 kg (Tabela 5). Dessa forma, o concentrado atendeu 82,66% da exigência de PB e 65,20% da exigência de CNF, com base na exigência estimada pelo Br-Corte (VALADARES FILHO et al., 2016). A semelhança no CMS e consumo de nutrientes do concentrado entre os tratamentos deve-se ao fornecimento ter sido realizado de forma restrita com base no peso inicial de cada período experimental.

Tabela 5. Consumo de concentrado de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC), nas fases de recria e terminação

Variáveis	Nelore		Holandês-Zebu		Média
	NC	IC	NC	IC	
Recria					
CMN, kg dia ⁻¹	2,57	2,48	2,58	2,52	2,54
CMS, kg dia ⁻¹	2,22	2,14	2,23	2,18	2,19
CMS, % PC	0,83	0,84	0,84	0,84	0,84
CPB, kg dia ⁻¹	0,30	0,29	0,30	0,29	0,30
CEE, kg dia ⁻¹	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
CFDN, kg dia ⁻¹	0,27	0,26	0,27	0,26	0,26
CCNF, kg dia ⁻¹	1,53	1,48	1,54	1,50	1,51
Terminação					
CMN, kg dia ⁻¹	7,23	6,79	7,01	6,89	6,98
CMS, kg dia ⁻¹	6,25	5,87	6,06	5,96	6,04
CMS, % PC	1,64	1,65	1,62	1,65	1,64
CPB, kg dia ⁻¹	0,85	0,79	0,82	0,81	0,82
CEE, kg dia ⁻¹	0,20	0,19	0,19	0,19	0,19
CFDN, kg dia ⁻¹	0,75	0,71	0,73	0,72	0,72
CCNF, kg dia ⁻¹	4,31	4,05	4,18	4,11	4,16

CMN, Consumo de matéria natural; CMS, Consumo de matéria seca; CPB, Consumo de proteína bruta; CEE, Consumo de extrato etéreo; CFDN, Consumo de fibra em detergente neutro; CCNF, consumo de carboidratos não fibrosos.

As características testiculares dos animais (Tabela 6), foram influenciadas ($P < 0,05$) pela condição sexual, com exceção da característica forma dos testículos ($P > 0,05$), que foram classificados como longos para todos os tratamentos. Os animais imunocastrados, independentemente do grupo genético, apresentaram características dos testículos diferentes dos animais não castrados ($P < 0,05$). A circunferência e a largura escrotal reduziu 29,93%, o comprimento escrotal 27,98%, o peso dos testículos em 63,21% e o volume dos testículos em 64,72%. Estes resultados estão de acordo com trabalhos disponíveis na literatura (ZANELLA et al., 2009; MARTI et al., 2015; MARTI et al., 2017; MOREIRA et al., 2017), que confirmam que o desenvolvimento testicular é retardado em bovinos ativamente imunizados contra o hormônio GnRH (ADAMS et al., 1996).

Tabela 6. Características dos testículos de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC)

Variáveis	Nelore		Holandês-Zebu		CV ¹ , %	Valor de P		
	NC	IC	NC	IC		GG ²	CS ³	GG*CS ⁴
Circunferência, cm	30,56	21,48	32,18	22,48	17,57	0,998	<0,001	0,443
Largura, cm	9,74	6,84	10,24	7,16	17,58	0,999	<0,001	0,445
Comprimento, cm	10,52	7,34	10,45	7,76	15,80	0,613	<0,001	0,922
Peso, g	327,22	123,00	352,50	126,88	45,90	0,727	<0,001	0,766
Volume, cm ³	435,25	149,87	443,11	160,1	52,61	0,607	0,001	0,998
Forma	0,49	0,46	0,46	0,46	8,39	0,366	0,415	0,237

¹CV, coeficiente de variação; ²GG, grupo genético; ³CS, condição sexual; ⁴GGxCS, interação entre grupo genético e condição sexual.

Na recria o desempenho não foi alterado pelos grupos genéticos ou pelas condições sexuais ($P > 0,05$), apresentando peso vivo final (PVF), GPT e GMD de 307,51 kg; 89,74 kg e 1,07 kg dia⁻¹, respectivamente (Tabela 7). Mas, na terminação a imunocastração reduziu ($P < 0,05$) o GPT em 15,85 kg (12,35%) e o GMD em 140 g (12,23%) em comparação aos machos não castrados, independentemente do grupo genético. O menor desempenho dos animais imunocastrados na fase de terminação deve-se a ação da imunovacina, que estimulou

a produção de anticorpos contra o hormônio GnRH e inibiu a produção da testosterona (AMATAYAKUL-CHANTLER et al. 2012; JANETT et al. 2012; MARTI et al. 2015). A testosterona tem efeito anabólico, exercendo influência positiva sobre o crescimento muscular do animal (MARTI et al. 2015; ANTONELLO et al. 2017).

Tabela 7. Desempenho produtivo de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC), nas fases de recria e terminação

Variáveis	Nelore		Holandês-Zebu		CV ¹ , %	Valor de P		
	NC	IC	NC	IC		GG ²	CS ³	GGxCS ⁴
PVI, kg	221,44	213,78	219,00	216,88	9,80	-	-	-
Recria								
PVF, kg	313,67	299,56	312,56	304,25	10,36	0,852	0,301	0,806
GPT, kg	92,22	85,78	93,56	87,38	19,12	0,779	0,282	0,998
GMD, kg d ⁻¹	1,10	1,02	1,11	1,04	19,11	0,781	0,269	0,998
Terminação								
PVF, kg	448,22	410,89	434,78	418,00	10,06	0,856	0,071	0,476
GPT, kg	134,56	111,33	122,22	113,75	16,14	0,480	0,022	0,253
GMD, kg d ⁻¹	1,20	0,99	1,09	1,02	16,16	0,488	0,023	0,264
PCQ, kg	237,83	218,83	221,56	211,50	11,15	0,180	0,098	0,519
RCQ, %	53,05	53,20	50,86	50,65	3,02	<0,001	0,935	0,742
PCQI, kg	249,07	229,19	232,69	224,45	11,12	0,250	0,124	0,464
RCQI, %	55,56	55,71	53,42	53,73	2,90	<0,001	0,599	0,998
RG, kg	10,61	9,64	10,61	12,33	19,77	0,081	0,683	0,069
RGPCQI, %	4,27	4,18	4,58	5,46	15,80	0,004	0,150	0,050

PVI, peso vivo inicial; PVF, peso vivo final; GPT, ganho de peso total; GMD, ganho de peso diário; PCQI, peso de carcaça quente integral; RCQI, rendimento de carcaça quente integral; RG, recorte de gordura; RGPCQI, recorte de gordura em porcentagem do peso de carcaça quente integral; PCQ, peso de carcaça quente; RCQ, rendimento de carcaça quente. ¹CV, coeficiente de variação; ²GG, grupo genético; ³CS, condição sexual; ⁴GGxCS, interação entre grupo genético e condição sexual.

A imunocastração não alterou o desempenho dos animais durante a recria pois a primeira dose da vacina aplicada nos animais ocorreu no início do período experimental e esta atua apenas sensibilizando o sistema imunológico do animal para produzir o efeito desejado após a segunda dose. Conseqüentemente, o efeito da castração imunológica foi verificado apenas na segunda fase do experimento. Resultado corroborado por trabalho de Antonello et al. (2017), que não verificaram diferença na concentração de testosterona entre os animais

Nelore não castrados e imunocastrados no momento da aplicação da segunda dose da vacina de imunocastração. Dessa forma, para adequada utilização da imunocastração de bovinos na fase de terminação deve ser realizado planejamento das datas de vacinação dos animais com Bopriva® de acordo com o período e a duração que o produtor deseja que os animais apresentem efeito castrado.

As condições sexuais avaliadas não influenciaram ($P>0,05$) o PCQI, PCQ, RCQI, RCQ, RG e RGPCQI (Tabela 7). Os grupos genéticos avaliados apresentaram PVF, GPT, GMD, PCQI, PCQ e RG semelhantes ($P>0,05$) (Tabela 7), evidenciando o potencial de utilização de bovinos machos de origem leiteira para produção de carne. Diversos trabalhos disponíveis na literatura (FREITAS NETO et al., 2014; ALENCAR et al. 2015; SANTANA et al., 2015) também verificaram que animais machos de origem leiteira podem obter bons resultados quando recebem manejo nutricional adequado.

O RCQI, RCQ e RGPCQI foram influenciados ($P<0,05$) pelos grupos genéticos avaliados (Tabela 7). Os animais Nelore apresentaram maiores ($P<0,05$) RCQ (53,13 vs. 50,76%) e RCQI (55,64 vs. 53,58%), enquanto os bovinos Holandês-Zebu apresentaram maior RGPCQI (5,02 vs. 4,22%) (Tabela 7). O menor RCQ dos machos de origem leiteira podem estar associados ao aumento da gordura visceral, visto o maior RGPCQI e a correlação negativa entre RCQ e RGPCQI ($r = -0,44$; $P = 0,007$). Dessa forma, observa-se que o rendimento de carcaça é a principal diferença observada na comparação entre Holandês-Zebu e Nelore. O maior RCQ dos animais Nelore é justificado pela seleção desses animais ser destinada a maior deposição de músculo na carcaça, enquanto animais de aptidão leiteira foram selecionados para produção de leite o que exige maior consumo de matéria seca e, conseqüentemente, intestinos mais desenvolvidos (BACKES et al., 2006). Além disso, é conhecido que animais de aptidão leiteira apresentam maior deposição de gordura interna

retirada na limpeza das carcaças do que os animais selecionados para a produção de carne (BACKES et al., 2006).

A maioria dos indicadores sanguíneos não foram influenciados pelos fatores avaliados ($P>0,05$; Tabela 8), com exceção das concentrações de glicose, creatinina e aspartato aminotransferase (AST) na fase da recria ($P<0,05$) e a concentração de ureia na fase de terminação ($P<0,05$). A semelhança nos indicadores sanguíneos deve-se ao fato dos animais terem sido mantidos sob as mesmas condições de criação, recebendo o mesmo concentrado e em quantidades semelhantes.

Tabela 8. Indicadores sanguíneos de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC), nas fases de recria e terminação

Variáveis	Nelore		Holandês-Zebu		CV ¹ , %	Valor de P		
	NC	IC	NC	IC		GG ²	CS ³	GGxCS ⁴
Recria								
Glc, mg dL ⁻¹	93,47	98,58	73,69	80,25	14,42	<0,001	0,142	0,998
Cl _t , mg dL ⁻¹	126,67	119,11	113,33	120,13	27,65	0,574	0,971	0,526
Alb, g dL ⁻¹	3,45	3,53	4,09	3,78	19,21	0,070	0,608	0,453
Ureia, mg dL ⁻¹	20,28	22,44	23,39	24,56	19,34	0,091	0,285	0,637
Crt, mg dL ⁻¹	1,71	1,62	1,55	1,47	11,32	0,019	0,194	0,656
PT, g dL ⁻¹	8,05	8,15	8,87	8,65	19,36	0,239	0,902	0,782
AST, U L ⁻¹	36,38	37,13	35,24	27,68	19,74	0,034	0,181	0,072
ALT, U L ⁻¹	15,82	15,24	16,62	14,19	27,04	0,969	0,307	0,519
ALP, U L ⁻¹	107,38	103,43	98,10	97,83	37,57	0,569	0,881	0,874
Terminação								
Glc, mg dL ⁻¹	82,97	75,94	75,19	75,56	17,77	0,387	0,481	0,419
Cl _t , mg dL ⁻¹	128,39	132,06	120,67	111,44	23,21	0,162	0,824	0,501
Tgl, mg dL ⁻¹	29,22	27,82	28,17	29,19	33,65	0,969	0,944	0,713
Alb, g dL ⁻¹	3,12	3,47	3,07	3,50	19,34	0,909	0,083	0,895
Ureia, mg dL ⁻¹	34,00	29,56	22,72	33,31	21,20	0,066	0,175	0,002
Crt, mg dL ⁻¹	2,31	2,06	2,09	2,04	13,17	0,252	0,125	0,281
PT, g dL ⁻¹	7,48	7,13	7,36	6,97	18,48	0,782	0,422	0,903
AST, U L ⁻¹	38,91	37,17	39,66	30,77	24,09	0,398	0,097	0,228
ALT, U L ⁻¹	16,89	14,68	17,15	17,10	27,91	0,392	0,444	0,509
ALP, U L ⁻¹	128,26	129,12	116,48	113,46	31,16	0,298	0,962	0,871

Glc, glicose; Cl_t, colesterol; Alb, albumina; Crt, creatinina; Tgl, triglicerídeos; PT, proteínas totais; AST, aspartato aminotransferase; ALT, alanina aminotransferase; ALP, fosfatase alcalina. ¹CV, coeficiente de variação; ²GG, grupo genético; ³CS, condição sexual; ⁴GGxCS, interação entre grupo genético e condição sexual.

As concentrações de glicose, creatinina e AST foram 19,06 mg dL⁻¹; 0,16 mg dL⁻¹ e 5,30 U L⁻¹, respectivamente, mais altas (P<0,05) nos animais Nelore em relação aos Holandês-Zebu na recria (Tabela 8), independentemente da condição sexual. Como os animais consumiram a mesma quantidade de concentrado e com mesma composição, a maior concentração desses metabolitos para os animais Nelore devem-se a características inerentes ao grupo racial.

De forma semelhante ao presente estudo, Monari-DeLucia et al. (2016) verificaram maiores concentrações de glicose para as novilhas Brangus (*Bos indicus*) do que as Angus (*Bos taurus*) (71,4 vs. 67,8 mg dL⁻¹) alimentadas com silagem de capim bermuda (*Cynodon dactylon*) e grãos secos de destilaria por 140 dias. Os autores especulam que animais *Bos indicus* podem ser menos eficientes na utilização de glicose devido a diminuição da sua captação celular, o que poderia justificar as maiores concentrações de glicose circulante no sangue de novilhas Brangus em comparação as Angus. Coleman et al. (2016) também verificaram maiores concentrações de glicose durante a maior parte do ano em vacas Brahman (*Bos indicus*) do que nas vacas Angus (*Bos taurus*) (76,7 vs. 70,2 mg dL⁻¹). Em trabalho de Alava et al. (2017) a concentração de glicose final não foi alterada pela raça dos animais (73,3 mg dL⁻¹) aos 140 dias, com a exceção dos dias 14 e 28 do estudo, em que as novilhas Brangus tiveram numericamente maiores concentrações de glicose que as novilhas Angus.

A maior concentração de creatinina plasmática nos bovinos Nelore pode estar relacionada a uma possível maior massa muscular nesses animais, apesar da semelhança no peso vivo ao fim da recria, pois conforme observado em trabalho de Chizzotti et al. (2008), para animais em crescimento, a excreção de creatinina é alterada devido a variação na porcentagem de tecido muscular em função do peso corporal. Apesar das diferenças verificadas, para os dois grupos genéticos a concentração de creatinina esteve dentro do intervalo sugerido para a espécie bovina (1 a 2 mg dL⁻¹; KANEKO et al., 2008), permitindo

inferir que os animais apresentaram funcionamento renal normal, visto que a excreção de creatinina ocorre apenas por via renal, não sendo reabsorvida nem reaproveitada (GONZÁLES; SCHEFFER, 2003).

A concentração de AST é utilizada para avaliar a ocorrência de lesão hepática e/ou muscular, no entanto, ela não é uma enzima hepatoespecífica (GONZÁLES; SCHEFFER, 2003). Em trabalho de Moreira et al. (2012) ao avaliarem os valores médios da atividade da AST em machos da raça Nelore com e sem lesões hepáticas, não foi verificada diferença significativa entre os dois grupos para a concentração desse metabolito, que apresentaram média de 78,00 U L⁻¹. Assim, segundo os autores, a detecção de pequenas lesões hepáticas por testes bioquímicos é limitada, o que reforça a necessidade de realizar vários tipos de testes bioquímicos e correlacionar seus resultados. Como a concentração de AST esteve próxima a referência para bovinos de Fraser (1997) (45,3 a 110,2 U L⁻¹) e Kaneko et al. (2008) (20 a 34 U L⁻¹) entende-se que não houveram danos hepáticos nos animais do estudo (GONZÁLES; SCHEFFER 2003).

A concentração de ureia na fase de terminação foi alterada (P<0,05) pela interação entre os grupos genéticos e as condições sexuais (Tabela 9). Os bovinos Holandês-Zebu não castrados apresentaram menores concentrações de ureia (22,72 mg dL⁻¹) em comparação aos bovinos Holandês-Zebu imunocastrados (33,31 mg dL⁻¹) e Nelore não castrados (34,00 mg dL⁻¹) (P<0,05). A ureia é sintetizada no fígado em quantidades proporcionais à concentração de amônia produzida no rúmen, no entanto, sua concentração é afetada por múltiplos fatores (GONZÁLES; SCHEFFER, 2003). A concentração de albumina, indicador do estado proteico a longo prazo, esteve dentro do intervalo normal para bovinos (2,8 a 3,9 g dL⁻¹; FRASER, 1997), indicando nível proteico adequado.

Tabela 9. Concentração de ureia na fase de terminação de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC)

Variáveis	NC	IC	CV ¹ , %	Valor de P		
				GG ²	CS ³	GGxCS ⁴
Ureia, mg dL ⁻¹ Nelore	34,00 Aa	29,56 Aa	21,20	0,066	0,175	0,002
Holandês-Zebu	22,72 Bb	33,31 Aa				

¹CV, coeficiente de variação; ²GG, grupo genético; ³CS, condição sexual; ⁴GGxCS, interação entre grupo genético e condição sexual. *Médias seguidas de letras distintas (minúsculas na linha e maiúsculas na coluna) diferem entre si a 5% de significância.

Ao realizar avaliação econômica da terminação foi verificada maior receita bruta com a venda das carcaças dos bovinos Nelore não castrados, seguidos dos Holandês-Zebu não castrados, Nelore imunocastrados e Holandês-Zebu imunocastrados, com médias de R\$ 2061,19; 1920,19; 1896,53 e 1833,00, respectivamente (Tabela 10). As diferenças observadas para a receita bruta entre os tratamentos devem-se as diferenças no PCQ, apesar da semelhança estatística observada para essa variável (Tabela 7).

Tabela 10. Análise econômica das fases de recria e terminação de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC)

Variáveis	Nelore		Holandês-Zebu		% do Custo Total
	NC	IC	NC	IC	
CTC, R\$	771,09	728,26	753,01	739,65	39,00
Aluguel de pasto, R\$	45,08	45,08	45,08	45,08	2,35
Imunocastração, R\$	0	18,00	0	18,00	0,47
RB, R\$	2061,19	1896,53	1920,19	1833,00	
Aquisição animais, R\$	1162,58	1122,33	1095,00	1084,38	58,18
CT, R\$	1978,76	1913,67	1893,09	1887,11	
CGP, R\$ kg ⁻¹	3,40	3,69	3,49	3,68	
Receita Líquida, R\$	82,44	-17,15	27,09	-54,11	
Lucratividade %	4,00	-0,90	1,41	-2,95	

CTC, custo total do concentrado; RB, receita bruta; CT, custo total; CGP, custo do ganho de peso.

Os animais Nelore não castrados apresentaram carcaça quente 16,27 kg mais pesada que a de machos Holandês-Zebu não castrados e como resultado a receita bruta foi R\$ 141,00 maior. Conseqüentemente, também foi verificada receita líquida (R\$ 84,44 vs. 27,09) e

lucratividade (4,0 vs. 1,41%) melhores para o abate dos animais Nelore, apesar do menor custo de aquisição dos animais de origem leiteira (R\$ 1.095,00 vs. 1.162,58) (Tabela 10).

A imunocastração além de elevar os custos de produção pelo custo adicional da vacinação contra o GnRH (R\$ 18,00/animal), reduziu o PCQ dos animais Nelore em 19,00 kg e dos animais Holandês-Zebu em 10,06 kg, conseqüentemente, reduziu a receita bruta em R\$ 164,67 para os bovinos Nelore e em R\$ 87,19 para os bovinos Holandês-Zebu. Como na região em que o presente estudo foi conduzido os produtores não são remunerados pela adoção de tecnologias que melhorem o bem estar animal e a qualidade da carne, a imunocastração torna-se economicamente inviável, sendo uma alternativa para nichos de mercado específicos que pagam por carne de melhor qualidade. Para que a receita bruta com a venda das carcaças de bovinos imunocastrados fosse igual a de machos não castrados, o frigorífico deveria pagar R\$ 11,29 (8,68%) a mais por arroba dos bovinos Nelore e R\$ 6,18 (4,76%) a mais por arroba dos bovinos Holandês-Zebu, o que incentivaria a adoção dessa tecnologia.

Ao avaliar a terminação de bovinos Nelore, castrados e não castrados, em confinamento com dieta de milho grão inteiro, Dias et al. (2016) observaram maior CMS (7,96 vs. 7,60 kg dia⁻¹), maior GMD (1,50 vs. 1,29 kg dia⁻¹), melhor conversão alimentar (5,31 vs. 5,90 kg de MS/kg de PC) e maior peso ao abate (514,59 vs. 494,34 kg) para os animais não castrados, conseqüentemente, obtiveram maior receita bruta (R\$ 1.917,30 vs. 1.822,80/animal) e maior lucro por animal (R\$ 256,00 vs. 202,80/animal). Esses resultados estão em concordância com o presente estudo, que mostram maior viabilidade econômica da terminação de bovinos não castrados. No entanto, no trabalho de Dias et al. (2016) a terminação das duas condições sexuais foram economicamente viáveis, devido ao menor custo de aquisição do milho (0,27 vs. 0,67 R\$ kg⁻¹) e do núcleo (1,25 vs. 2,00 R\$ kg⁻¹) em relação aos valores praticados no presente estudo.

O preço de aquisição do milho em relação ao valor da arroba paga ao produtor é um fator determinante para a viabilidade econômica do sistema, sendo observado que o custo com concentrado no presente estudo representou 39% do custo total. O custo do grão de milho na época do experimento elevou o custo de produção total e reduziu a receita líquida. Ao avaliar diferentes cenários econômicos com variação no custo do saco de milho (60 kg) (Tabela 11), observa-se que a terminação dos bovinos imunocastrados foi inviabilizada economicamente quando o preço do saco de milho atingiu 30% do preço da arroba do boi gordo e quando o preço do saco de milho representou 40% do preço da arroba do boi gordo todos os tratamentos tornaram-se economicamente inviáveis. Logo, à medida que o preço do milho representa maior percentual em relação ao preço da arroba paga pelo frigorífico as margens diminuem, sendo de extrema importância avaliar a época de menor preço dos grãos para buscar maior lucratividade da atividade.

Tabela 11. Receita líquida e lucratividade da terminação de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC) em diferentes cenários de custo do grão de milho

Variáveis	Nelore		Holandês-Zebu	
	NC	IC	NC	IC
Preço do saco de milho = 20% do preço da @				
Receita líquida, R\$	260,84	151,34	201,31	117,02
Lucratividade, %	12,65	7,98	10,48	6,38
Preço do saco de milho = 25% do preço da @				
Receita líquida, R\$	179,17	74,22	121,56	38,68
Lucratividade, %	8,69	3,91	6,33	2,11
Preço do saco de milho = 30% do preço da @				
Receita líquida, R\$	97,51	-2,91	41,82	-39,65
Lucratividade, %	4,73	-0,15	2,18	-2,16
Preço do saco de milho = 40% do preço da @				
Receita líquida, R\$	-65,81	-157,16	-117,68	-196,31
Lucratividade, %	-3,19	-8,29	-6,13	-10,71

4. CONCLUSÃO

Machos de origem leiteira apresentam ganho de peso semelhante a machos Nelore e podem ser utilizados para a produção de carne, no entanto, apresentam menor rendimento de carcaça que os animais Nelore.

A imunocastração não altera os indicadores sanguíneos dos animais, mas reduz o desenvolvimento testicular e o desempenho, o que compromete a viabilidade econômica da atividade quando os produtores não são remunerados pela qualidade da carcaça e carne.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, T. E.; DALEY, C.A.; ADAMS, B.M.; SAKURAI, H. Testes function and feedlot performance of bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone: effect of age at immunization. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 950-954, 1996.

ALAVA, E. N.; DELUCIA, A. M.; WELCHONS, C.; HERSOM, M. J.; YELICH, J. V. Effect of adding rumen-degradable protein to a dried distillers grain supplement on growth, body composition, blood metabolites, and puberty in yearling Angus and Brangus heifers. **The Professional Animal Scientist**, v. 33, p. 212-221, 2017.

ALENCAR, W. M.; RESTLE, J.; MISSIO, R. L.; NEIVA, J. N. M.; MIOTTO, F. R. C.; FREITAS, I B. Feeding behavior and productive performance of steers fed pearl millet grain-based diets containing proportions of babassu mesocarp bran. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 12, p. 425-433, 2015.

AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; HOE, F.; JACKSON, J. A.; ROÇA, R. D. O.; STEGNER, J. E.; KING, V.; WALKER, J. Effects on performance and carcass and meat quality attributes following immunocastration with the gonadotropin releasing factor vaccine Bopriva or surgical castration of *Bos indicus* bulls raised on pasture in Brazil. **Meat Science**, v. 95, n.1, p. 78-84, 2013.

ANDREO, N.; BRIDI, A. M.; TARSITANO, M. A.; PERES, L. M.; BARBON, A. P. A. C.; ANDRADE, E. L.; PROHMANN, P. E. F. Influência da imunocastração (Bopriva®) no ganho de peso, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 4121-4132, 2013.

ANTONELO, D. S.; MAZON, M. R.; NUBIATO, K. E. Z.; GÓMEZ, J. F. M.; BRIGIDA, D. J.; GOMES, R. C.; NETTO, A. S.; LEME, P. R.; SILVA, S. L. Effects of immunocastration and β -adrenergic agonists on the performance and carcass traits of feedlot finished Nelore cattle. **Animal**, v. 11, p. 2103-2110, 2017.

BACKES, A. A.; PAULINO, M. F.; ALVES, D. D.; RENNÓ, L. N.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P. Tamanho relativo dos órgãos internos e do trato gastrintestinal de bovinos Zebu e mestiços leiteiros em sistema de recria. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 594-598, 2006.

BAILEY, T. L.; MONKE, D.; HUDSON, R. S.; WOLFE, D. F.; CARSON, R. L.; RIDDELL, M. G. Testicular shape and its relationship to sperm production in mature Holstein bulls. **Theriogenology**, v. 46, n. 3, p. 881-887, 1996.

CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; CHIZZOTTI, F. H. M.; TEDESCHI, L. O. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v. 113, p. 218-225, 2008.

COETZEE, J. F.; NUTSCH, A. L.; BARBUR, L. A.; BRADBURN, R. M. A survey of castration methods and associated livestock management practices performed by bovine veterinarians in the United States. **BMC Veterinary Research**, v.6, n.12, 2010.

COLEMAN, S. W.; CHASE JUNIOR, C. C.; RILEY, D. G.; WILLIAMS, M. J. Influence of cow breed type, age and previous lactation status on cow height, calf growth, and patterns of body weight, condition, and blood metabolites for cows grazing bahiagrass pastures. **Journal Animal Science**, v. 95, p. 139-153, 2017.

DAVIES, A.; FORTHERGILL, M.; MORGAN, C. T. Assesment of contrasting perennial ryegrass, with and without white clover, under continuous sheep stoking in the uplands. 5. Herbage production, quality and intake in years 4-6. **Grass and Forage Science**, v. 48, p. 213-222, 1993.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. **Métodos para Análise de Alimentos**. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

DIAS, A. M.; OLIVEIRA, L. B.; ÍTAVO, L. C. V.; MATEUS, R. G.; GOMES, E. N. O.; COCA, F. O. C. G.; ÍTAVO, C. C. B. F.; NOGUEIRA, É.; MENEZES, B. B.; MATEUS, R. G. Terminação de novilhos Nelore, castrados e não castrados, em confinamento com dieta alto grão. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 1, p. 45-54, 2016.

EMERENCIANO NETO, J. V.; DIFANTE, G. S.; LANA, A. M. Q.; CAMPOS, N. R. F.; VERAS, E. L. L.; MORAES, J. D. Sward Structure and Herbage Accumulation of Massai Guineagrass Pastures Managed According to Pre-Grazing Heights, in the Northeast of Brazil. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 4, p. 155-163, 2017.

FIELDS, M. J.; BURNS, W. C.; WARNICK, A. C. Age, season and semen traits in young beef bulls. **Journal of Animal Science**, v. 48, p. 1299-1304, 1979.

FRASER; C. M. **Manual Merck de Veterinária**. Um Manual de Diagnóstico, Tratamento, Prevenção e Controle de Doenças Para o Veterinário. 7ª Edição. São Paulo: Roca, 1997. 2119p.

FREITAS NETO, M. D.; FERNANDES, J. J. R.; RESTLE, J.; PÁDUA, J. T.; REZENDE, P. L. P.; MIOTTO, F. R. C.; Desempenho de bovinos machos de origem leiteira submetidos a diferentes estratégias alimentares na recria e terminação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2117-2128, 2014.

GONZÁLES, F. H. D.; SCHEFFER, J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. **Anais do 1º simpósio de patologia clínica veterinária da região Sul do Brasil**. Gramado - RS, 2003. 98p.

GURGEL, A. L. C.; DIFANTE, G. S.; EMERENCIANO NETO, J. V.; SOUZA, J. S.; VERAS, E. L. L.; COSTA, A. B. G.; CARVALHO NETTO, R. T.; FERNANDES, L. S.; CUNHA, J. C.; ROBERTO, F. F. S. Estrutura do pasto e desempenho de ovinos em capim-massai na época seca em resposta ao manejo do período das águas. **Boletim da Indústria Animal**, v. 74, n. 2, p. 86-95, 2017.

HODGSON, J. **Grazing management science into practice**. Essex: Loughman Group UK Ltda., 1990. 203p.

KANEKO, J.J., HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6th ed. Academic Press, San Diego. 2008. 928p.

MARTI, S.; DEVANT, M.; AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; JACKSON, J. A.; LOPEZ, E.; JANZEN, E. D.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. Effect of anti-gonadotropin-releasing factor vaccine and band castration on indicators of welfare in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 93, p.1581-1591, 2015.

MARTI, S. ; JACKSON, J.A.; SLOOTMANS, N.; LOPEZ , E.; HODGE, A.; PÉREZ-JUAN, M.; DEVANT, M.; AMATAYAKUL-CHANTLER, S. Effects on performance and meat

quality of Holstein bulls fed high concentrate diets without implants following immunological castration. **Meat Science**, v. 126, p. 36-42, 2017.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

MIORIN, R.L.; SAAD, R.M.; SILVA, L.D.F.; GALBEIRO, S.; CECATO, U.; MASSARO JUNIOR, F.L. The effects of energy and protein supplementation strategy and frequency on the performance of beef cattle that grazed on Tanzania grass pastures during the rainy season. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, p. 1561-1567, 2016.

MISSIO, R. L.; SILVA, D. P.; ALEXANDRINO, E.; RESTLE, J.; PAULA NETO, J. J.; REZENDE, J. M.; MELO, J. C.; SILVA, A. A. M.; DUARTE, T. D. Carcass and meat of two genetic groups of cattle fed two levels of grass-Convert silage in feedlot. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 1501-1512, 2017.

MONARI-DELUCIA, A.; ALAVA, E. M.; HERSOM, M. J.; THRIFT, T. A.; YELICH, J. V. Deferred rate of gain effects on growth, body composition, and concomitant blood metabolites in yearling Angus and Brangus heifers. **The Professional Animal Scientist**, v. 32, p. 647-657, 2016.

MORAES, A. **Produtividade animal e dinâmica de uma pastagem de pangola (*Digitaria decumbens* Stent), azevém (*Lolium multiflorum* Lam.) e trevo branco (*Trifolium repens* L.), submetida a diferentes pressões de pastejo**. 1991. 200f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

MOREIRA, A.D.; SIQUEIRA, G. R.; LAGE, J. F.; BENATTI, J. M. B; MORETTI, M. H.; MIGUEL, G. Z.; OLIVEIRA, I. M.; RESENDE, F. D. Castration methods in crossbred cattle raised on tropical pasture. **Animal Production Science**, v. 58, p. 1307-1315, 2017.

MOREIRA, C. N. ; SOUZA, S.N.; BARINI, A.C.; ARAÚJO, E.G.; FIORAVANTI, M.C.S. Serum γ -glutamyltransferase activity as an indicator of chronic liver injury in cattle with no clinical signs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 6, p. 1403-1410, 2012 .

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M. et al. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, p.917-923, 2008.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; CASAGRANDE, D. R; PÁSCOA, A. G. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.147-159, 2009.

ROCHA JÚNIOR, V. R.; SILVA, F. V.; BARROS, R. C.; REIS, S. T.; COSTA, M. D.; SOUZA, A. S.; CALDEIRA, L. A.; OLIVEIRA, L. L. S. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore e Mestiços terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 3, p.865-875, 2010.

ROTH, M.T.P.; RESENDE, F.D.; SIQUEIRA, G.R.; FERNANDES, R.M.; CUSTÓDIO, L.; ROTH, A.P.T.P.; MORETTI, M.H.; CAMPOS, W.C. Supplementation of Nelore young bulls on Marandu grass pastures in the dry period of the year. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 42, p. 447-455, 2013.

SANTANA, A. E. M.; NEIVA, J. N. M.; RESTLE, J.; MIOTTO, F. R. C.; SOUSA, L. F.; ARAÚJO, V. L.; PARENTE, R. R. P.; OLIVEIRA, R. A. Productive performance and blood parameters of bulls fed diets containing babassu mesocarp bran and whole or ground corn. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 44, n. 1, p. 27-36, 2015.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; OLIVEIRA, I. M.; CASAGRANDE, D. R.; BALBINO, E. M.; FREITAS, F. P. Correlações entre número de perfilhos, índice de tombamento, massa dos componentes morfológicos e valor nutritivo da forragem em pastos diferidos de capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 3, p. 487-493, 2010.

SELEMANI, I.S.; EIK, L.O. The effects of concentrate supplementation on growth performance and behavioral activities of cattle grazed on natural pasture. **Tropical Animal Health and Production**, v. 48, p. 229-232, 2016.

SILVA-MARQUES, R.P.; ZERVOUDAKIS, J.T.; DE PAULA, N.F.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L.K.; SILVA, P.I.J.L.R.; MATOS, N.B.N. Effects of protein-energetic supplementation frequency on growth performance and nutritional characteristics of grazing beef cattle. **Tropical Animal Health and Production**, v. 50, p. 495-501, 2018.

SNIFFEN, C. J.; OCONNOR, J. D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D. G. AND RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 2. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

VALADARES FILHO, S. C.; COSTA E SILVA, L. F.; LOPES, S. A.; PRADOS, L. F.; CHIZZOTTI, M. L.; MACHADO, P. A. S.; BISSARO, L. Z. E FURTADO, T. **BR-CORTE 3.0. Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados**. Editora UFV, Viçosa, MG. 2016.

ZANELLA, R.; ZANELLA, E. L.; REEVES, J. J.; HERNANDEZ, J.; MOTTA, A. C. e AVILA, D. Características testiculares de touros imunizados com vacina anti-hormônio

liberador do hormônio luteinizante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.10, p.1359-1363, 2009.

CAPÍTULO III- CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E DA CARNE DE MACHOS INTEIROS E IMUNOCASTRADOS DE DOIS GRUPOS GENÉTICOS

Resumo: Foi avaliado o efeito da imunocastração sobre as características da carcaça e da carne de bovinos machos Nelore e Holandês-Zebu suplementados com ração concentrada nas fases de recria e terminação. Foram utilizados 36 bovinos, 18 Nelore com peso inicial de 217,61 kg e 18 Holandês-Zebu com peso inicial de 217,94 kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 2, dois grupos genéticos (Nelore e Holandês-Zebu) e duas condições sexuais (não castrado e imunocastrado). A imunocastração aumentou a espessura de gordura subcutânea (EGS) apenas nos Holandês-Zebu, mas não houve efeito sobre os animais Nelore. Os machos não castrados, independentemente do grupo genético, apresentaram maiores área de olho de lombo, proporção de músculo e rendimento do dianteiro. Por outro lado, os machos imunocastrados, independentemente do grupo genético, apresentaram maiores proporção de gordura na carcaça e na composição da carne, menor força de cisalhamento, maiores luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*) e intensidade de amarelo (b*) da carne e b* da gordura. Os grupos genéticos apresentaram diferença no rendimento de carcaça fria, que foi maior para os animais Nelore em relação aos Holandês-Zebu. Os machos de origem leiteira podem ser utilizados para a produção de carne, pois apresentam características de carcaça e carne semelhante a de animais Nelore, com exceção do rendimento de carcaça. A imunocastração aumenta a deposição de gordura na carcaça, aumenta a maciez e melhora os aspectos visuais da carne.

Palavras-chave: *Bos indicus*. Castração. Cobertura de gordura. Comportamento. Testosterona.

ABSTRACT

The effects of immunocastration on the carcass and meat characteristics of Nellore and Holstein-Zebu cattle males kept on pasture and supplemented with concentrate during backgrounding and finishing was evaluated. Thirty-six males (217.80 ± 20.58 kg) were distributed following a completely randomized design with a 2×2 factorial arrangement with two genetic groups (Nellore and Holstein-Zebu) and two sex classes (intact and immunocastrated). Immunocastration increased the subcutaneous fat thickness (SFT) in the Holstein-Zebu, but did not affect on SFT in Nellore animals. The intact males had *Longissimus lumborum* area, muscle proportion and forequarter. While, the immunocastrated males had carcasses with more fat and lower meat higher and required less shear force, lightness (L*), redness (a*) and yellowness (b*) of meat and b* of fat higher. Genetic groups showed only effect on cold carcass yield, which was higher for Nellore than for Holstein-Zebu. Dairy males may be used for meat production, because they have carcass and meat characteristics similar to Nellore animals, except for carcass yield. The immunocastration increases the fat in the carcass, the tenderness and improves the visual aspects meat.

Key words: Behaviour. *Bos indicus*. Castration. Fat cover. Testosterone.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil é comum o abate de bovinos machos zebuínos, não castrados, criados a pasto e abatidos com idade elevada. A associação dessas características leva a produção de carcaças com pouca gordura de cobertura e carnes com coloração escura e baixa maciez (LIMA JÚNIOR et al., 2011). Dessa forma, esses animais nem sempre atendem as exigências dos frigoríficos e diante da intensificação da pecuária de corte brasileira torna-se importante a avaliação de medidas que melhorem a deposição de gordura na carcaça e a qualidade da carne.

Além dos animais Nelore, o Brasil tem alto potencial para a produção de carne a partir de machos de origem leiteira, porém são geralmente descartados logo após seu nascimento ou são criados de forma inadequada. Esses animais têm sido alvo de pesquisas (ROCHA JÚNIOR et al., 2010; MISSIO et al., 2017) que demonstram potencial desses animais para produção de carne quando recebem um manejo nutricional adequado.

Visando facilitar o manejo dos animais, a castração pode ser uma ferramenta para a produção de bovinos pois reduz comportamentos agressivos e sexuais indesejáveis (HUXSOLL et al., 1998; PRICE et al., 2003; FREITAS et al., 2015). Além disso, essa técnica traz benefícios para a qualidade da carne e da carcaça pois antecipa a deposição de gordura (FREITAS et al., 2008) e aumenta a espessura de gordura subcutânea (EGS) (AMATAYAKUL-CHANTLER et al. 2012; ANDREO et al. 2013), protegendo a carcaça contra a perda excessiva de líquido e escurecimento da parte externa dos músculos durante o resfriamento (MULLER, 1987).

Como alternativa ao método tradicional de castração cirúrgica, que causa dor ao animal e pode apresentar complicações pós-operatórias, foi desenvolvida a técnica de imunocastração. Essa técnica é realizada através da aplicação de doses de vacina Bopriva[®], a

qual estimula a produção de anticorpos contra o hormônio GnRH (fator liberador das gonadotrofinas) e inibe temporariamente a liberação dos hormônios sexuais (ANDREO et al. 2013; MOREIRA et al. 2017).

Além da castração, o fornecimento de dietas com altos teores de concentrado também é uma importante forma para melhorar qualidade da carcaça e da carne. O uso de dietas de alto grão formuladas com grão de milho mais núcleo proteico mineral e vitamínico têm crescido nos últimos anos devido ao aumento na produção de grãos do país, alto valor nutricional da dieta, redução dos custos com processamento dos grãos, ausência de gasto com a produção de volumosos conservados e simplicidade de preparo. Essas características culminam na produção de carcaças de qualidade, atingindo EGS dentro dos padrões que são exigidos pela indústria frigorífica (DIAS et al., 2016)

Objetivou-se avaliar os efeitos da imunocastração sobre as características da carcaça e da carne de machos Nelore e Holandês-Zebu, inteiros e imunocastrados, que receberam alto nível de suplementação nas fases de recria e de terminação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos e protocolos realizados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CEUA-UFT) sob processo nº 23101.003704/2017-77.

O experimento foi realizado na Chácara Santa Luzia, localizada no município de Araguaína - Tocantins. O estudo foi realizado em duas fases subsequentes, recria e terminação, com duração total de 196 dias experimentais. A recria foi realizada de 13 de fevereiro a 07 de maio de 2016, totalizando 84 dias. A terminação foi realizada de 08 de maio a 27 de agosto de 2016, totalizando 112 dias.

Foram utilizados 36 bovinos, 18 Nelore com peso inicial de 217,61 kg e 18 Holandês-Zebu com peso inicial de 217,94 kg, com 12 a 18 meses de idade. Foi adotado delineamento inteiramente casualizado, com distribuição em arranjo fatorial 2 x 2, dois grupos genéticos (Nelore e Holandês-Zebu) e duas condições sexuais (não castrado e imunocastrado), cada tratamento apresentava nove repetições, representadas por um animal. No entanto, ao final do estudo um animal Holandês-Zebu imunocastrado foi retirado do estudo por apresentar quadro clínico anormal, não diagnosticado, no qual parou de se alimentar.

No primeiro dia do experimento todos os animais receberam 5 ml de Ivermectina e os animais dos tratamentos de imunocastração foram vacinados com 1 ml de Bopriva[®] (400 µg do conjugado GnRF e proteína carreadora), com reaplicação no 63º dia experimental, aplicada subcutaneamente por técnico credenciado da Zoetis[®].

Durante todo período experimental os animais foram mantidos em área de 4 ha, dividida em quatro piquetes de 1ha cada, formada com *Megathyrus maximus* cultivar Massai sob pastejo com lotação contínua. Todos os piquetes possuíam bebedouro e cochos para suplementação. Durante a recria a pastagem apresentou em média 3.705,07 kg de MS ha⁻¹ de massa seca de forragem disponível (MSFD), oferta de matéria seca da forragem (OMS) de 10,71% do peso corporal (PC) e concentração de proteína bruta (PB) do pastejo simulado de 12,55%. Na fase de terminação a MSFD, OMS e teor de PB da planta inteira apresentaram médias de 4.756,34 kg de MS ha⁻¹; 5,28% PC e 5,99%, respectivamente.

Os animais receberam concentrado na matéria natural (MN) equivalente a 1% PC durante a fase de recria e 2% PC na fase de terminação, com ajustes no concentrado fornecido realizados após cada pesagem dos animais. O concentrado foi fornecido uma vez ao dia, às 7 horas, em cochos com espaço linear de 67 cm por animal. O concentrado foi formulado com 85% de grão de milho inteiro e 15% de núcleo proteico mineral e vitamínico (Tabela 1).

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e do concentrado

	Milho	Engordin ²	Concentrado
MS ¹	86,51	86,41	86,49
PB	8,34	42,85	13,52
EE	3,64	0,72	3,20
FDN	8,75	30,52	12,01
FDA	1,99	18,22	4,42
Hemicelulose	6,76	12,30	7,59
CNF	79,40	9,60	68,93
CT	86,60	36,27	79,05
FDNcp	7,19	26,67	10,11
Lignina	0,25	0,69	0,31
Cinza	1,42	20,16	4,23

MS, matéria seca; PB, proteína bruta; EE, extrato etéreo; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; CNF, carboidratos não fibrosos; CT, carboidratos totais; FDNcp, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína. ¹Matéria natural. ²Engordin Grão Inteiro - Suplemento proteico, mineral e vitamínico peletizado (Agrocricia Nutrição Animal) – Níveis de garantia: Ca-43g kg⁻¹; P-10g kg⁻¹; S-4g kg⁻¹; Mg-0,7g kg⁻¹; K-2,7g kg⁻¹; Na-9,7g kg⁻¹; Co- 5mg kg⁻¹; Cu-175mg kg⁻¹; Cr-1,4mg kg⁻¹; F-130 mg kg⁻¹; I-5mg kg⁻¹; Mn-182 mg kg⁻¹; Mo-0,35 mg kg⁻¹; Ni-0,3 mg kg⁻¹; Se-1,8mg kg⁻¹; Zn-421mg kg⁻¹; Vit. A-21.000 U.I; Vit. D-3.000 U.I; Vit.E-140 U.I; Monensina Sódica-150 mg kg⁻¹; Virginiamicina-150mg kg⁻¹.

Ao final da fase de terminação todos os animais foram pesados (peso de abate), sem jejum prévio, e levados a frigorífico comercial na cidade de Araguaína-TO, distante 32 km do local de realização do experimento. Os animais de cada tratamento foram transportados separadamente e alojados em quatro currais de espera, sendo destinado um curral para cada grupo de animais que receberam o mesmo tratamento experimental (Holandês-Zebu não castrado, Nelore imunocastrado, Holandês-Zebu imunocastrado e Nelore não castrado). Do momento que os animais chegaram ao frigorífico (11:00) até o momento do abate (6:00) foi realizada avaliação do comportamento pré-abate dos animais, totalizando 19 horas, com observações realizadas em intervalos de dez minutos. Durante esse período foram quantificados o tempo que os animais permaneceram deitados, e as frequências de monta, ato de cheirar/lamber as genitálias de outros animais, cabeçadas agressivas e reflexo flehmen em número de ocorrências.

Os animais foram abatidos seguindo a linha normal de abate do frigorífico e durante a limpeza das meias carcaças foram coletados os hematomas retirados das carcaças para quantificá-las. As carcaças foram pesadas para determinação do peso de carcaça quente

(PCQ) e após as carcaças serem resfriadas por 24 horas a temperatura de - 1 °C, foram novamente pesadas e foi determinado o peso de carcaça fria (PCF), o qual foi utilizado para a determinação do rendimento de carcaça fria ($RCF = (PCF \div PA) \times 100$) e da quebra ao resfriamento (QR), em que a $QR = [(PCQ-PCF) \div PCQ] \times 100$.

As meias carcaças esquerdas foram separadas nos cortes comerciais primários, dianteiro (DIA), traseiro especial (TE) e ponta de agulha (PAG). Na meia carcaça direita foram avaliadas a conformação e as medidas métricas da carcaça: comprimento da carcaça (CpC); comprimento da perna (CP); comprimento do braço (CB); espessura de coxão (EC) e perímetro de braço (PeB) (MÜLLER, 1987).

Foi retirada a secção HH (HANKINS; HOWE, 1946) e levada para laboratório para ser analisada. Na secção HH foi determinada a EGS com o auxílio de um paquímetro, sendo calculada a média de três leituras realizadas em pontos distintos da secção. A cor da carne e gordura foram avaliadas por meio de colorímetro digital Croma Meter CR-410 utilizando o sistema CIE (L^* , a^* , b^*), em três diferentes pontos da amostra anotando-se seus valores médios (ABULARACH et al.,1998). Com o auxílio de papel vegetal foi traçado o contorno do músculo *Longissimus lumborum* e determinada sua área por meio do software ImageJ®. Foi realizada avaliação subjetiva do grau de gordura intramuscular (marmoreio), o qual foi pontuado de acordo com sua distribuição e a quantidade: médio (10 a 12), pequeno (7 a 9), leve (4 a 6) e traços (1 a 3) (MULLER, 1987). Posteriormente, a secção HH foi separada em osso, músculo e gordura, sendo que cada componente foi pesado separadamente para o cálculo da proporção da carcaça.

A avaliação da composição química da carne foi realizada a partir de uma amostra do *Longissimus lumborum* de cada animal, as quais foram moídas e pré-secas em estufa de circulação forçada, e posteriormente moídas em moinho com peneira de 1 mm e armazenadas a temperatura de -10°C, que posteriormente foram submetidas às análises de umidade

(Método 934.01; AOAC, 1990), PB (Método 954.01; AOAC, 1990), cinza (Método 924.05; AOAC, 1990) e EE (ANKOM, 2009).

A partir da porção cranial do músculo *Longísimus lumborum* foram retirados bifes de 2,5 cm de espessura que foram armazenados em freezer a temperatura de -80 °C. Posteriormente os bifes foram pesados, acondicionados em bandejas e descongelados durante 24 horas a 4°C. Decorrido o tempo de descongelamento as amostras foram novamente pesadas para determinar a perda de líquidos durante o descongelamento.

Posteriormente os bifes foram assados em forno elétrico, sendo que ao atingirem 40 °C de temperatura interna foram virados e mantidos no forno até atingirem 70 °C de temperatura interna, monitorada com o auxílio de termômetro, sendo novamente pesados para obter a perda de líquidos durante a cocção. Os bifes assados foram mantidos por 24 h a 4 °C e foram retirados seis cilindros de cada bife com 1,27 cm de diâmetro, nos quais as fibras da carne foram orientadas longitudinalmente para determinação da média da força de cisalhamento entre os cilindros de carne utilizando o aparelho Warner Bratzler Shear Force acoplado ao texturômetro TXT Plus Stable Micro Systems® (POSTE et al., 1993).

Os dados foram submetidos a teste de normalidade e homocedasticidade, com posterior análise de variância e correlação de Pearson. O modelo matemático adotado foi representado por:

$$\gamma_{ijk} = \mu + \tau_i + \xi_j + \tau_i * \xi_j + \varepsilon_{ijk}$$

em que: γ_{ijk} = variável dependente; μ = média geral; τ_i = efeito do fator i (grupos genéticos); ξ_j = efeito do fator j (condições sexuais); $\tau_i * \xi_j$ = interação entre fator i e fator j; ε_{ijk} = erro experimental residual. Os dados foram submetidos ao teste t com 5% de significância para comparação entre as médias quando a interação nos fatores estudados não for significativa (acima de 5% de significância). Para as variáveis não paramétricas foi realizado o teste de Kruskal Wallis, seguido do procedimento de Conover a 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar o comportamento pré-abate foi observado que os animais imunocastrados permaneceram, em média, 41,5% mais tempo deitados que os animais não castrados (Tabela 2), o que pode ser relacionado ao comportamento sexual inerente a machos castrados que apresentam menor atividade social e reflexo de Flehmen (TONELLO et al., 2012).

Tabela 2. Comportamento pré-abate de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC)

Variáveis	Nelore		Holandês-Zebu	
	NC	IC	NC	IC
Tempo deitado, %	26,96	33,62	22,61	36,52
Frequência				
Monta	n° animal ⁻¹	12,00	0,11	3,78
	n° lote ⁻¹	(108)	(1)	(34)
Cabeçadas	n° animal ⁻¹	5,22	0,56	3,56
	n° lote ⁻¹	(47)	(5)	(32)
Reflexo Flehmen	n° animal ⁻¹	4,33	0,22	3,11
	n° lote ⁻¹	(39)	(2)	(28)
Cheirar/Lamber	n° animal ⁻¹	8,33	1,11	6,11
	n° lote ⁻¹	(75)	(10)	(55)

As frequências de monta (7,89 vs. 0,12 ocorrências), de cheirar as genitálias de outros animais (7,22 vs. 1,75 ocorrências), cabeçadas (4,39 vs. 0,28 ocorrências) e reflexo Flehmen (3,72 vs. 0,86 ocorrências) foram maiores para os animais não castrados em relação aos animais imunocastrados (Tabela 2), indicando que a vacina é eficiente na redução de comportamentos agressivos e sexuais. De forma semelhante, Bolado-Sarabia et al. (2018) verificaram menor frequência de monta (16,32 vs. 6,60 ocorrências), cabeçadas (6,97 vs. 4,45 ocorrências), cheirar (19,85 vs. 11,82 ocorrências) e reflexo Flehmen (13,22 vs. 7,90 ocorrências) em touros Holandeses imunocastrados em comparação aos não castrados,

mostrando evidente diminuição do comportamento sexual e agressivo relacionado aos baixos níveis de testosterona devido ao efeito da imunocastração.

Em relação ao comportamento dos grupos genéticos, observa-se comportamento mais ativo para os animais Nelore não castrados em relação aos animais Holandês-Zebu não castrados (Tabela 2), mostrando que animais Nelore apresentam comportamento mais reativo. Essa resposta pode indicar que a imunocastração como ferramenta de modificação do comportamento animal é mais interessante para bovinos da raça Nelore, porque estes são menos dóceis que os machos de origem leiteira.

Não houve diferença ($P > 0,05$) na quebra durante o resfriamento (QR) em resposta aos tratamentos avaliados, com média de 2,41% (Tabela 3) e com isso não se observou alteração no peso de carcaça fria (PCF) ($P > 0,05$) em função dos grupos genéticos e das condições sexuais avaliadas que mantiveram o mesmo comportamento do peso de carcaça quente (Capítulo 2; Tabela 7), devido a correlação entre essas variáveis ($r = 0,9987$; $P < 0,001$; Tabela 4). As perdas durante o resfriamento da carcaça são influenciadas especialmente pela EGS da carcaça (LAGE et al., 2012). Nesse sentido, a EGS dos animais do presente estudo conferiram proteção semelhante durante o resfriamento da carcaça.

Já o rendimento de carcaça fria (RCF) foi maior para os animais Nelore em relação aos Holandês-Zebu (51,80 vs. 49,57%) ($P < 0,05$), seguindo o mesmo comportamento do rendimento de carcaça quente (Capítulo 2; Tabela 7), visto a alta correlação entre essas variáveis ($r = 0,9864$; $P < 0,001$; Tabela 4) (Tabela 3).

Os cortes primários não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos grupos genéticos (Tabela 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Alves et al. (2004), que não verificaram alteração no peso e na proporção de cortes comerciais primários na carcaça de machos Holandês x Gir, Holandês x Guzerá e Indubrasil, resposta justificada pela tendência dos animais manterem equilíbrio entre suas partes dianteiras e traseiras.

Tabela 3. Características quantitativas e cortes primários da carcaça de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC)

Variáveis	Nelore		Holandês-Zebu		CV ¹ , %	Valor de P		
	NC	IC	NC	IC		GG ²	CS ³	GGxCS ⁴
PA, kg	448,22	410,89	434,78	418,00	10,06	-	-	-
PCQ, kg	237,83	218,83	221,56	211,50	11,15	0,180	0,098	0,519
PCF, kg	231,77	213,57	216,47	206,54	11,33	0,202	0,106	0,544
RCF, %	51,69	51,91	49,69	49,45	3,06	<0,001	0,902	0,675
QR, %	2,57	2,41	2,31	2,36	25,46	0,459	0,809	0,619
TE, %	48,09	49,44	48,05	48,99	2,57	0,520	0,010	0,730
DIA, %	40,68	39,15	40,55	39,48	2,91	0,745	0,002	0,594
PAG, %	11,23	11,41	11,41	11,53	6,19	0,547	0,529	0,837
Hematoma, kg	0,63	0,72	0,52	0,62	64,15	0,421	0,484	0,998

PA, peso ao abate; PCQ, peso de carcaça quente; PCF, peso de carcaça fria; RCF, rendimento de carcaça fria; QR, quebra durante o resfriamento, TE, traseiro especial; DIA, dianteiro; PAG, ponta de agulha. ¹CV, coeficiente de variação; ²GG, grupo genético; ³CS, condição sexual; ⁴GGxCS, interação entre grupo genético e condição sexual.

Os animais imunocastrados apresentaram maior ($P<0,05$) rendimento de traseiro especial (49,22 vs. 48,07%), enquanto os animais não castrados apresentaram maior ($P<0,05$) rendimento do dianteiro (40,62 vs. 39,32%). Já o rendimento da ponta de agulha não foi alterado ($P>0,05$) em resposta as condições sexuais avaliadas (11,40%) (Tabela 3). A maior proporção do dianteiro em animais não castrados está relacionado ao dimorfismo sexual causado pela ação da testosterona, evidenciando suas características sexuais secundárias (RESTLE; VAZ, 1997). Já o maior rendimento de traseiro especial em respostas a imunocastração é importante, visto que esta corresponde a porção mais valorizada da carcaça por apresentar a maior quantidade de cortes nobres e de maior valor comercial.

A quantidade de hematomas na carcaça não foi alterada ($P>0,05$) pelos grupos genéticos ou pelas condições sexuais (Tabela 3). Dessa forma, apesar do comportamento mais ativo verificado para os machos não castrados, não foi verificada alteração significativa quanto a ocorrência de hematomas, sendo retirado em média 622,5 g de músculo de cada animal. Esse resultado está em concordância com a semelhança no rendimento de carcaça, pois as lesões diminuem o rendimento da carcaça devido à remoção do local afetado.

A reduzida quantidade de hematomas nas carcaça dos animais pode estar relacionada ao fato dos animais terem sido mantidos em lotes menores (9 animais) na fazenda e nos currais de espera do frigorífico; receberem suplementação em alto nível, permitindo maior interação nos mesmos, reduzindo a agressividade no comportamento; e terem sido manejados adequadamente no embarque para reduzir o estresse e os riscos de acidentes. Assim, quando bem manejados a condição sexual não interfere de forma determinante nessa característica, apesar dessa densidade não ser real em confinamentos comerciais.

Tabela 4. Correlação de Pearson entre as características da carcaça de machos Nelore e Holandês-Zebu não castrados e imunocastrados

	PCQ	RCQ	PCF	RCF	EGS	M	O	G	TE	DIA	PAG	PeB	EC	ALL
PA	0,946**	0,194	0,949**	0,232	0,463	0,875**	0,732**	0,631**	0,926**	0,919**	0,879**	0,626**	0,726**	0,507**
PCQ		0,500*	0,998**	0,529*	0,435	0,926**	0,684**	0,684**	0,974**	0,972**	0,912**	0,589**	0,718**	0,564**
RCQ			0,489*	0,986**	0,106	0,462	0,117	0,392	0,481*	0,479*	0,420*	0,092	0,253	0,350*
PCF				0,527*	0,432	0,926**	0,697**	0,683**	0,974**	0,976**	0,910**	0,593**	0,717**	0,553**
RCF					0,108	0,494*	0,179	0,412	0,513*	0,523*	0,444**	0,123	0,272	0,337*
EGS						0,196	0,181	0,678**	0,415*	0,379*	0,557**	0,227	0,403*	0,008
M							0,715**	0,371*	0,887**	0,938**	0,772**	0,566**	0,618**	0,647**
O								0,190	0,652**	0,745**	0,499*	0,372*	0,523*	0,230
G									0,698**	0,588**	0,786**	0,389*	0,559**	0,203
TE										0,908**	0,868**	0,578**	0,715**	0,513**
DIA											0,855**	0,559**	0,672**	0,559**
PAG												0,601**	0,694**	0,516**
PeB													0,354*	0,313*
EC														0,336*

*P<0,05; **P<0,001; PA, peso de abate; PCQ, peso de carcaça quente; RCQ, rendimento de carcaça quente; PCF, peso de carcaça fria; RCF, rendimento de carcaça fria; EGS, espessura de gordura subcutânea; M, músculo; O, osso; G, gordura; TE, traseiro especial, DIA, dianteiro; PAG, ponta de agulha; PeB, perímetro de braço; EC, espessura do coxão; ALL, área do *Longissimus lumborum*.

A conformação e as características métricas da carcaça não foram alteradas ($P>0,05$) pelos grupos genéticos nem pelas condições sexuais (Tabela 5). A semelhança nas características métricas da carcaça em respostas aos tratamentos avaliados sugerem que todos os animais apresentaram desenvolvimento ósseo similar, o que provavelmente deve-se a semelhança na idade de abate, na alimentação e no ganho de peso dos animais.

Na avaliação da conformação das carcaças, sendo essa uma das variáveis que representam o grau de musculatura da carcaça, verifica-se que elas foram classificadas como boas (9 pontos) a muito boas (10 pontos) (MÜLLER, 1987), e apesar de não ter sido observada diferença na sua pontuação, houve variação na área do *Longissimus lumborum* (ALL) expressa em cm^2 ($P<0,05$), sendo verificada ALL 10,75% maior para os animais não castrados em relação a dos animais imunocastrados, com médias de 67,95 e 61,35 cm^2 , respectivamente (Tabela 5). A ALL é uma característica positivamente correlacionada com o total de músculo na carcaça ($r = 0,6473$; $P<0,01$; Tabela 4).

Tabela 5. Características métricas da carcaça, conformação e área do *Longissimus lumborum* (ALL) de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC)

Variáveis	Nelore		Holandês-Zebu		CV ¹ , %	Valor de P		
	NC	IC	NC	IC		GG ²	CS ³	GGxCS ⁴
CpC, cm	129,00	129,89	131,78	116,25	16,07	0,477	0,324	0,243
CP, cm	80,18	79,89	77,94	79,06	3,84	0,195	0,673	0,701
CB, cm	41,11	40,57	40,44	40,69	5,95	0,663	0,852	0,551
PeB, cm	35,33	33,94	35,06	34,06	5,27	0,992	0,062	0,692
EC, cm	25,56	25,17	25,11	24,31	7,43	0,245	0,374	0,653
CF	10,56	10,11	9,11	9,88	15,25	0,102	0,747	0,252
ALL, cm^2	68,07	62,31	67,82	60,38	12,40	0,894	0,022	0,547
ALL/100kg	29,37	29,17	31,33	29,24	11,48	0,248	0,373	0,342

CpC, comprimento de carcaça; CB, comprimento do braço; PeB, perímetro do braço; EC, espessura do coxão; CP, comprimento da perna; CF, conformação; ALL, área do *Longissimus lumborum*. ¹CV, coeficiente de variação; ²GG, grupo genético; ³CS, condição sexual; ⁴GGxCS, interação entre grupo genético e condição sexual.

Em concordância com a ALL, as proporções de músculo e de gordura na carcaça fria foram alteradas ($P<0,05$) pelas condições sexuais avaliadas, independentemente do grupo

genético, sendo observado maior ($P < 0,05$) percentual de músculo para os animais não castrados (65,20 vs. 62,38%) e maior ($P < 0,05$) percentual de gordura para os animais imunocastrados (22,67 vs. 18,97%) (Tabela 6) enquanto o percentual de osso não foi influenciado ($P > 0,05$) pelas condições sexuais avaliadas, com média de 15,12%. A alteração nos percentuais de músculo e gordura na carcaça alteraram a relação entre esses tecidos, sendo verificada que a relação músculo:gordura foi mais alta para os animais não castrados em relação aos imunocastrados ($P < 0,05$), com médias de 3,55 e 2,81, respectivamente.

A maior quantidade de músculo na carcaça de animais inteiros deve-se a ação do hormônio testosterona, que ao ser liberado na circulação sanguínea atua anabolicamente, estimulando o desenvolvimento muscular (FREITAS et al., 2008; FREITAS et al., 2015). Em oposição, quando o animal é imunizado contra o GnRH o seu sistema imune interrompe o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, reduzindo a produção da testosterona para níveis fisiológicos não eficientes durante a imunização e intensificando a deposição de gordura na carcaça (ZANELLA et al., 2009), o que foi comprovado na presente pesquisa.

Tabela 6. Composição física da carcaça e química da carne de bovinos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC)

Variáveis	Nelore		Holandês-Zebu		CV ¹ , %	Valor de P		
	NC	IC	NC	IC		GG ²	CS ³	GGxCS ⁴
M, %	65,20	62,33	66,28	62,43	3,85	0,405	<0,001	0,687
O, %	14,97	14,62	15,61	15,29	8,62	0,145	0,425	0,998
G, %	19,83	23,04	18,11	22,29	14,68	0,196	0,001	0,998
PC/O	5,73	5,89	5,46	5,56	10,31	0,138	0,471	0,998
M/O	4,38	4,29	4,28	4,09	8,81	0,267	0,299	0,641
M/G	3,34	2,77	3,75	2,85	16,94	0,148	<0,001	0,489
UM, %	74,43	74,20	75,64	74,27	1,61	0,108	0,058	0,189
PB, %	21,04	20,88	21,59	20,12	6,01	0,885	0,071	0,132
EE, %	2,79	3,19	1,99	3,22	33,58	0,195	0,015	0,227
Cinza, %	1,12	1,10	1,13	1,10	5,06	0,544	0,223	0,713

M, músculo; O, osso; G, gordura; PC/O, porção comestível/osso; M/O, músculo/osso; M/G, músculo/gordura; UM, umidade; PB, proteína bruta; EE, extrato etéreo. ¹CV, coeficiente de variação; ²GG, grupo genético; ³CS, condição sexual; ⁴GGxCS, interação entre grupo genético e condição sexual.

Apesar das diferenças observadas para as condições sexuais na deposição de gordura na carcaça, as relações de porção comestível:osso e músculo:gordura não foram influenciados pela condição sexual ($P>0,05$). O grupo genético não influenciou nenhuma das variáveis relacionadas a composição física da carcaça ($P>0,05$) ou a composição química da carne ($P>0,05$) (Tabela 6).

A proporção de gordura na carcaça foi de tal magnitude que afetou o percentual de gordura na carne, independentemente do grupo genético, sendo que a carne dos animais imunocastrados apresentaram teor de extrato etéreo (EE) 34,31% superior que a carne dos animais não castrados ($P<0,05$). Por outro lado, os percentuais de umidade, proteína bruta e cinza da carne não foram alterados pelas condições sexuais ($P>0,05$), apresentando médias de 74,64%; 20,91% e 1,11%, respectivamente (Tabela 6). A maior porcentagem de EE na carne de animais imunocastrados reflete o maior acúmulo de tecido adiposo ($r = 0,7573$; $P<0,001$; Tabela 7) e a redução na quantidade de músculo na carcaça desses animais ($r = - 0,6734$; $P<0,001$; Tabela 7). Dessa forma, a imunocastração garantiu antecipação na deposição de gordura intramuscular dos animais, visto que esta é a última a ser depositada na carcaça (LONERGAN; TOPEL; MARPLE, 2019) e ela é importante pois está diretamente relacionada a percepção de suculência da carne pelo consumidor (MILLER, 2002).

Tabela 7. Correlação de Pearson entre as características da carcaça e da carne de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados e imunocastrados

	M	G	UM	EE	pH	L*carne	a*carne	b*carne	L*gordura	a*gordura	b*gordura
EGS	-0,569**	0,626**	-0,403*	0,609**	0,083	0,362*	0,111	0,182	-0,101	0,297	0,443*
M		-0,936**	0,474*	-0,673**	0,149	-0,497*	-0,146	-0,230	0,182	-0,313	-0,459*
G			-0,529**	0,757**	-0,132	0,489*	0,238	0,296	-0,208	0,394*	0,545**
UM				-0,659**	0,277	-0,383*	-0,453*	-0,402*	0,129	-0,448	-0,284
EE					-0,217	0,381*	0,239	0,256	-0,253	0,414*	0,574**
pH						-0,132	-0,209	-0,104	-0,052	-0,213	-0,049
L*carne							0,350*	0,594**	-0,134	0,144	0,176
a*carne								0,880**	-0,252	0,356*	0,376*
b*carne									-0,255	0,292	0,313
L*gordura										-0,594	-0,455
a*gordura											0,500*

*P<0,05; **P<0,001; EGS, espessura de gordura subcutânea; M, músculo; G, gordura; UM, umidade; EE, extrato etéreo; L*, luminosidade; a*, intensidade de vermelho; b*, intensidade de amarelo

No entanto, a EGS expressa em mm e ajustada para 100 kg de carcaça fria foi influenciada ($P < 0,05$) pela interação entre o grupo genético e a condição sexual (Tabela 8). A EGS foi semelhante para os machos Nelore não castrados e imunocastrados (3,54 mm), enquanto os bovinos Holandês-Zebu imunocastrados apresentaram maior EGS em relação aos animais Holandês-Zebu não castrados (4,10 vs. 2,80 mm). É possível que as diferenças observadas entre o efeito da imunocastração de machos Holandês-Zebu e Nelore na deposição de gordura subcutânea devam-se a maior precocidade dos animais de origem leiteira, visto que raças mais precoces apresentam antecipação na depositam gordura em relação a raças tardias (OLIVEIRA et al., 2011).

Tabela 8. Espessura de gordura subcutânea de machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC)

Variáveis	NC	IC	CV ⁴ , %	Valor de P		
				GG ¹	CS ²	GGxCS ³
EGS, mm						
Holandês-Zebu	2,80 Ab	4,10 Aa	31,02	0,734	0,213	0,032
Nelore	3,70 Aa	3,37 Aa				
EGS, 100 kg ⁻¹						
Holandês-Zebu	1,26 Ab	1,98 Aa	27,38	0,910	0,036	0,014
Nelore	1,61 Aa	1,56 Aa				

EGS, espessura de gordura subcutânea. ¹GG, grupo genético; ²CS, condição sexual; ³GGxCS, Interação entre grupo genético e condição sexual; ⁴CV, coeficiente de variação; *Médias seguidas de letras distintas (minúsculas na linha e maiúsculas na coluna) diferem entre si a 5% de significância.

A EGS dos bovinos Holandês-Zebu não castrados (2,8 mm) foi menor do que os 3,0 mm requeridos pela indústria frigorífica brasileira e, neste caso, as carcaças podem ser penalizadas, pois a gordura externa é importante para a proteção contra a desidratação de carcaça e escurecimento da parte externa dos músculos durante a refrigeração (MULLER, 1987). A adequada deposição de gordura subcutânea de machos Nelore não castrados (3,70 mm) provavelmente se deve ao alto aporte energético fornecido pela dieta de alto grão.

Assim, animais Nelore não castrados podem produzir carcaças de qualidade quando abatidos jovens, desde que recebam aporte nutricional suficiente para deposição de gordura na carcaça.

O pH, a temperatura e o marmoreio não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos grupos genéticos ou pelas condições sexuais (Tabela 9). Portanto, apesar das diferenças observadas no comportamento pré-abate, o pH da carne não foi alterado, apresentando média de 6,05, o que indica semelhança nas reservas de glicogênio disponível para a síntese de ácido lático e, conseqüentemente, redução do pH da carne (MATARNEH et al. 2017). A concentração observada classifica a carne como DFD (dark, firm, dry, ou seja, escura, firme e seca) (FERNANDES et al. 2008). O estresse pré-abate é um dos principais fatores que influencia o pH final da carne e pode ser causado pelas condições de manejo, transporte, cansaço, mudança de ambiente, entre outros fatores, fazendo o animal utilizar as reservas de glicogênio antes do abate (MUCHENJE et al. 2009). A semelhança no pH final da carne de animais não castrados e imunocastrados foi documentada por trabalhos anteriores (AMATAYAKUL-CHANTLER et al. 2012; MIGUEL et al. 2014; PÉREZ-LINARES et al. 2017; RIPOLL et al., 2018).

As perdas por descongelamento foram maiores ($P < 0,05$) para os animais Nelore em relação aos animais Holandês-Zebu (6,80 vs. 5,45%) e maiores ($P < 0,05$) para os bovinos imunocastrados em relação aos bovinos inteiros (6,83 vs. 5,42%; Tabela 9). No presente estudo foi verificada correlação negativa de -0,4167 ($P = 0,0128$) entre perda por descongelamento e teor de umidade da carne, e os valores encontrados estão dentro do intervalo verificado para espécie bovina em outros trabalhos que avaliaram essa característica, variando entre 2,04 a 9,09% (VAZ et al., 2005; LAGERSTEDT et al., 2008; KUSS et al., 2010; MAGGIONI et al., 2012; MOLETTA et al., 2014; SILVA et al., 2017).

Maiores perdas no descongelamento para bovinos castrados também foram verificadas por Kuss et al. (2010) (8,55 vs. 4,99%) e Moletta et al. (2014) (6,88 vs. 4,29%) em relação a

carne dos machos não castrados. Segundo Moletta et al. (2014) uma possível explicação para a menor retenção de água durante o descongelamento da carne dos animais imunocastrados é o maior grau de gordura de cobertura o que faz com que ocorram menores perdas de líquidos durante o resfriamento das carcaças, líquido este que seria perdido durante o descongelamento. No entanto, as perdas por cozimento e perdas totais não foram alteradas ($P>0,05$) pelos grupos genéticos ou condições sexuais, com médias de 28,93 e 33,26%, respectivamente. Deve-se considerar que os valores obtidos para as perdas de cozimento permaneceram dentro da faixa normal para carne bovina, entre 13,1% e 34,54% (MUCHENJE et al., 2009).

Tabela 9. Características qualitativas da carcaça e da carne de bovinos machos Nelore e Holandês-Zebu, não castrados (NC) e imunocastrados (IC)

Variáveis	Nelore		Holandês-Zebu		CV ¹ , %	Valor de P		
	NC	IC	NC	IC		GG ²	CS ³	GGxCS ⁴
pH	6,01	5,99	6,15	6,05	2,75	0,080	0,248	0,602
Temperatura, °C	-0,56	-0,53	-0,66	-0,64	29,35	0,092	0,697	0,998
Marmoreio	5,56	4,78	2,89	4,75	56,08	0,110	0,528	0,136
PD, %	6,65	6,94	4,19	6,71	31,33	0,036	0,037	0,111
PC, %	28,63	28,93	28,57	29,58	11,21	0,806	0,565	0,737
PT, %	33,37	33,86	31,50	34,30	11,30	0,534	0,210	0,384
FC, kgf	9,16	8,08	8,91	7,68	22,36	0,627	0,049	0,969
L* carne	40,23	40,94	38,82	40,87	4,83	0,232	0,044	0,357
a* carne	19,70	20,67	19,75	20,81	6,89	0,890	0,040	0,862
b* carne	8,63	9,48	8,72	9,68	12,08	0,748	0,022	0,788
L* gordura	66,62	63,32	68,67	66,49	6,83	0,091	0,073	0,998
a* gordura	14,34	16,09	12,11	14,67	27,24	0,159	0,105	0,998
b* gordura	21,00	22,93	19,89	23,85	11,20	0,802	0,001	0,236

PD, Perdas por descongelamento; PC, Perdas por cozimento; PT, Perdas totais; FC, Força de cisalhamento; L*, luminosidade; a*, intensidade de vermelho; b*, intensidade de amarelo. ¹CV, coeficiente de variação; ²GG, grupo genético; ³CS, condição sexual; ⁴GGxCS, interação entre grupo genético e condição sexual.

A força de cisalhamento foi alterada ($P>0,05$) pelas condições sexuais, independentemente do grupo genético, sendo verificada carne mais macia para animais

imunocastrados em relação aos animais não castrados (7,88 vs. 9,04 kgf) (Tabela 9). A menor maciez da carne dos animais não castrados, provavelmente, deve-se a maior atividade da calpastatina no músculo desses animais estimulada pela testosterona para reduzir a degradação proteica e favorecer a deposição de tecido muscular na carcaça (LOBLEY et al., 1990; MORGAN et al., 1993). Após o abate a maior concentração de calpastatina inibe a atividade da calpaína, uma das principais enzimas responsáveis pelo amaciamento da carne (MORGAN et al., 1993).

Além disso, a maior maciez da carne dos animais imunocastrados pode estar relacionar a textura menos grosseira na carne desses animais, com menor diâmetro da fibra muscular (KUSS et al., 2010). De forma semelhante ao presente estudo, Amatayakul-Chantler et al. (2012) e Andreo et al. (2013) observaram menor força de cisalhamento para a carne de animais imunocastrados em relação a carne de animais inteiros. Apesar do efeito das condições sexuais sobre a maciez da carne, a mesma é classificada com maciez mediana (8,46 kgf), segundo classificação de Shackelford et al. (1991).

A carne dos animais imunocastrados apresentou maiores ($P < 0,05$) índices de luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*) e maior b^* da gordura em relação aos animais inteiros, independentemente do grupo genético (Tabela 9). A maior intensidade da L^* da carne dos animais imunocastrados deve-se ao maior teor de gordura na carcaça desses animais ($r = 0,4887$; $P < 0,05$; Tabela 4), produzindo maior refletância que a carne dos animais não castrados (MAZON, 2016). Nesse sentido, a carne de animais imunocastrados pode ser considerada mais atrativa pelos consumidores, visto que a vacina melhorou as variáveis relacionadas a coloração da carne e este é um dos atributos mais decisivos no momento da compra da carne pelo consumidor (MISSIO et al., 2010). A melhoria dos aspectos visuais da carne também foi verificada de forma consistente nos

trabalhos de Andreo et al. (2013), Mazon (2016) e Miguel et al. (2014), que relataram maiores valores de L*, a* e b* da carne de animais imunocastrados em relação a dos animais inteiros.

A coloração mais amarelada da gordura de animais imunocastrados pode estar associada a maior quantidade de gordura e maior deposição de pigmentos carotenoides provenientes da forragem consumida pelos animais (MUCHENJE et al., 2009), no entanto essa alteração na coloração da gordura de animais imunocastrados não foi verificada em outros trabalhos que avaliaram a imunocastração (AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2013; MOREIRA, 2013; MARTI et al., 2017).

A coloração mais intensa de amarelo na gordura pode ser vista de forma negativa pelos consumidores, pois geralmente é associada a animais abatidos velhos ou doentes (DUNNE et al., 2009; FERNANDES et al., 2008; MUCHENJE et al., 2009), o que não ocorreu neste estudo, pois os animais foram abatidos jovens e saudáveis. Deve-se considerar que a percepção do consumidor sobre a coloração da gordura considerada adequada pode refletir variações regionais nas práticas de produção de carne bovina (DUNNE et al., 2009). No presente estudo foi verificada correlação negativa da coloração da gordura com o percentual de músculo na carcaça ($r = -0,459$; $P < 0,05$; Tabela 4) e positiva com o percentual gordura na carcaça ($r = 0,545$; $P < 0,05$; Tabela 4).

5. CONCLUSÕES

Machos de aptidão leiteira apresentam potencial para a produção de carne, pois apresentam características da carcaça e da carne semelhantes a dos animais Nelore, com exceção do rendimento de carcaça fria.

A imunocastração é uma alternativa eficaz para melhorar a qualidade da carne, devido a antecipação da deposição de gordura na carcaça, aumento da maciez e melhoria dos

aspectos visuais da carne, que correspondem a características apreciadas pelo consumidor final.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABULARACH, M. L.; ROCHA, C. E.; FELICIO, P. E. Características de qualidade do contra filé (m. *L. lumborum*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 2, p. 205-210, 1998.

ALVES, D. D.; PAULINO, M. F.; BACKES, A. A.; VALADARES FILHO, S. C.; RENNÓ, L. N. Desempenho produtivo de bovinos Zebu e cruzados Holandês-Zebu nas fases de recria e terminação. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v. 26, n. 3, p. 385-391, 2004.

AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; JACKSON, J. A.; STEGNER, J.; KING, V.; RUBIO, L. M. S.; HOWARD, R.; WALKER, J. Immunocastration of *Bos indicus* × Brown Swiss Bulls in feedlot with gonadotropin-releasing vaccine Bopriva provides improved performance and meat quality. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 3718-3728, 2012.

AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; HOE, F.; JACKSON, J. A.; ROÇA, R. D. O.; STEGNER, J. E.; KING, V.; WALKER, J. Effects on performance and carcass and meat quality attributes following immunocastration with the gonadotropin releasing factor vaccine Bopriva or surgical castration of *Bos indicus* bulls raised on pasture in Brazil. **Meat Science**, v. 95, n. 1, p. 78-84, 2013.

ANDREO, N.; BRIDI, A. M.; TARSITANO, M. A.; PERES, L. M.; BARBON, A. P. A. C.; ANDRADE, E. L.; PROHMANN, P. E. F. Influência da imunocastração (Bopriva®) no ganho de peso, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 4121-4132, 2013.

ANKOM. Operator's manual – **ANKOMXT10 extraction system**. Macedon. 2009.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. 1990. **Official methods of analysis**. 15th ed. AOAC International, Arlington, VA.

BOLADO-SARABIA, J. L.; PÉREZ-LINARES, C.; FIGUEROA-SAAVEDRA, F.; TAMAYO-SOSA, A. R.; BARRERAS-SERRANO, A.; SÁNCHEZ-LÓPEZ, E.; GARCÍA-REYNOSO, I. C.; RÍOS-RINCÓN, F. G.; RODRÍGUEZ-POCHÉ, M. Y.; GARCÍA-VEGA, L. A.; GALLEGOS, E.; CASTRO-OSUNA, P. Effect of immunocastration on behaviour and blood parameters (cortisol and testosterone) of Holstein bulls. **Austral journal of veterinary sciences**, v. 50, n. 2, p. 77-81, 2018.

DIAS, A. M.; OLIVEIRA, L. B.; ÍTAVO, L. C. V.; MATEUS, R. G.; GOMES, E. N. O.; COCA, F. O. C. G.; ÍTAVO, C. C. B. F.; NOGUEIRA, É.; MENEZES, B. B.; MATEUS, R. G. Terminação de novilhos Nelore, castrados e não castrados, em confinamento com dieta alto grão. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 1, p. 45-54, 2016.

DUNNE, P. G.; MONAHAN, F.J.; O'MARA, F.P.; MOLONEY, A.P. Colour of bovine subcutaneous adipose tissue: A review of contributory factors, associations with carcass and meat quality and its potential utility in authentication of dietary history. **Meat Science**, v. 81, n. 1, p. 28-45, 2009.

FERNANDES, A. A. M.; SAMPAIO, W. H.; OLIVEIRA, E. A.; TULLIO, R. R.; PERECIN, D. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 1, p. 139-147, 2008.

FREITAS, A. K.; RESTLE, J.; PACHECO, P. S.; PADUA, J. T.; LAGE, M. E.; MIYAGI, E. S.; SILVA, G. F. R. Carcass characteristics of Nelore cattle kept intact or castrated at two ages, feedlot finished. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1055-1062, 2008.

FREITAS, V. M.; LEÃO, K. M.; ARAUJO NETO, F. R.; MARQUES, T. C.; FERREIRA, R. M.; GARCIA, L. L. F.; OLIVEIRA, E. B. Effects of surgical castration, immunocastration and homeopathy on the performance, carcass characteristics and behaviour of feedlot-finished crossbred bulls. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1725 - 1734, 2015.

HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. p. 1-20 (Technical Bulletin). USA, 1946.

HUXSOLL, C. C.; PRICE, E. O.; ADAMS, T. E. Testis function, carcass traits, and aggressive behavior of beef bulls actively immunized against gonadotropinreleasing hormone. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 1760 -1766, 1998.

KUSS, F.; LÓPEZ, J.; RESTLE, J.; BARCELLOS, J. O. J.; MOLETTA, J. L.; LEITE, M. C. P. Qualidade da carne de novilhos terminados em confinamento e abatidos aos 16 ou 26 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 4, p. 924-931, 2010.

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.

LAGERSTEDT, A.; ENFALT, L.; JOHANSSON, L.; LUNDSTROM, K. Effect of freezing on sensory quality, shear force and water loss in beef M. longissimus dorsi. **Meat Science**, v. 80, n. 2, p. 457-461, 2008.

LIMA JÚNIOR, D. M.; RANGEL, A. H. N.; URBANO, A. S.; MACIEL, M. V.; AMARO, L. P. A. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, n. 4, p. 351-358, 2011.

LOBLEY, G., CONNELL, A., MILNE, E., BUCHAN, V., CALDER, A., ANDERSON, S., VINT, H. Muscle protein synthesis in response to testosterone administration in wether lambs. **British Journal of Nutrition**, v. 64, n. 3, p. 691-704, 1990.

LONERGAN, S. M.; TOPEL, D. G.; MARPLE, D. N. Fat and fat cells in domestic animals. In: LONERGAN, S. M.; TOPEL, D. G.; MARPLE, D. N. **The Science of Animal Growth and Meat Technology** (Second Edition), Academic Press: 2019, p 51-69.

MAGGIONI, D.; PRADO, N. I.; ZAWADZKI, F.; VALERO, M; V.; MARQUES, A. J.; BRIDI, A. M.; MOLETTA, L. J.; ABRAHÃO, J. J. S. Grupos genéticos e graus de acabamento sobre qualidade da carne de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 1, p. 391-401, 2012.

MARTI, S., JACKSON, J. A., SLOOTMANS, N., LOPEZ, E., HODGE, A., PÉREZ-JUAN, M., AMATAYAKUL-CHANTLER, S. Effects on performance and meat quality of Holstein bulls fed high concentrate diets without implants following immunological castration. **Meat Science**, v. 126, p. 36-42, 2017.

MATARNEH, S. K.; ENGLAND, E. M.; SCHEFFLER, T. L.; GERRARD, D. E. The Conversion of Muscle to Meat. In: Toldra, F. (Ed.). **Lawrie's Meat Science** (8^a ed.), Woodhead Publishing, p. 159-185, 2017.

MAZON, M. R. **Efeitos da imunocastração e de agonistas beta-adrenérgicos sobre a qualidade da carne de bovinos**. 2016. 145 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Pirassununga - SP. 2016.

MIGUEL, G. Z.; FARIA, M. H.; ROÇA, R. O.; SANTOS, C. T.; SUMAN, S. P.; FAITARONE, A. B. G.; DELBEM, N. L. C.; GIRAO, L. V. C.; HOMEM, J. M.; BARBOSA, E. K.; SU, L. S.; RESENDE, F. D.; SAVIAN, T. V. Immunocastration improves carcass traits and beef color attributes in Nellore and Nellore × Aberdeen Angus crossbred animals finished in feedlot. **Meat Science**, v. 96, p. 884-891, 2014.

MILLER, R.K. Factors affecting the quality of raw meat. In: KERRY, J. KERRY, J.; LEDWARD, D. **Meat Processing**, Woodhead Publishing: 2002, p. 27-63.

MISSIO, R. L.; SILVA, D. P.; ALEXANDRINO, E.; RESTLE, J.; PAULA NETO, J. J.; REZENDE, J. M.; MELO, J. C.; SILVA, A. A. M.; DUARTE, T. D. Carcass and meat of two genetic groups of cattle fed two levels of grass-Convert silage in feedlot. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 38, n. 3, p. 1501-1512, 2017.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; RESTLE, J.; ARBOITTE, M. Z.; SEGABINAZZI, L. R. Características da carcaça e da carne de tourinhos terminados em confinamento, recebendo diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n. 7, p. 1610-1617, 2010.

MOLETTA, J. J.; PRADO, I. N.; FUGITA, C. A.; EIRAS, C. E.; CARVALHO, C. B.; PEROTTO, D. Características da carcaça e da carne de bovinos não-castrados ou castrados terminados em confinamento e alimentados com três níveis de concentrado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 1035-1050, 2014.

MOREIRA, A. D. **Métodos de castração de machos Aberdeen Angus x Nelore terminados em pastagem**. 85 p. 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho”. Jaboticabal – São Paulo. 2013.

MOREIRA, A.D.; SIQUEIRA, G. R.; LAGE, J. F.; BENATTI, J. M. B; MORETTI, M. H.; MIGUEL, G. Z.; OLIVEIRA, I. M.; RESENDE, F. D. Castration methods in crossbred cattle raised on tropical pasture. **Animal Production Science**, v. 58, p. 1307-1315, 2017.

MORGAN, J. B.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M.; SAVELL, J.W.; CROUSE, J.D. Meat tenderness and the calpain proteolytic system in longissimus muscle of young bulls and steers. **Journal Animal Science**, v. 71, n. 6, p. 1471-1476, 1993.

MUCHENJEA, V.; DZAMAC, B. K.; CHIMONYOA, M.; STRYDOM, P. E.; HUGO, A.; RAATS, J. G. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: a review. **Food Chemistry**, v. 112, p. 279-289, 2009.

MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: Imprensa Universitária. 1987. 31p.

OLIVEIRA, M. V. M.; SCHMIDT, P. Influence of corn processing provided in the diet on the ruminal dynamics of dairy steer. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 433-440, 2011.

PÉREZ-LINARES, C., BOLADO-SARABIA L.; FIGUEROA-SAAVEDRA F.; BARRERAS-SERRANO, A.; SÁNCHEZ-LÓPEZ E.; TAMAYO-SOSA, A. R.; GODINA, A. A.; RÍOS-RINCÓN F.; GARCÍA L. A.; GALLEGOS, E. Effect of immunocastration with Bopriva on carcass characteristics and meat quality of feedlot Holstein bulls. **Meat Science**, v. 123, p. 45-49, 2017.

POSTE, L.M.; BUTLER, G.; MACKIE, D.; AGAR, V. E; THOMPSON, B. K. Correlations of sensory and instrumental meat tenderness value as affected by sampling techniques. **Food Quality and Preference**, v. 4, p. 207-214, 1993.

PRICE, E. O.; ADAMS, T. E.; HUXSOLL, C. C.; BORGWARDT, R. E. Aggressive behavior is reduced in bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 411-415, 2003.

RESTLE, J.; VAZ, F. N. Aspectos quantitativos da carcaça de machos Hereford inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 10, p. 1091-1095, 1997.

RIPOLL, G.; NOYA, A.; CASASÚS, I.; SANZ, A. Preliminary study of the effects of an anti-gonadotropin-releasing factor vaccine at two initial liveweights on the carcass traits and meat quality of bulls. **Animal Production Science**, v. 59, p. 1462-1469, 2018.

ROCHA JÚNIOR, V. R.; SILVA, F. V.; BARROS, R. C.; REIS, S. T.; COSTA, M. D.; SOUZA, A. S.; CALDEIRA, L. A.; OLIVEIRA, L. L. S. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore e Mestiços terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 3, p. 865-875, 2010.

SHACKELFORD, S.D.; MORGAN, J.B.; CROSS, H.R.; STIFFLER, D.M.; WISE, J.W.; GRIFFIN, D.B.; SMITH, G.C. Identification of threshold levels for warner-bratzler shear force in beef top loin steaks. **Journal of Muscle Foods**, v. 2, p. 289-296, 1991.

SILVA, L. H.P.; PAULINO, P.V.R.; ASSIS, G. J.F.; ASSIS, D.E.F. ; ESTRADA, M. M.; SILVA, M. C.; SILVA, J. C.; MARTINS, T.S.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; CHIZZOTTI, M.L. Effect of post-weaning growth rate on carcass traits and meat quality of Nelore cattle. **Meat Science**, v. 123, p. 192-197, 2017.

TONELLO, C. L.; RIBEIRO, L. B.; BARBOSA, O. R.; HÖRING, C. F.; CARARD, M.; FURTADO, C. E. Comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de novilhos nelore em diferentes condições de pastejo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 3, p. 282-289, 2012.

VAZ, F. N.; RESTLE, J.; SILVA, N.L.Q.; ALVES FILHO, D.C.; PASCOAL, L.L.; BRONDANI, I.L.; KUSS, F. Nível de Concentrado, Variedade da Silagem de Sorgo e Grupo Genético sobre a Qualidade da Carcaça e da Carne de Novilhos Confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 239-248, 2005.

ZANELLA R.; ZANELLA, E. L.; REEVES, J. J.; HERNANDEZ, J.; MOTTA, A. C.; AVILA, D. Características testiculares de touros imunizados com vacina anti-hormônio liberador do hormônio luteinizante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1359-1363, 2009.

APÊNDICES

Tabela 1- Circunferência, comprimento, peso, largura, volume e forma dos testículos de machos Nelore e Holandês-Zebu (HZ), não castrados (NC) e imunocastrados (IC)

GG ¹	CS ²	Circunferência cm	Comprimento cm	Peso g	Largura cm	Volume cm ³	Forma
HZ	NC	17,00	11,50	215,00	5,41	529,22	0,47
HZ	NC	16,20	10,55	165,00	5,16	440,88	0,49
HZ	NC	13,90	8,20	95,00	4,43	252,28	0,54
HZ	NC	15,95	10,90	182,50	5,08	441,56	0,47
HZ	NC	16,50	11,00	190,00	5,25	476,87	0,48
HZ	NC	16,00	11,00	170,00	5,10	448,41	0,46
HZ	NC	19,35	11,40	262,50	6,16	679,68	0,54
HZ	NC	13,80	9,10	130,00	4,39	275,96	0,48
Nelore	IC	8,45	6,85	27,50	2,69	77,88	0,39
Nelore	IC	12,60	8,40	85,00	4,01	212,35	0,48
Nelore	IC	13,90	9,10	115,00	4,43	279,97	0,49
Nelore	IC	10,45	6,80	50,00	3,33	118,24	0,49
Nelore	IC	8,30	5,55	30,00	2,64	60,88	0,48
HZ	IC	12,65	8,70	87,50	4,03	221,69	0,46
HZ	IC	12,15	7,49	72,50	3,87	176,07	0,52
HZ	IC	9,40	7,30	45,00	2,99	102,71	0,41
HZ	IC	12,30	7,80	72,50	3,92	187,91	0,50
HZ	IC	10,30	7,70	50,00	3,28	130,08	0,43
HZ	IC	11,70	8,05	67,50	3,73	175,47	0,46
HZ	IC	9,65	6,30	40,00	3,07	93,42	0,49
HZ	IC	11,75	8,80	72,50	3,74	193,46	0,43
Nelore	NC	16,45	11,10	177,50	5,24	478,29	0,47
Nelore	NC	16,70	10,90	195,00	5,32	484,06	0,49
Nelore	NC	15,05	10,19	147,50	4,79	367,53	0,47
Nelore	NC	18,10	10,40	210,00	5,76	542,54	0,55
Nelore	NC	15,50	10,60	155,00	4,94	405,52	0,47
Nelore	NC	10,80	8,00	55,00	3,44	148,59	0,43
Nelore	NC	14,00	11,45	145,00	4,46	357,36	0,39
Nelore	NC	20,90	14,56	335,00	6,66	1012,73	0,46
Nelore	NC	10,05	7,50	52,50	3,20	120,62	0,43

¹ Grupo genético; ² Condição sexual.

Tabela 2. Peso vivo inicial (PVI), peso vivo final (PVF), ganho de peso total (GPT), ganho médio diário (GMD) machos Nelore e Holandês-Zebu (HZ), não castrados (NC) e imunocastrados (IC)

GG ¹	CS ²	PVI kg	PVF ³ kg	GPT ³ kg	GMD ³ kg	PVF ⁴ kg	GPT ⁴ kg	GMD ⁴ kg
HZ	NC	188	276	88	1,05	389	113	1,01
HZ	NC	208	269	61	0,73	380	111	0,99
HZ	NC	211	286	75	0,89	410	124	1,11
HZ	NC	212	300	88	1,05	415	115	1,03
HZ	NC	221	320	99	1,18	437	117	1,04
HZ	NC	218	330	112	1,33	463	133	1,19
HZ	NC	232	348	116	1,38	480	132	1,18
HZ	NC	245	369	124	1,48	528	159	1,42
HZ	NC	236	315	79	0,94	411	96	0,86
HZ	IC	199	300	101	1,20	415	115	1,03
HZ	IC	202	302	100	1,19	394	92	0,82
HZ	IC	200	276	76	0,90	355	79	0,71
HZ	IC	210	290	80	0,95	392	102	0,91
HZ	IC	221	300	79	0,94	444	144	1,29
HZ	IC	234	316	82	0,98	415	99	0,88
HZ	IC	238	350	112	1,33	500	150	1,34
HZ	IC	231	300	69	0,82	429	129	1,15
Nelore	IC	190	260	70	0,83	373	113	1,01
Nelore	IC	222	320	98	1,17	456	136	1,21
Nelore	IC	206	305	99	1,18	432	127	1,13
Nelore	IC	220	309	89	1,06	430	121	1,08
Nelore	IC	235	292	57	0,68	440	148	1,32
Nelore	IC	183	275	92	1,10	392	117	1,04
Nelore	IC	243	355	112	1,33	505	150	1,34
Nelore	IC	240	355	115	1,37	490	135	1,21
Nelore	IC	254	352	98	1,17	516	164	1,46
Nelore	NC	183	260	77	0,92	375	115	1,03
Nelore	NC	198	293	95	1,13	405	112	1,00
Nelore	NC	216	310	94	1,12	405	95	0,85
Nelore	NC	210	306	96	1,14	420	114	1,02
Nelore	NC	219	307	88	1,05	440	133	1,19
Nelore	NC	231	306	75	0,89	430	124	1,11
Nelore	NC	252	343	91	1,08	417	74	0,66
Nelore	NC	240	337	97	1,15	451	114	1,02
Nelore	NC	175	234	59	0,70	355	121	1,08

¹ Grupo genético; ² Condição sexual; ³ Recria; ⁴ Terminação.

Tabela 3. Peso de carcaça quente integral (PCQI), rendimento de carcaça quente integral (RCQI), recorte de gordura (RG), relação recorte de gordura/peso de carcaça quente integral (RG/PCQI), peso de carcaça quente (PCQ) e rendimento de carcaça quente (RCQ) de machos Nelore e Holandês-Zebu (HZ), não castrados (NC) e imunocastrados (IC)

GG ¹	CS ²	PCQI kg	RCQI %	RG kg	RG/ PCQI %	PCQ kg	RCQ %
HZ	NC	242,11	52,29	12,41	5,13	229,50	49,57
HZ	NC	278,56	58,03	11,06	3,97	267,50	55,73
HZ	NC	214,88	52,41	8,88	4,13	206,00	50,24
HZ	NC	241,66	55,30	10,66	4,41	231,00	52,86
HZ	NC	215,75	51,99	9,33	4,33	206,00	49,64
HZ	NC	201,01	51,67	9,48	4,72	191,00	49,10
HZ	NC	281,60	53,33	12,88	4,57	267,50	50,66
HZ	NC	197,63	52,01	10,52	5,32	186,00	48,95
HZ	NC	221,00	53,77	10,30	4,66	209,50	50,97
HZ	IC	241,10	57,82	13,40	5,56	227,00	54,44
HZ	IC	248,61	55,12	5,74	2,31	242,00	53,66
HZ	IC	202,22	53,92	6,99	3,46	194,50	51,87
HZ	IC	219,47	54,19	9,98	4,55	208,00	51,36
HZ	IC	235,93	56,17	10,08	4,27	225,00	53,57
HZ	IC	231,65	57,20	8,80	3,80	222,50	54,94
HZ	IC	250,38	56,90	11,97	4,78	237,50	53,98
HZ	IC	188,74	53,17	6,95	3,68	181,50	51,13
Nelore	IC	244,63	56,89	12,85	5,25	231,50	53,84
Nelore	IC	227,03	54,70	9,64	4,24	217,00	52,29
Nelore	IC	230,21	53,66	13,62	5,92	216,00	50,35
Nelore	IC	191,39	53,91	8,10	4,23	183,00	51,55
Nelore	IC	231,10	52,05	14,23	6,16	216,50	48,76
Nelore	IC	266,11	53,22	16,12	6,06	249,50	49,90
Nelore	IC	227,37	54,79	11,27	4,96	215,00	51,81
Nelore	IC	208,85	53,01	11,61	5,56	196,50	49,87
Nelore	IC	213,56	54,48	14,09	6,60	198,50	50,64
Nelore	NC	245,48	56,82	10,67	4,35	234,00	54,17
Nelore	NC	243,89	56,72	11,56	4,74	232,00	53,95
Nelore	NC	215,95	55,09	10,09	4,67	205,00	52,30
Nelore	NC	291,22	57,67	11,04	3,79	279,50	55,35
Nelore	NC	273,92	55,90	13,10	4,78	259,50	52,96
Nelore	NC	235,00	53,41	9,11	3,88	225,50	51,25
Nelore	NC	250,74	54,99	9,57	3,82	240,50	52,74
Nelore	NC	278,50	53,97	11,66	4,18	266,50	51,65
Nelore	NC	206,97	55,49	8,70	4,20	198,00	53,08

¹ Grupo genético; ² Condição sexual

Tabela 4. Glicose (Glc), aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), colesterol (Clt), albumina (ALB), proteína total (PT), ureia, creatinina (Crt) e fosfatase alcatina (ALP) de machos Nelore e Holandês-Zebu (HZ), não castrados (NC) e imunocastrados (IC) na fase de recria

GG ¹	CS ²	Glc mg dL ⁻¹	AST U L ⁻¹	ALT U L ⁻¹	Clt mg dL ⁻¹	ALB g dL ⁻¹	PT g dL ⁻¹	Ureia mg dL ⁻¹	Crt mg dL ⁻¹	ALP U L ⁻¹
HZ	NC	70,00	29,80	16,72	115,50	3,56	7,75	19,50	1,45	84,28
HZ	NC	66,00	20,88	4,22	75,50	4,25	7,10	20,00	1,80	62,21
HZ	NC	73,50	38,72	16,62	109,50	3,36	9,02	26,00	1,35	81,61
HZ	NC	73,50	43,10	13,85	83,00	4,58	8,29	18,50	1,25	49,67
HZ	NC	86,00	37,88	17,57	144,00	5,90	11,95	24,00	1,85	116,39
HZ	NC	75,00	29,97	20,95	136,50	3,85	12,02	22,50	1,50	135,79
HZ	NC	71,00	42,09	19,26	131,00	3,73	9,51	27,50	1,85	78,93
HZ	NC	71,00	28,96	15,71	118,00	3,66	7,94	24,00	1,50	196,66
HZ	NC	77,25	45,79	24,66	107,00	3,94	6,21	28,50	1,40	77,42
HZ	IC	124,00	45,62	13,85	127,00	4,20	9,68	17,00	1,45	77,59
HZ	IC	96,50	48,15	20,95	174,50	4,37	6,98	19,00	1,60	92,47
HZ	IC	92,25	32,49	13,85	124,50	3,44	8,05	24,00	1,80	50,30
HZ	IC	104,50	44,78	15,88	112,50	3,64	9,85	27,00	1,50	151,00
HZ	IC	86,00	28,11	16,72	139,50	3,60	7,36	18,50	1,30	69,23
HZ	IC	114,00	31,65	13,85	92,00	3,89	10,95	27,50	1,80	164,88
HZ	IC	80,00	41,25	14,86	148,00	2,77	7,71	28,50	1,80	63,55
HZ	IC	97,50	30,47	11,32	77,50	2,97	7,24	25,00	1,50	110,87
Nelore	IC	92,50	31,65	15,88	76,50	2,90	5,58	15,50	1,80	151,00
Nelore	IC	93,00	25,42	17,57	123,00	3,69	7,75	31,00	1,60	87,12
Nelore	IC	87,00	27,95	13,85	84,00	3,17	8,80	25,00	1,50	116,39
Nelore	IC	66,50	27,10	11,32	194,00	4,36	7,89	31,50	1,40	49,83
Nelore	IC	95,50	25,42	13,85	113,00	3,43	7,66	21,50	1,65	108,03
Nelore	IC	59,00	25,42	15,88	105,00	6,03	12,37	18,50	1,30	62,37
Nelore	IC	80,00	27,68	14,19	111,50	2,95	8,03	24,00	1,40	141,30
Nelore	IC	73,00	31,65	13,01	107,00	3,39	7,99	24,50	1,50	130,27
Nelore	IC	88,00	30,81	13,85	123,50	3,24	8,71	20,50	1,40	87,29
Nelore	NC	123,50	41,25	16,72	89,00	3,94	8,50	21,50	2,00	74,75
Nelore	NC	91,75	41,25	16,72	161,50	3,50	7,54	20,00	1,75	74,75
Nelore	NC	82,50	28,96	10,47	71,00	3,44	7,45	16,50	1,55	78,93
Nelore	NC	101,50	37,04	15,88	123,50	3,02	8,18	21,50	1,85	146,82
Nelore	NC	97,00	43,10	15,88	101,50	3,83	5,83	17,00	1,50	98,33
Nelore	NC	92,50	26,26	14,86	147,00	2,67	7,38	15,00	1,60	99,67
Nelore	NC	85,00	27,95	8,78	209,00	3,31	8,90	23,00	1,70	153,68
Nelore	NC	100,00	41,25	15,88	113,00	3,52	9,35	19,00	1,60	119,06
Nelore	NC	67,50	40,40	27,20	124,50	3,88	9,30	29,00	1,80	120,40

¹ Grupo genético; ² Condição sexual.

Tabela 5. Glicose (Glc), aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), colesterol (Clt), triglicerídeos (Tgl), albumina (ALB), proteína total (PT), ureia, creatinina (Crt) e fosfatase alcatina (ALP) de machos Nelore e Holandês-Zebu (HZ), não castrados (NC) e imunocastrados (IC) na fase de terminação

GG ¹	CS ²	Glc mg dL ⁻¹	AST U L ⁻¹	ALT U L ⁻¹	Clt mg dL ⁻¹	Tgl mg dL ⁻¹	ALB g dL ⁻¹	PT g dL ⁻¹	Ureia mg dL ⁻¹	Crt mg dL ⁻¹	ALP U L ⁻¹
HZ	NC	88,00	27,95	15,88	77,50	19,50	3,31	6,55	15,00	1,55	83,11
HZ	NC	75,00	24,58	5,07	161,50	25,50	4,67	6,80	22,50	2,50	121,91
HZ	NC	69,00	33,33	10,47	119,50	31,00	2,65	6,90	20,50	1,60	99,67
HZ	NC	66,50	38,72	17,57	122,50	16,00	2,31	5,05	21,50	1,85	62,21
HZ	NC	92,50	31,65	17,57	123,50	33,00	2,62	6,75	22,50	2,05	103,85
HZ	NC	67,50	44,11	22,97	106,50	56,00	2,73	9,90	29,50	2,30	149,67
HZ	NC	70,50	61,62	28,04	109,00	28,50	3,28	8,70	22,00	2,70	96,82
HZ	NC	74,50	38,72	19,26	110,50	29,50	3,17	7,50	20,50	2,15	228,76
HZ	NC	73,25	56,23	17,57	155,50	14,50	2,96	8,10	30,50	2,15	102,34
HZ	IC	82,50	22,90	13,85	91,50	32,00	3,72	6,80	35,00	2,00	141,30
HZ	IC	88,50	42,09	15,88	129,00	35,75	2,14	5,40	29,50	2,05	149,67
HZ	IC	65,00	57,91	15,88	123,00	17,50	3,29	8,45	25,50	2,05	81,61
HZ	IC	66,00	38,72	15,88	141,00	44,00	4,55	5,90	30,00	1,75	149,50
HZ	IC	73,50	35,02	13,85	145,50	21,50	3,64	6,25	35,00	1,80	126,09
HZ	IC	75,94	37,90	14,86	132,06	27,82	3,47	7,13	29,53	2,06	129,12
HZ	IC	64,50	35,02	13,85	203,50	27,82	3,15	11,20	35,50	2,35	73,24
HZ	IC	71,50	29,97	10,47	115,50	19,50	3,46	6,50	22,50	2,20	135,62
Nelore	IC	96,00	35,02	17,57	107,50	24,50	3,86	6,50	23,50	2,25	175,92
Nelore	IC	92,50	29,97	19,26	119,50	39,50	4,15	6,30	29,00	2,20	96,82
Nelore	IC	78,50	31,65	20,95	116,00	24,50	3,51	6,15	39,50	2,20	102,51
Nelore	IC	83,00	37,04	19,26	138,50	20,50	3,31	7,65	34,50	1,95	82,94
Nelore	IC	68,00	24,58	15,88	109,50	35,00	3,54	8,33	38,50	2,20	126,09
Nelore	IC	61,50	26,26	15,88	76,00	40,50	2,72	5,05	35,00	1,65	82,94
Nelore	IC	81,50	35,02	13,85	119,00	16,00	3,39	7,65	20,50	2,25	165,55
Nelore	IC	74,00	29,97	15,88	123,50	28,50	4,62	6,90	39,00	1,95	121,91
Nelore	IC	65,50	31,65	15,88	89,50	29,00	2,75	7,75	30,50	1,95	128,93
Nelore	NC	120,25	29,97	15,88	84,50	32,00	3,25	7,50	23,00	2,05	178,76
Nelore	NC	65,00	37,04	13,85	145,00	33,00	3,51	8,70	29,50	2,40	81,61
Nelore	NC	115,00	42,09	12,16	87,00	43,50	3,51	7,70	26,50	2,20	98,33
Nelore	NC	78,50	47,47	19,26	110,00	31,50	2,76	6,50	36,50	2,65	119,23
Nelore	NC	74,00	44,11	13,85	116,00	28,50	3,57	7,90	29,50	1,80	137,12
Nelore	NC	62,50	29,97	20,95	182,00	34,50	3,93	8,95	33,50	2,10	89,97
Nelore	NC	85,00	33,33	10,47	174,00	21,50	2,15	6,20	34,50	2,45	192,64
Nelore	NC	77,50	44,11	17,57	137,50	22,00	2,67	6,70	50,50	2,50	111,37
Nelore	NC	69,00	42,09	28,04	119,50	16,50	2,78	7,20	42,50	2,60	145,32

¹ Grupo genético; ² Condição sexual.

Tabela 6. Peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça fria (RCF), quebra no resfriamento (QR), traseiro especial (TE), dianteiro (DIA), ponta de agulha (PAG), hematoma (Hem), marmoreio (Marm), pH e temperatura (Temp) da carcaça de machos Nelore e Holandês-Zebu (HZ), não castrados (NC) e imunocastrados (IC)

GG ¹	CS ²	PCF kg	RCF %	QR %	TE %	DIA %	PAG %	Hem kg	Marm	pH	Temp °C
HZ	NC	221,32	47,80	3,57	47,17	40,27	12,56	0,20	4	6,05	0,90
HZ	NC	262,36	54,66	1,92	45,81	42,37	11,82	0,00	3	6,12	0,70
HZ	NC	201,80	49,22	2,04	47,97	40,14	11,89	0,00	2	6,20	0,40
HZ	NC	226,00	51,72	2,16	48,41	40,35	11,24	0,00	3	6,13	0,60
HZ	NC	201,20	48,48	2,33	47,81	41,05	11,13	0,42	2	6,05	0,60
HZ	NC	187,80	48,28	1,68	49,52	40,47	10,01	0,53	4	6,08	0,80
HZ	NC	262,80	49,77	1,76	47,41	41,25	11,34	1,22	1	6,56	0,50
HZ	NC	181,00	47,63	2,69	50,06	39,23	10,72	1,11	2	6,15	0,80
HZ	NC	203,95	49,62	2,65	48,25	39,79	11,96	1,20	5	6,00	0,60
Nelore	IC	219,09	52,54	3,49	48,84	39,20	11,96	0,70	5	5,98	0,80
Nelore	IC	236,25	52,38	2,38	50,20	38,03	11,77	0,87	10	6,17	0,70
Nelore	IC	188,33	50,22	3,17	51,83	36,81	11,36	0,73	2	6,21	0,70
Nelore	IC	202,81	50,08	2,50	50,39	37,87	11,74	1,49	2	5,50	0,50
Nelore	IC	220,59	52,52	1,96	48,87	39,34	11,79	0,85	5	6,02	0,80
Nelore	IC	215,86	53,30	2,98	50,03	38,94	11,03	0,35	1	5,99	0,30
Nelore	IC	233,77	53,13	1,57	46,46	40,63	12,92	0,92	10	5,99	0,20
Nelore	IC	177,99	50,14	1,94	48,66	41,46	9,89	0,29	6	6,00	0,20
Nelore	IC	227,49	52,90	1,73	49,67	40,04	10,29	0,28	2	6,01	0,60
HZ	IC	211,24	50,90	2,66	49,33	39,78	10,89	0,39	4	6,00	0,80
HZ	IC	213,00	49,65	1,39	48,45	40,19	11,36	0,59	1	6,13	0,50
HZ	IC	179,27	50,50	2,04	48,64	39,98	11,38	0,29	5	6,22	0,50
HZ	IC	212,80	47,93	1,71	49,53	39,00	11,47	0,37	4	6,05	0,60
HZ	IC	245,20	49,04	1,72	48,69	39,64	11,66	0,49	9	6,03	0,70
HZ	IC	206,78	49,83	3,83	49,81	38,87	11,32	1,10	5	6,00	0,60
HZ	IC	191,55	48,62	2,52	49,70	38,19	12,11	0,74	7	5,99	0,70
HZ	IC	192,50	49,11	3,02	47,79	40,16	12,05	0,97	3	5,97	0,70
HZ	NC	227,48	52,66	2,79	48,01	40,74	11,25	0,81	8	6,00	0,60
Nelore	NC	226,47	52,67	2,39	48,40	40,12	11,48	0,33	5	6,00	0,40
Nelore	NC	198,92	50,74	2,97	47,06	41,58	11,36	0,86	4	6,25	0,70
Nelore	NC	272,45	53,95	2,52	45,88	43,55	10,57	0,69	6	6,23	0,70
Nelore	NC	253,09	51,65	2,47	48,13	39,39	12,49	1,32	10	6,20	0,30
Nelore	NC	219,00	49,77	2,88	49,86	39,63	10,50	0,39	3	5,70	0,60
Nelore	NC	234,38	51,40	2,54	47,70	40,78	11,52	0,67	6	5,89	0,70
Nelore	NC	261,15	50,61	2,01	47,56	41,26	11,18	0,35	6	5,96	0,40
Nelore	NC	192,98	51,74	2,54	50,27	39,06	10,67	0,27	2	5,90	0,60

¹ Grupo genético; ² Condição sexual.

Tabela 7. Músculo (M), osso (O) gordura (G), relação porção comestível/ossos (PC/O), relação músculo/ossos (M/O) e relação músculo/gordura (M/G) na carcaça, umidade (UM), proteína bruta (PB), cinza e extrato etéreo (EE) da carne de machos Nelore e Holandês-Zebu (HZ), não castrados (NC) e imunocastrados (IC)

GG ¹	CS ²	M %	O %	G %	PC/O	M/O	M/G	UM %	PB %	Cinza %	EE %
HZ	NC	64,02	13,81	22,17	6,24	4,64	2,89	75,01	25,44	1,12	3,07
HZ	NC	66,59	14,20	19,21	6,04	4,69	3,47	74,95	21,78	1,17	2,44
HZ	NC	66,60	16,92	16,48	4,91	3,94	4,04	74,64	22,09	1,18	1,73
HZ	NC	68,49	13,57	17,93	6,37	5,05	3,82	74,71	21,70	1,20	2,61
HZ	NC	68,57	16,45	14,98	5,08	4,17	4,58	75,64	21,86	1,14	1,03
HZ	NC	68,21	17,33	14,47	4,77	3,94	4,71	79,04	18,59	1,03	1,33
HZ	NC	66,16	15,08	18,75	5,63	4,39	3,53	74,49	21,86	1,15	1,91
HZ	NC	66,26	17,22	16,53	4,81	3,85	4,01	77,07	20,23	1,08	1,30
HZ	NC	61,66	15,88	22,46	5,30	3,88	2,74	75,21	20,77	1,15	2,49
Nelore	IC	66,16	13,58	20,26	6,36	4,87	3,27	73,18	21,61	1,13	3,21
Nelore	IC	62,90	12,40	24,69	7,06	5,07	2,55	74,51	20,92	1,13	3,35
Nelore	IC	62,18	15,52	22,30	5,44	4,01	2,79	75,46	20,06	1,05	2,68
Nelore	IC	61,47	14,17	24,36	6,06	4,34	2,52	72,30	22,22	1,08	4,42
Nelore	IC	63,28	15,88	20,84	5,30	3,98	3,04	73,07	21,33	1,09	4,25
Nelore	IC	63,41	14,61	21,97	5,84	4,34	2,89	75,75	20,78	0,95	2,31
Nelore	IC	55,32	13,61	31,07	6,35	4,06	1,78	73,85	19,71	1,21	5,23
Nelore	IC	64,74	16,96	18,30	4,90	3,82	3,54	74,87	20,15	1,15	1,99
Nelore	IC	61,53	14,86	23,61	5,73	4,14	2,61	74,85	21,14	1,12	1,24
HZ	IC	64,20	16,68	19,12	4,99	3,85	3,36	75,11	20,18	1,12	2,56
HZ	IC	65,01	14,67	20,32	5,82	4,43	3,20	76,14	18,88	1,03	2,70
HZ	IC	63,23	16,37	20,40	5,11	3,86	3,10	73,36	20,87	1,12	2,86
HZ	IC	63,62	15,24	21,14	5,56	4,17	3,01	75,53	20,14	1,16	2,47
HZ	IC	59,19	15,58	25,23	5,42	3,80	2,35	73,65	20,18	1,07	3,79
HZ	IC	60,86	14,29	24,85	6,00	4,26	2,45	73,56	19,73	1,06	4,36
HZ	IC	58,68	14,22	27,10	6,03	4,13	2,16	73,05	20,65	1,13	3,45
HZ	IC	64,64	15,22	20,14	5,57	4,25	3,21	73,71	20,32	1,14	3,55
HZ	NC	68,17	15,19	16,64	5,58	4,49	4,10	76,41	18,74	1,00	2,48
Nelore	NC	66,38	14,00	19,62	6,14	4,74	3,38	74,16	20,66	1,15	2,74
Nelore	NC	63,95	16,46	19,60	5,08	3,89	3,26	73,82	20,91	1,09	3,12
Nelore	NC	64,83	13,61	21,56	6,35	4,76	3,01	75,44	20,40	1,12	2,11
Nelore	NC	61,43	12,86	25,70	6,77	4,78	2,39	73,43	19,83	1,12	4,91
Nelore	NC	65,76	16,09	18,15	5,21	4,09	3,62	73,93	23,03	1,13	1,96
Nelore	NC	65,87	14,34	19,79	5,97	4,59	3,33	74,18	21,34	1,13	3,21
Nelore	NC	63,76	16,50	19,74	5,06	3,86	3,23	74,38	21,83	1,13	2,68
Nelore	NC	66,63	15,69	17,68	5,37	4,25	3,77	74,12	22,63	1,18	1,87

¹ Grupo genético; ² Condição sexual.

Tabela 8. Perdas por descongelamento (PD), perdas por cozimento (PC), perdas totais (PT), força de cisalhamento (FC), luminosidade (L), intensidade do vermelho (a*) e intensidade do amarelo (b*) da carne e gordura de machos Nelore e Holandês-Zebu (HZ), não castrados (NC) e imunocastrados (IC)

GG ¹	CS ²	PD %	PC %	PT %	FC	L* carne	a* carne	b* carne	L* gordura	a* gordura	b* gordura
HZ	NC	3,25	28,14	30,48	10,22	37,4	18,85	8,04	71,07	12,54	21,77
HZ	NC	4,31	31,20	34,16	9,00	41,42	21,05	10,22	61,79	19,44	23,59
HZ	NC	8,11	30,51	36,15	12,38	38,22	19,59	8,99	70,43	9,22	18,00
HZ	NC	5,99	27,66	31,99	10,62	35,82	21,87	9,71	69,12	14,03	23,46
HZ	NC	5,66	33,31	37,08	11,77	39,25	23,19	10,83	69,66	9,34	17,59
HZ	NC	1,07	21,29	22,14	4,88	35,17	16,92	5,86	69,28	8,98	22,50
HZ	NC	5,02	31,96	35,38	8,63	41,69	19,38	8,86	65,83	14,51	17,95
HZ	NC	3,32	30,37	32,68	8,47	41,42	18,53	8,34	75,63	5,98	16,43
HZ	NC	1,02	22,69	23,48	4,21	39,02	18,40	7,67	65,22	14,93	17,75
Nelore	IC	6,31	26,87	31,48	8,95	39,05	20,83	8,83	66,27	17,37	24,36
Nelore	IC	6,69	32,19	36,72	9,77	41,24	20,03	9,48	68,99	9,38	20,86
Nelore	IC	7,30	28,65	33,86	7,31	39,79	20,10	8,85	49,52	11,37	24,89
Nelore	IC	5,83	32,62	36,55	9,63	42,35	20,82	9,58	61,13	22,63	22,77
Nelore	IC	7,22	27,55	32,78	4,85	42,08	22,56	11,06	56,35	22,39	24,77
Nelore	IC	9,94	31,14	37,98	8,79	39,35	20,88	8,90	67,78	14,51	21,49
Nelore	IC	4,76	29,95	33,29	6,72	42,69	20,13	9,76	66,48	16,98	25,71
Nelore	IC	7,63	23,69	29,51	8,96	39,99	19,35	8,75	66,73	12,22	18,44
Nelore	IC	6,78	27,67	32,57	7,75	41,94	21,34	10,08	66,60	17,94	23,07
HZ	IC	8,07	28,66	34,41	7,76	43,70	20,27	10,27	69,79	8,91	23,34
HZ	IC	6,23	28,54	32,99	8,73	39,37	19,25	8,67	64,50	15,44	22,33
HZ	IC	7,62	35,62	40,52	9,08	38,62	19,49	8,93	68,78	12,92	20,09
HZ	IC	2,40	25,68	27,46	7,71	40,80	21,52	10,19	59,70	20,47	24,29
HZ	IC	5,66	32,79	36,60	6,99	40,55	20,80	10,34	66,63	14,80	24,70
HZ	IC	7,83	30,28	35,74	7,51	42,15	19,43	8,33	71,13	11,27	24,45
HZ	IC	7,15	30,74	35,69	8,49	41,70	22,95	10,12	68,45	16,89	26,44
HZ	IC	8,74	24,37	30,97	5,19	40,03	22,78	10,62	62,90	16,63	25,18
HZ	NC	6,10	29,25	33,56	11,02	40,03	19,31	8,69	64,37	13,68	20,64
Nelore	NC	7,55	26,40	31,96	9,05	41,30	20,67	9,63	68,04	12,08	23,30
Nelore	NC	6,75	32,51	37,06	9,38	36,82	17,71	6,13	65,65	18,01	23,43
Nelore	NC	6,60	30,69	35,27	8,533	39,97	19,30	9,13	60,99	19,82	22,97
Nelore	NC	4,05	26,75	29,71	6,09	43,63	21,19	9,91	64,85	13,16	22,38
Nelore	NC	8,59	27,94	34,13	11,52	39,41	19,67	8,16	70,10	12,16	15,59
Nelore	NC	8,99	28,24	34,70	6,29	37,97	20,16	8,44	67,60	16,12	19,84
Nelore	NC	3,74	28,52	31,20	9,43	42,64	19,68	9,19	69,50	12,88	19,57
Nelore	NC	7,52	27,33	32,80	11,17	40,28	19,62	8,40	68,51	11,11	21,31

¹ Grupo genético; ² Condição sexual.

Tabela 9. Comprimento da perna (CP), comprimento do braço (CB), perímetro do braço (PeB), espessura do coxão (EC), comprimento de carcaça (CpC), área do *Longissimus lumborum* (ALL) e conformação (CF) de machos Nelore e Holandês-Zebu (HZ), não castrados (NC) e imunocastrados (IC)

GG ¹	CS ²	CP cm	CB cm	PeB cm	EC cm	CpC cm	AOL cm ²	AOL /100kg	CF
HZ	NC	73,5	39,0	35,0	25,5	133	72,16	32,61	9
HZ	NC	77,5	39,0	38,5	27,0	134	76,53	29,17	11
HZ	NC	77,5	40,0	34,0	24,0	130	59,44	29,45	9
HZ	NC	80,5	40,0	35,0	25,0	136	73,83	32,67	7
HZ	NC	76,0	40,0	35,5	26,5	131	75,10	37,32	8
HZ	NC	76,5	40,0	34,0	21,5	130	62,20	33,12	9
HZ	NC	85,0	43,0	36,0	28,0	139	81,11	30,86	10
HZ	NC	77,0	41,0	34,5	23,5	124	50,97	28,16	10
HZ	NC	78,0	42,0	33,0	25,0	129	59,06	28,96	9
Nelore	IC	77,5	41,0	33,5	27,0	127	67,93	31,01	10
Nelore	IC	82,0	40,0	37,0	26,0	136	62,74	26,56	12
Nelore	IC	80,0	43,0	35,0	24,0	123	65,12	34,58	10
Nelore	IC	79,0	41,0	34,0	23,5	131	75,39	37,17	8
Nelore	IC	81,5	31,3	31,5	25,0	134	58,45	26,50	8
Nelore	IC	82,0	40,4	33,0	24,0	135	61,95	28,70	10
Nelore	IC	82,0	42,4	37,0	27,0	132	56,26	24,07	12
Nelore	IC	77,5	43,0	33,5	23,0	120	50,82	28,55	10
Nelore	IC	77,5	43,0	31,0	27,0	131	62,11	27,30	11
HZ	IC	78,0	41,0	34,5	22,5	134	61,81	29,26	9
HZ	IC	76,0	41,0	34,0	25,0	133	58,59	27,50	9
HZ	IC	76,5	40,0	31,5	23,0	125	60,37	33,67	7
HZ	IC	89,0	43,0	35,0	25,0	135	54,73	25,72	12
HZ	IC	78,5	41,0	37,0	27,0	141	66,07	26,95	12
HZ	IC	79,5	39,0	32,5	27,0	13	61,28	29,64	9
HZ	IC	77,0	39,0	34,0	23,5	124	60,64	31,65	11
HZ	IC	78,0	41,5	34,0	21,5	125	59,59	30,96	10
HZ	NC	81,0	40,0	35,0	24,0	127	75,57	33,22	7
Nelore	NC	78,5	42,0	34,0	26,5	130	81,66	36,06	11
Nelore	NC	79,5	41,0	31,0	24,5	129	62,28	31,31	11
Nelore	NC	78,0	36,0	36,0	25,0	130	78,92	28,97	11
Nelore	NC	84,0	44,0	37,5	25,5	134	70,30	27,78	10
Nelore	NC	82,0	42,0	36,0	26,0	126	56,52	25,81	12
Nelore	NC	78,0	39,0	36,5	27,0	128	70,35	30,02	12
Nelore	NC	82,5	43,0	36,5	29,0	133	59,46	22,77	12
Nelore	NC	78,1	43,0	35,5	22,5	124	57,61	29,85	9

¹ Grupo genético; ² Condição sexual.