

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO

PROCEDIMENTOS DE CASTRAÇÃO E MANEJO ALIMENTAR NA FASE DE
TERMINAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO E A QUALIDADE DA CARNE DE
BOVINOS NELORE EM PASTEJO

Jaqueline Rodrigues Ferreira

CAMPO GRANDE, MS

2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO

PROCEDIMENTOS DE CASTRAÇÃO E MANEJO ALIMENTAR NA FASE DE
TERMINAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO E A QUALIDADE DA CARNE DE
BOVINOS NELORE EM PASTEJO

Castration and food management strategies to finish Nellore cattle in pastures:
performance and meat quality

Jaqueline Rodrigues Ferreira

Orientadora: Prof^a. Dra. Marina de Nadai Bonin Gomes

Co-orientador: Prof^o. Dr. Rodrigo da Costa Gomes

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato
Grosso do Sul, como requisito à
obtenção do título de Mestre em
Ciência Animal.

Área de concentração: Produção
Animal.

CAMPO GRANDE, MS 2020

*Dedico este trabalho aos meus pais Edilson Rodrigues e
Eva Aparecida Ferreira. Obrigado pelo amor, carinho e dedicação.*

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus;

Ao meu pai Edilson Rodrigues, minha mãe Eva Aparecida Ferreira e aos meus irmãos Cleberson, Edilson e Rafael;

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal;

À minha orientadora Dra. Marina de Nadai Bonin Gomes, pela oportunidade e ensinamentos;

Ao meu co-orientador Dr. Rodrigo da Costa Gomes, pela oportunidade de desenvolver este trabalho, apoio e ensinamentos;

Ao Dr. Gelson Luis Dias Feijó, pela ajuda nas avaliações de carcaça;

Aos meus amigos Andrei, Karla, Luana, Thiago e Douglas, pela grande ajuda durante a realização do experimento e pelos momentos de amizade;

Aos amigos Priscilla, Emmanuel e Nathália, pela grande amizade, apoio e parceria durante todos os momentos;

Aos funcionários da Embrapa Gado de Corte pela ajuda no decorrer do experimento;

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

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

RESUMO

FERREIRA, J.R. Procedimentos de castração e manejo alimentar na fase de terminação sobre o desempenho e a qualidade da carne de bovinos Nelore em pastejo. 2020. 77 f. Dissertação - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2020.

O objetivo neste estudo foi avaliar os efeitos de métodos de castração, peso à castração e manejos alimentares sobre o desempenho e a qualidade da carne de bovinos de corte terminados em pastagem tropical. Foram avaliados 60 bovinos machos da raça Nelore. Foram avaliados dois métodos de castração, três pesos de imunocastração e dois sistemas de terminação. Os animais foram distribuídos conforme os tratamentos a seguir: castração cirúrgica aos 350 kg de peso corporal terminados em semiconfinamento; imunocastração aos 350, 400 e 450 kg de peso corporal terminados em semiconfinamento e imunocastração aos 450 kg com terminação recebendo suplementação proteico-energética. Foi avaliado o ganho médio diário, peso corporal no início e ao final da recria e terminação. Os animais foram abatidos com média de 35 ± 1 meses de idade e 529 ± 38 kg de peso corporal. Para as características de qualidade de carne, amostras do músculo *Longissimus* foram analisadas após zero e quatorze dias de maturação. Após o abate foram avaliados o peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, acabamento, espessura de gordura subcutânea, área de olho de lombo, conformação, comprimento de carcaça, profundidade interna, profundidade externa, marmoreio, cor da gordura, cor do músculo após o resfriamento, cor do músculo não maturado e maturado, pH, extrato etéreo, índice de fragmentação miofibrilar e maciez. Observou-se que o método de imunocastração proporcionou maior ($P < 0,05$) ganho médio diário e peso corporal ao final da recria, maior peso corporal ao abate, maior peso de carcaça quente, maior comprimento de carcaça. O peso corporal à imunocastração não afetou ($P > 0,05$) o desempenho animal, no entanto, a distribuição de gordura na carcaça foi maior ($P < 0,05$) em animais imunocastrados aos 400 kg de peso corporal e a conformação foi maior ($P < 0,05$) em animais imunocastrados aos 400 e 450 kg. O componente L^* do músculo não maturado foi maior em animais imunocastrados aos 400 kg em relação a imunocastrados aos 350 kg. A estratégia nutricional de semiconfinamento promoveu maior ganho médio diário e peso corporal ao final da terminação. No semiconfinamento os animais apresentaram carcaças mais pesadas ($P < 0,05$), maior rendimento de carcaça, melhor conformação, área de olho de lombo, maiores valores de acabamento e espessura de gordura subcutânea. Este sistema de terminação também proporcionou maiores valores de L^* do músculo maturado e não maturado e b^* do músculo não maturado. O método de imunocastração proporcionou aos animais maior desempenho e peso ao abate, sem efeitos sobre qualidade de carcaça e carne. Na faixa de peso corporal avaliada, o peso à imunocastração não afeta as variáveis de desempenho, carcaça e carne. O semiconfinamento favorece a produção de animais mais pesados e com melhores características de carcaça em animais imunocastrados com pesos vivos mais elevados. Caso o sistema de produção de bovinos de corte em pastejo envolva a castração de machos, recomenda-se o uso da imunocastração aos 450 kg de peso corporal e terminação em semiconfinamento.

Palavras-chave: acabamento de carcaça, imunocastração, semiconfinamento, suplementação.

ABSTRACT

FERREIRA, J.R. Castration and food management strategies to finish Nellore cattle in pastures: performance and meat quality. 2020. 77 f. Dissertation - Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2020.

The objective of this study was to evaluate the effects of castration methods, weight to castration and feed management on the performance and meat quality of beef cattle finished in tropical pasture. Sixty male Nellore cattle were evaluated, distributed among the following treatments: surgical castration at 350 kg of body weight finished in semi-confinement; immunocastration at 350, 400 and 450 kg of body weight finished in semiconfinement and immunocastration at 450 kg with finishing receiving protein-energy supplementation. Average daily gain, body weight at the beginning and at the end of the rearing and finishing were evaluated. The animals were slaughtered with an average of 35 ± 1 months of age and 529 ± 38 kg of body weight. For meat quality characteristics, samples of the *Longissimus* muscle were analyzed after zero and fourteen days of maturation. After slaughter, hot carcass weight, carcass yield, carcass finishing, subcutaneous fat thickness, rib eye area, conformation, carcass length, internal depth, external depth, marbling, fat color, muscle color after were evaluated cooling, color of the muscle matured and non matured, pH, ether extract, MFI and tenderness of the meat. It was observed that the immunocastration method provided greater ($P < 0,05$) average daily gain and body weight at the end of the rearing, greater body weight at slaughter, greater hot carcass weight, greater carcass length. Body weight at castration did not affect ($P > 0,05$) the animal performance, however there was a greater distribution of fat in the carcass ($P < 0,05$) in animals immunocastrated at 400 kg of body weight and the conformation was greater ($P < 0,05$) in immunocastrated animals at 400 and 450 kg. The component L^* of not matured muscle immunocastrated animals was higher in the 400 kg in relation to immunocastrated to 350 kg. Nutritional strategy provided higher average daily gain and body weight at the end of the termination. In the semi-confinement, the animals presented heavier carcasses ($P < 0.05$), higher carcass yield, better conformation and rib eye area, higher values of carcass finish and subcutaneous fat thickness. Higher L^* component values of muscle matured and not matured and b^* of the muscle were observed in non-matured semi-confined animals. Higher L^* component values of muscle matured and not matured and b^* of the muscle were observed in non-matured semi-confined animals. The immunocastration provided higher performance and slaughter weight without impact on carcass quality and meat. The semi-confinement favors the production of heavier animals and with better carcass characteristics in animals immunocastrated in a late manner. If the production system of beef cattle grazing that involves the castration of males, it is recommended the use of immunocastration at 450 kg of body weight of the animals, and the adoption of semi-confinement in the termination phase.

Keywords: carcass finishing, immunocastration, semiconfinement, supplementation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição dos tratamentos experimentais.....	70
Tabela 2. Desempenho de bovinos Nelore submetidos a diferentes métodos e pesos para castração e estratégias nutricionais na terminação.....	71
Tabela 3. Características de carcaça de bovinos Nelore submetidos a diferentes métodos e pesos para castração e estratégias nutricionais na terminação.....	73
Tabela 4. Características de qualidade da carne de bovinos Nelore submetidos a diferentes métodos e pesos para castração e estratégias nutricionais na terminação.....	75

SUMÁRIO

1	1.	INTRODUÇÃO.	09
2	2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	11
3	2.1	Panorama Geral da Pecuária.....	11
4	2.2	Características de carcaça e qualidade da carne bovina.....	12
5	2.2.1	Características de carcaça.....	12
6	2.2.2	Qualidade da carne bovina.....	14
7	2.3	Rebanho bovino brasileiro e perfil de qualidade da carne.....	16
8	2.4	Suplementação proteico-energética e semiconfinamento.....	19
9	2.5	Condição sexual	20
10	2.6	Castração.....	22
11	2.7	Imunocastração.....	25
12	3.	HIPÓTESES.....	29
13	4.	OBJETIVOS	30
14	4.1	Objetivo geral.....	30
15	4.2	Objetivos específicos	30
16	5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
17	6.	Artigo – Procedimentos de castração e manejo alimentar na fase de terminação sobre o desempenho e a qualidade da carne de bovinos Nelore em pastejo	38
19		Resumo.....	39
20		Introdução	41
21		Material e Métodos	42
22		Resultados	48
23		Discussão	50
24		Conclusão.....	61
25		Referências.....	62

1. INTRODUÇÃO

Presente em todo território brasileiro, a produção de bovinos de corte ocorre na grande maioria em sistemas extensivos e a partir de raças zebuínas, abatidas tardiamente, dificultando a produção de animais com boas características de carcaça e qualidade de carne (CEZAR et al., 2005; FERRAZ; FELÍCIO, 2010).

Sistemas de produção a pasto podem utilizar manejos alimentares como suplementação, para contornar a baixa oferta de energia e proteína nas pastagens (MEDEIROS et al., 2015; BARROSO, 2018). O uso da castração para modificações na composição do ganho animal promove aumento na deposição de gordura subcutânea, melhorando os aspectos qualitativos da carcaça e da carne (CARVALHO et al., 2011).

O procedimento cirúrgico é um método comum entre produtores, mas que afeta negativamente o desempenho, causa dor, estresse ao animal e perda de peso após o procedimento (FISHER, 2001; MARTI et al, 2013; FREITAS, et al., 2016). Em virtude dessas dificuldades, a imunocastração é uma alternativa de castração que por meio de uma vacina é capaz de reduzir temporariamente a produção de testosterona no animal, tornando o animal infértil (BONNEAU; ENRIGHT, 1995; JAROS et al., 2005). Assim como a castração cirúrgica, a imunocastração pode melhorar a deposição de gordura na carcaça e a qualidade da carne quanto seu sabor, cor e suculência (MACHADO et al., 2018).

Estudos comparativos entre os métodos de castração cirúrgica e imunológica já foram amplamente desenvolvidos e apontam para efeitos semelhantes sobre a qualidade da carcaça e carne dos animais (RAJ et al., 1991; RIBEIRO et al., 2004; MOREIA et al., 2017; RIPOLL et al., 2018). No entanto, estudos que associem o uso da imunocastração com a realidade brasileira de castrações tardias, são escassos. Além disso não são

50 encontradas recomendações quanto a estratégias nutricionais de bovinos imunocastrados
51 em pastejo para melhorias no acabamento de carcaça.

52 Neste contexto, o objetivo neste estudo foi avaliar os efeitos de métodos de
53 castração, peso à castração e manejos alimentares sobre o desempenho e a qualidade da
54 carne de bovinos de corte terminados em pastagem tropical.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Panorama Geral da Pecuária

O Brasil é uma fonte importante de carne bovina para o mundo, ocupa a posição de maior exportador e o segundo maior produtor de carne, abatendo 44,23 milhões de cabeças no ano de 2018 (ABIEC, 2019). O número de abates cresceu 6,9%, elevando o volume de carne produzida para 10,96 milhões (TEC), onde 20% da produção foi destinada à exportação e 80% ao mercado interno, sendo que os principais destinos da carne brasileira in natura foram a China, Hong Kong, Egito, e Chile, e para a carne industrializada a União Europeia e EUA (ABIEC, 2019).

Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do ano de 2017, mostram que 35% do rebanho nacional se localiza no Centro-oeste, 23% no Norte, 17% no Sudeste, 13% no Nordeste, e 12% na região Sul. No segundo trimestre de 2017, 2018 e 2019 mais de 55% dos animais abatidos eram machos adulto, com 2 anos de idade ou mais (IBGE, 2017). No que diz respeito a utilização de terras pela pecuária, 45%, 29% e 18% são ocupadas por pastagens, matas/florestas e lavouras respectivamente (IBGE, 2017).

O aumento da participação da pecuária no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro nos últimos anos, pode ser explicado pela organização e desenvolvimento da cadeia produtiva por diversas iniciativas, trazendo maior produtividade mais qualidade nas carcaças produzida, tornando o Brasil protagonista na produção de carne para o mundo (GOMES et al., 2017).

Apesar disso a variabilidade na produção de bovinos de corte no país se depara com dois cenários distintos, um com muita qualidade pela adoção de tecnologias na produção e outro pela qualidade inferior da carne, oriunda de sistemas extensivos carentes

de tecnologias, o que ocorre com a maioria dos produtores, também devesse considerar o cenário das pastagens brasileiras com algum nível de degradação (CARVALHO; ZEN, 2017).

2.2. Características de Carcaça e Qualidade da Carne Bovina

2.2.1 Características de Carcaça

A carcaça bovina é definida como o animal abatido, sangrado, esfolado, eviscerado, desprovido de cabeça, patas, rabada, glândula mamária (na fêmea), verga, exceto suas raízes, e testículos (no macho), após divisão em meias carcaças retiram-se ainda os rins, gorduras perirrenal e inguinal, "ferida de sangria", medula espinhal, diafragma e seus pilares (BRASIL, 1989).

As características de carcaça são avaliadas com base nos tecidos muscular, adiposo e ósseo. (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2013). No decorrer do desenvolvimento do animal, ocorrem mudanças no seu peso e na composição corporal, que acabam se adaptando, em virtude das variações ambientais e nutricionais a que são expostos (DI MARCO; BARCELLOS; COSTA, 2007).

Ao avaliar os componentes da carcaça, existe a possibilidade de melhorias nos sistemas produtivos através da padronização e identificação do grau de cobertura de gordura, além disso a própria indústria utiliza essas características para determinar o valor e a qualidade comercial da carcaça (ROCHA JÚNIOR et al., 2010). Existe uma grande variedade nos mercados consumidores internos e externos quanto ao perfil de consumo de carne bovina, a quem busque por carnes magras, e também aqueles que valorizam carcaças com maior cobertura de gordura (LUCHIARI FILHO, 2006).

O acabamento de carcaça, diz respeito a quantidade de gordura subcutânea depositada, que se desenvolve quando o animal se encontra em altas taxas de ganho de

104 peso acompanhado do avanço em idade (DI MARCO; BARCELLOS; COSTA, 2007). A
105 valorização da indústria por graus adequados de acabamento de carcaça (mínimo de 3
106 mm), está relacionada a qualidade gustativa da carne, que é melhorada conforme
107 demonstrado por pesquisas (CASTILHO, 2006).

108 Além disso o acabamento tem uma importante função de garantir proteção as
109 carcaças para evitar a desidratação, a queima e o escurecimento da carne durante o
110 resfriamento no frigorífico, que consequentemente evita o encurtamento das fibras pelo
111 frio e proporciona queda gradativa da temperatura e do pH nas carcaças (CASTILHO,
112 2006; BRIDI; CONSTANTINO, 2009). O acabamento e o rendimento de cortes
113 influenciam diretamente a aceitabilidade da carne pela indústria e consumidores
114 (MIGUEL, 2013).

115 A deposição de gordura subcutânea é avaliada a partir da sua quantidade e
116 distribuição na carcaça, podendo ser classificada como ausente, escassa, mediana,
117 uniforme e excessiva, sendo indesejáveis as carcaças escassas e excessivas em
118 acabamento, pois, o excesso de gordura provoca redução no rendimento das porções
119 comestíveis da carne. (GOMIDE et al., 2013).

120 As carcaças também são avaliadas quanto a musculosidade e maturidade com o
121 propósito de identificar aquelas que ofereçam o melhor conjunto de qualidade em relação
122 a quantidade de músculo e gordura (GOMIDE et al., 2013).

123 O componente muscular é o produto principal após o abate, pois compreende a
124 porção comestível do animal de maior interesse ao consumidor (GOMIDE et al., 2013).
125 A relação do tecido muscular e ósseo aumenta conforme a idade e peso do animal, ou
126 seja, maiores pesos resultam em maiores rendimentos de carne em relação aos ossos (DI
127 MARCO; BARCELLOS; COSTA, 2007).

A conformação e a área de olho de lombo (AOL) do músculo *Longissimus* (contra-filé) são indicadores de graus de musculosidade relacionados a qualidade da carcaça e ao rendimento dos cortes cárneos, sendo que animais que apresentam maiores valores de AOL terão maiores proporções de músculos e rendimento (SAINZ; ARAÚJO, 2001). A espessura de gordura subcutânea (EGS) também é uma medida que aponta o grau de acabamento da carcaça (SAINZ; ARAÚJO, 2001). A área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e o marmoreio estão associados ao ganho de peso e rendimento de carcaça, precocidade de acabamento, sabor e suculência da carne, respectivamente (SOARES, 2017).

2.2.2 Qualidade da Carne bovina

Definir a qualidade de um produto ou alimento está ligado principalmente a necessidades e exigências do consumidor (FELÍCIO, 1997). Em relação a carne bovina os aspectos principais que determinam a sua qualidade, são aqueles que englobam a aparência visual, os aspectos gustativos, nutritivos e sanitários, ou seja, a forma que a carne se apresenta, o sabor e a sensação ao ser consumida e os nutrientes essenciais presentes, determinam o grau de qualidade e seu valor frente ao consumidor (FELÍCIO, 1997).

A cor da carne é o primeiro fator que influencia a decisão de compra do consumidor despertando o interesse ou a rejeição (EUCLIDES FILHO, 2000). A mioglobina é o principal pigmento presente na carne associado à sua cor seguida da hemoglobina, que possuem afinidade pelo oxigênio, e ao serem expostas a esta molécula, sofrem alterações, além disso, o regime alimentar, raça, idade, condição sexual, velocidade de resfriamento, tipo de músculo, pH e a maturação também influenciam a cor da carne (RAMOS; GOMIDE, 2007).

A intensidade da cor se deve a concentração de mioglobina na carne, onde, maiores concentrações refletem maiores intensidades da cor vermelha, quando o animal intensifica sua atividade muscular, provocam o aumento do armazenamento de oxigênio para contração principalmente por vias aeróbicas, que por sua vez estimulam a produção de mioglobina (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2013).

Animais mais velhos apresentam redução na eficiência do sistema respiratório e circulatório, fazendo com que menores quantidades de oxigênio cheguem nos músculos, os forçando a aumentarem o acúmulo de oxigênio, levando a um estímulo mais intenso da síntese de mioglobina, dos 26-36 meses de idade há um aumento relevante nos teores de mioglobina em bovinos (GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2013).

Além da cor da carne, outro fator de grande impacto na qualidade é a sua maciez, ela indica a força necessária para se romper as fibras musculares (EUCLIDES FILHO, 2000; RAMOS; GOMIDE, 2007). Fatores como, raça, idade, sexo, e alimentação influenciam o grau de maciez da carne (EUCLIDES FILHO, 2000; ALVES et al., 2005).

A animais jovens obtêm melhores valores de maciez quando comparados a animais mais velhos (EUCLIDES FILHO, 2000; ALVES et al., 2005), visto que, em animais com idade avançada os músculos se tornam mais duros por conta da menor solubilidade dos tecidos conjuntivos que o envolvem (CASTILHO, 2006).

O sexo do animal exerce influência na composição da carcaça e na maciez da carne, em animais castrados e fêmeas há uma maior precocidade na deposição de gordura na carcaça, quando comparados a animais não castrados, estes possuem a musculatura mais desenvolvida por conta do efeito hormonal do sexo, resultando em carnes mais duras (CASTILHO, 2006; GOMIDE et al., 2013).

Outro fator relacionado ao sexo do animal, indica que, existe a diminuição da maciez da carne pelo efeito dos hormônios anabólicos, presentes em maiores

concentrações em animais não castrados sobre as enzimas proteolíticas calpastatinas que inibem a ação das calpaínas durante proteólise muscular (DI MARCO; BARCELLOS; COSTA, 2007).

A maciez da carne também pode sofrer alterações durante os processos frigoríficos, principalmente no resfriamento, uma vez que os processos bioquímicos são facilmente alterados pela temperatura. Um resfriamento acelerado além dos limites preconizados, pode levar ao encurtamento excessivo das fibras musculares, resultando em carnes mais duras (LOCKER; HARGYARD, 1963 apud GOMIDE; RAMOS; FONTES, 2013).

Após o abate, a interrupção da circulação sanguínea, faz com que as células musculares dependam unicamente do metabolismo anaeróbico para produção de energia (RAMOS; GOMIDE, 2007). Nesse período há o acúmulo elevado de ácido lático, que, resulta em quedas no pH muscular, inativando enzimas envolvidas no processo de glicólise, impedindo a formação de ATP, levando a formação do complexo actmiosina, responsável pela rigidez da carne, tornando importante entender o processo de *rigor mortis* pois, o resfriamento e congelamento antes do seu estabelecimento, causa redução na maciez da carne, afetando negativamente sua qualidade (RAMOS e GOMIDE, 2007).

O estresse antes do abate é um fator que também pode interferir na queda do pH, uma vez que as reservas de glicogênio podem ser totalmente consumidas antes do abate, impossibilitando a queda de pH, o que faz com que a carne apresente uma cor escura e uma vida de prateleira mais curta (FELÍCIO, 1997).

2.3. Rebanho bovino brasileiro e perfil de qualidade da carne

O rebanho brasileiro de bovinos tem seus primórdios nas raças europeias *Bos taurus taurus* e nas raças indianas *Bos taurus indicus*, que possuem desempenho e qualidade de carne diferentes (MONTEBELLO; ARAUJO, 2009). Nacionalmente o

rebanho bovino é formado por raças zebuínas puras ou bases maternas zebuínas, principalmente a raça Nelore em 80% dos sistemas, devido a sua rusticidade e adaptabilidade ao clima tropical e aos períodos críticos, com predominância de forragens de baixo valor nutritivo (YOKOO et al., 2008). Animais de raças zebuínas possuem porte médio e são considerados tardios em deposição de gordura, além dos baixos índices produtivos quando comparados a animais de raças taurinas (ROSA et al., 2013). A carne de animais zebuínos é comumente caracterizada como um produto abaixo dos parâmetros atuais de qualidade (YOKOO et al., 2008) devido a menor deposição de gordura nas carcaças, a pouca ou a ausência de gordura intramuscular e baixos valores de maciez (FELÍCIO, 1999).

Quando comparadas a raças taurinas, as raças zebuínas apresentam piores aspectos de qualidade da carne, apesar disso, a seleção dentro da raça é recente e promissora para melhoria da qualidade, além de ser hoje a base de cruzamentos com diversas raças (ROSA et al., 2013; OLIVEIRA FILHO, 2015).

No Brasil a bovinocultura de corte pode ser dividida entre as fases de cria, recria e engorda, podendo ser desenvolvida separadamente ou em conjunto, o que é denominado de ciclo completo. (CEZAR et al., 2005). Na engorda ou terminação, podem ser adotados diferentes sistemas de produção como, os intensivos (confinamentos e semiconfinamento), semi-intensivo (suplementação) e os extensivos, dependentes exclusivamente das pastagens como fonte de alimento, sistema este que representa 80% da carne produzida no Brasil, um cenário que requer muita atenção (CEZAR et al., 2005; INÁCIO et al., 2018).

A sazonalidade presente nos sistemas extensivos dependentes unicamente de pastagens, afeta negativamente a quantidade e a qualidade das forrageiras no período da seca, por conta da queda nos níveis de proteína e energia das pastagens, o que leva à

redução no desempenho animal e a prejuízos no seu desenvolvimento, resultando em atrasos na idade ao abate, pior desempenho e baixa qualidade nas carcaças (ALENCAR; POTT, 2003,).

O desempenho animal é dependente do consumo de matéria seca digestível e dos valores nutritivos das forrageiras, com a redução desses aspectos no período seco (PB inferior a 7%), à uma menor ingestão e um efeito negativo na atividade microbiana do rúmen devido ao baixo valor nutritivo das pastagens, podendo resultar na perda de peso nesta época do ano (BERCHIELLI, 2006; MILFORD; MINSON, 1966).

Apesar dos atrasos e da baixa qualidade na produção de animais terminados em sistemas de pastejo, financeiramente são mais atrativos aos produtores pois exigem menores investimentos e um baixo custo com alimentação (INÁCIO et al., 2018). É importante entender que apesar da atratividade financeira nestes sistemas, o manejo inadequado e falta de adoção de tecnologias e estratégias nutricionais, levam ao um longo ciclo de produção podendo resultar em animais pouco valorizados pela indústria (SILVA et al., 2010).

Neste sentido, fica evidente que o que tem contribuído para o aumento contínuo na produção da carne brasileira são os investimentos nos setores ligados a produção de carne como as pesquisas, a exportação e a adoção dos produtores por tecnologias ligadas a genética, a nutrição e a sanidade, para atender as demandas da indústria e dos consumidores por produtos com qualidade (OLIVEIRA FILHO, 2015).

Visto que é necessário elevar a produtividade e a eficiência na produção da carne bovina, é evidente, a necessidade da utilização de estratégias nutricionais e a intensificação nos sistemas de terminação a pasto, como por meio da suplementação e do semiconfinamento no período seco, levando a melhorias nas características de

desempenho e de carcaça e ao aumento da qualidade da carne, além da possibilidade de retorno financeiro através das bonificações por qualidade (SANTOS et al., 2002).

2.4 Suplementação proteico energética e semiconfinamento

A suplementação proteico-energética se baseia no fornecimento de ingredientes ou misturas formuladas para suprir as deficiências de proteína bruta e energia das pastagens, através da utilização de ingredientes ricos em proteína e energia (FERNANDES et al., 1997; MALAFAIA et al., 2003). A suplementação melhora o desempenho de bovinos em pastagens, e evita a perda de peso no período seco (BARONI et al., 2010; CANESIN et al., 2007).

O principal objetivo da utilização da suplementação proteico-energética na terminação de bovinos de corte é garantir ganho de peso e acabamento de carcaça (THIAGO; SILVA, 2001). De acordo com a época do ano o ganho médio diário pode variar de 250 g a 800 g, com recomendações de teores médios de 20% de proteína bruta, 80% de nutrientes digestíveis totais e de 8 a 12 g/kg de peso vivo/animal/dia (THIAGO; SILVA, 2001).

O fornecimento adicional de proteína bruta e energia para animais que consomem pastagens com baixa qualidade, estimula as bactérias fibrolíticas, elevando a taxa de digestão, com maiores possibilidades de aproveitamento de carboidratos oriundos da pastagem, aumento na síntese de proteína microbiana para o animal (MALAFAIA et al., 2003).

Ao avaliarem a terminação de bovinos de corte em sistemas de pastejo com e sem suplementação Fernandes et al., (2010) observaram que os animais não suplementados tiveram cerca de 30 kg a menos e baixo ganho de peso quando comparados aos que receberam suplementação (0,6% do peso corporal), indicando que a suplementação pode reduzir o tempo de engorda. Quando avaliada a viabilidade

econômica da suplementação proteico energética para bovinos a pasto, observou-se maiores resultados para o ganho de peso e maior retorno financeiro (BARBOSA et al., 2008).

Já o semiconfinamento é uma estratégia nutricional para engorda de bovinos de corte a pasto, onde o principal objetivo também é o ganho de peso e acabamento de carcaça, utilizado principalmente no período da entressafra (ROSA, 2004). É uma opção que se torna cada vez mais utilizada entre produtores por promover melhores resultados de desempenho aliado ao baixo custo de implantação em relação ao confinamento, sendo recomendado para machos castrados e fêmeas visando maior qualidade no acabamento das carcaças (MEDEIROS, et al., 2015).

A função da pastagem no sistema de semiconfinamento é ser uma fonte de volumoso, e deve estar disponível em quantidades adequadas, pois o acúmulo de massa de forragem irá determinar o tempo de permanência dos animais na terminação, quanto menor o acúmulo maior será a quantidades de dias no sistema, 4 a 6 toneladas de massa de forragem proporcionam cerca de 60 dias de semiconfinamento com uma taxa de lotação de 1-2 UA/ha, os níveis de fornecimento variam de 0,7% a 2% do peso corporal (MEDEIROS, et al., 2015).

O semiconfinamento é uma estratégia economicamente viável, mais barata quando comparada ao confinamento, de fácil implantação nas fazendas e uma boa ferramenta para promover melhorias nas características de carcaça e desempenho animal, no entanto estes resultados são facilmente afetados pela qualidade e quantidade de pastagem disponível (PINTO et al., 2017).

2.5 Condição sexual

A condição sexual afeta diretamente a composição do ganho e da carcaça (Figura 1), animais de diferentes sexos chegam ao ponto de abate em idades e pesos diferentes

para obterem o mesmo grau de acabamento (CARDOSO, 1996). Fêmeas são abatidas mais jovens e leves que machos castrados, que serão abatidos mais cedo quando comparados a animais não castrados, categoria mais tardia em deposição de gordura na carcaça. (CARDOSO, 1996). Isto torna necessária a utilização de estratégias para contornar os entraves na engorda de animais não castrados (CARDOSO, 1996). Os tecidos corporais crescem em velocidades distintas, a divergência de tamanho entre fêmeas, machos castrados e não castrados acarretam diferenças no desenvolvimento corporal devido aos níveis hormonais (GOMIDE et al., 2013).

Os hormônios possuem a função de controlar muitas reações químicas ligadas ao desenvolvimento dos tecidos, onde os testículos e ovários afetam diretamente a taxa de crescimento do animal, a presença de andrógenos como a testosterona nos machos promovem o crescimento do tecido muscular pelo aumento na síntese de proteínas com baixa deposição de gordura (RESTLE et al., 2000; GOMIDE et al., 2013).

Já em fêmeas os estrógenos (estrogênio e progesterona) beneficiam a deposição de tecido adiposo e varia sobre a síntese proteica podendo reduzir ou aumentar, então qualquer alteração nos níveis hormonais, afetam diretamente o crescimento e o desenvolvimento animal (GOMIDE et al., 2013).

Bovinos não castrados tem maiores taxas de ganho de peso e depositam mais tecido muscular devido a maior capacidade de conversão alimentar, ou seja, animais não castrados são mais eficientes, consomem 6,6% menos para ganhar 1 kg de peso corporal, fato relacionado a testosterona que torna o animal mais eficiente no ganho de peso e no consumo de alimento em virtude da alta taxa anabólica (RESTLE et al., 2000; PAULINO et al., 2008).

Nas características de carcaça de machos não castrados, são observados maiores valores de rendimento de carcaça, área olho de lombo e porcentagem de dianteiro, enquanto fêmeas e machos castrados apresentam maior quantidade de gordura subcutânea, renal, pélvica, inguinal e maior porcentagem de traseiro (COUTINHO et al., 2006)

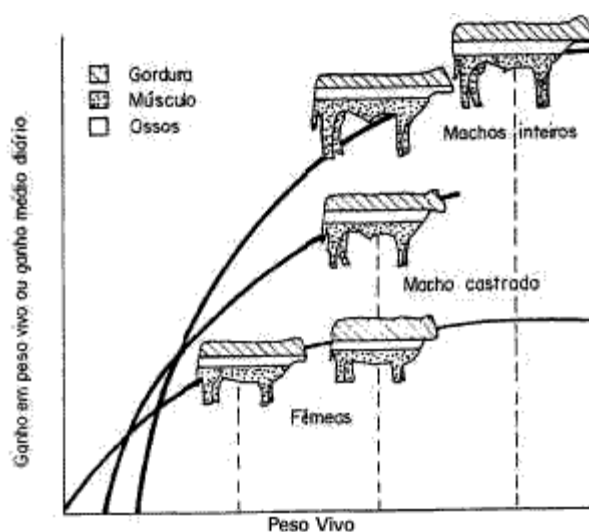


Figura 1. Influência do sexo sobre a composição corporal (carcaça) em diferentes pesos.

Fonte: Taylor (1984) em Cardoso (1996).

É importante ressaltar que um animal tardio, tem maiores exigências de manutenção, elevam o custo da produção e podem não alcançar graus satisfatórios de acabamento de carcaça quando abatidos em pesos mais baixos, sendo necessária a utilização de estratégias que contornem essa dificuldade e proporcionem a deposição de gordura na carcaça mais cedo.

2.6 Castração

No Brasil a produção de bovinos de corte não castrados é uma prática comum, mas que tende a mudar, pois, a maioria dos frigoríficos discrimina esse tipo de animal, pagando valores mais baixos e em alguns casos penalizando o produtor visto que, animais

não castrados apresentam acabamento de carcaça escasso, carne mais escura e dianteiro mais desenvolvido que o traseiro onde se localizam os cortes mais nobres (RESTLE et al., 2000).

Diante dessas dificuldades, o produtor busca por técnicas que lhe auxiliem na produção de carne de qualidade com características que permitam pagamentos adequados e participação em programas de bonificações (FEIJÓ, 1998). Neste contexto a prática da castração se torna uma ferramenta para melhorar características de carcaça, problemas relacionados ao comportamento sexual de machos, perfil qualitativo da carne e redução de possíveis incidências de carne dura, escura e seca (DFD) (CARVALHO et al., 2011).

A castração é definida como a remoção dos testículos de um animal, ou a inativação das funções hormonais (STAFFORD; MELLOR, 2005). Existem métodos variados como a remoção cirúrgica dos testículos, o com esmagamento das veias canais e ligamentos do órgão sexual com o burdizzo, o uso de bandagem elástica que interrompe o fluxo sanguíneo lavando a morte do tecido e também métodos não invasivos como a imunocastração (HENDRICKSON; BAIRD, 2007; CIVEIRO, 2017).

Os métodos de castração física provocam efeitos negativos como hemorragia, dor, edemas e infecções, quanto mais invasivo o procedimento maior será o tempo de recuperação o que causa redução no ganho de peso (STAFFORD; MELLOR, 2005).

O procedimento cirúrgico causa dor e perda de peso nos animais, sendo necessária adoção de práticas que minimizem estes efeitos e proporcionem bem-estar animal (AVMA, 2014). Ao considerar a castração como uma opção a ser utilizada em um sistema de produção, deve-se optar por métodos que tenham o mínimo efeito negativo (dor e estresse) e a menor chance de complicações após o procedimento, visto que, a castração cirúrgica pode causar a morte de animais quando realizada de maneira inadequada e pela falta de cuidado no pós-operatório (DOMINGUES et al., 2019).

A castração melhora as características de carcaças devido a maior deposição de gordura subcutânea, que quando adequada, fornece proteção contra o resfriamento, além de melhorar o manejo dos animais (RESTLE et al., 2000; CARVALHO et al., 2011).

Alguns estudos como de Segato et al., (2005) mostram que, em comparação com machos não castrados, machos castrados obtêm menores taxas de crescimento e eficiência alimentar, mas apresentam maior deposição de gordura e melhores características organolépticas, particularmente maciez, já machos não castrados tem maiores pesos de abate e maior participação de músculos na composição da carcaça (KUSS et al. 2009).

Ao avaliarem cinco fazendas, Carvalho et al., (2011) observaram que em todas as fazendas houve perda de peso e algum tipo de complicação após a castração cirúrgica como hemorragias, miíases, edemas abscessos e outros, sendo a miíases a mais frequente, os animais que não sofriam algum tipo de complicação, apresentaram perda de peso.

A castração cirúrgica realizada tardiamente provoca maiores perdas de peso quando comparada ao procedimento realizado em animais jovens (BRETSCHNEIDER, 2005; FISHER et al., 2001). Nas primeiras semanas após o procedimento cirúrgico são observadas as maiores reduções no desempenho dos animais e aumento da reatividade (DOMINGUES et al., 2019).

2. 7 Imunocastração

No ano de 1996 foi disponibilizada a primeira vacina com o objetivo de imunocastração, mas logo em seguida foi retirada do mercado por causar reações adversas e um efeito muito curto na supressão hormonal (JANETT et al., 2012). Então, em 1998 foi disponibilizada a vacina Improvac para suínos machos e a vacina Equity para equinos e somente no ano de 2007 foi disponibilizada no mercado a vacina para imunização de bovinos (JANETT et al., 2012).

A vacina Bopriva® (Pfizer Animal Health, Parkville, Austrália) é composta por um análogo de GnRH ligado a uma proteína carreadora, adicionado de um adjuvante sintético aquoso que aumenta o nível e duração da imunização, cada ml fornece 400 µg do conjugado de GnRH e proteína carreadora, deve ser administrada na quantidade de 1mL da vacina por animal por via subcutânea aplicada na região da tábua do pescoço do animal, sendo necessária a aplicação de uma segunda dose de 1mL como reforço, no mínimo 3 semanas após a primeira dose (BOPRIVA PFIZER ANIMAL HEALTH, 2010).

As recomendações no uso da vacina Bopriva para imunocastração são baseadas apenas no tempo de ação da vacina, sendo que o intervalo entre a aplicação da primeira e da segunda dose determinam o tempo de ação da vacina da seguinte maneira intervalos de 30, 60 e 90 levam 90, 120 e 150 dias de efeito de castração respectivamente (BOPRIVA PFIZER ANIMAL HEALTH, 2010; ZOETIS, 2019).

A imunocastração é um método de castração por meio da aplicação de uma vacina contendo fator anti-GnRH (fator liberador das gonadotrofinas) que provoca a produção de anticorpos que agem sobre o GnRH, inibindo por tempo determinado a produção de hormônios sexuais, ou seja, uma castração imunológica (BONNEAU; ENRIGHT, 1995; ADAMS et al., 1993).

A imunização contra o GnRH suspende o eixo hipotálamo-hipófise-gonadal a partir do impedimento da ação do GnRH secretado pelo hipotálamo sobre o seu local de ação (hipófise), provocando redução da secreção dos hormônios gonadotróficos folículo-estimulante e luteinizante (LH e FSH), suprimindo por tempo determinado a função testicular e a produção de testosterona (ADAMS et al., 1993; OLIVER et al., 2003; JANETT et al., 2012). Quando a hipófise se torna incapaz de secretar o LH, não há o estímulo dos folículos que promovem a produção de testosterona nos testículos,

consequentemente reduzindo sobre o desenvolvimento muscular, possibilitando maior deposição de gordura na carcaça assim como no método cirúrgico (D'OCCHIO et al., 2001).

Estudos demonstraram que imunocastração promove desempenho superior e características de carcaça e carne semelhantes à de animais castrados cirurgicamente, sendo uma boa alternativa para a produção de bovinos de corte, visto que, não causa efeitos traumáticos como no método cirúrgico tradicionalmente usado (PÉREZ-LINARES et al.2017, GÓMEZ, et a., 2017; MIGUEL et al., 2013).

Ao realizarem um levantamento de dez estudos com mais de mil animais da raça nelore e cruzados, imunocastrados, castrados cirurgicamente e não castrados, Machado et al., (2018) observam que os maiores valores de ganho médio diário, eficiência alimentar, peso de carcaça quente e área de olho de lombo, foram atribuídos a animais não castrados. No entanto estes foram inferiores em deposição de gordura na carcaça comparados a animais castrados cirurgicamente e imunocastrados. Outra observação relevante no estudo de Machado et al., (2018) foi que animais imunocastrados apresentaram maior peso ao abate, peso de carcaça quente e área de olho de lombo do que animais castrados cirurgicamente, e foram semelhantes em espessura de gordura subcutânea cor da carne e marmoreio.

Estudos de Freitas et al., (2015) e Marti et al., (2015) avaliaram os efeitos da imunocastração comparada a castração cirúrgica em animais com peso de castração entre 303 e 358 kg de peso corporal, terminados em confinamento. Foi observado por Marti et al., (2015) maior ganho médio diário e peso ao abate em animais imunocastrados comparados a castrados cirurgicamente. Enquanto Freitas et al., (2015) destacaram maior ganho de peso e rendimentos de carcaça foram observados na imunocastração, não havendo diferenças na espessura de gordura subcutânea em relação a castração cirúrgica.

Resultados semelhantes foram relatados no estudo de Amatayakul-Chantler et al., (2013) e Domingues et al., (2019) ao avaliarem a imunocastração e castração cirúrgica em animais com terminação a pasto. No trabalho desenvolvido por Amatayakul-Chantler et al., (2013) foram utilizados animais da raça Nelore com peso de castração em 360 kg, os resultados observados foram de maior ganho médio diário, peso ao abate, e peso de carcaça quente em animais imunocastrados comparados a castração cirúrgica, as demais características de qualidade da carcaça e carne foram semelhantes entre os métodos de castração. Os resultados observados por Domingues et al., (2019) na castração aos 270 kg de peso corporal, confirmam que a imunocastração promove maior ganho de peso corporal em relação a castração cirúrgica.

Um dos únicos trabalhos que avaliaram o efeito da imunocastração em diferentes pesos corporais foram de Ripoll et al., (2018), que avaliaram bezerros imunocastrados aos 178 kg e 330 kg de peso corporal, recebendo concentrado e palha de cevada, foi observado maior peso ao abate, peso de carcaça quente, acabamento de carcaça e porcentagem de gordura (EE) em animais imunocastrados aos 330 kg.

Achados de Jago et al., (1999) e Ribeiro et al., (2004) afirmam não haver diferença no desempenho animal e nas características de carcaça entre animais imunocastrados e castrados cirurgicamente, terminados a pasto. Jago et al., (1999) avaliaram animais castrados aos 450 kg de peso corporal, não observaram diferenças no ganho médio diário e peso de carcaça quente entre os métodos de imunocastração e castração cirúrgica, no entanto observou menor espessura de gordura subcutânea em animais imunocastrados. Já Ribeiro et al., (2004) avaliaram os métodos de castração em uma faixa de peso de 327 kg e não observaram diferenças no peso ao abate, ganho médio diário, peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea entre imunocastrados e castrados cirurgicamente.

Os resultados observados por Moreira et al., (2017) avaliando animais imunocastrados e castrados cirurgicamente aos 233 kg de peso corporal terminados a pasto, recebendo suplementação proteico energética de 3 g / kg de peso corporal, também confirmam não haver diferença no peso ao abate, peso de carcaça quente e rendimento de carcaça em animais imunocastrados, mas observaram maior área de olho de lombo neste grupo comparado a castração cirúrgica.

Ao avaliar resultados relacionados a imunocastração, observa-se que existe uma grande variabilidade nos pesos corporais ao se realizar à imunocastração e que o sistema de terminação utilizado, se resume em sistemas à pasto e confinamento. Não são observadas avaliações de diferentes níveis de suplementação na imunocastração, nem comparações do efeito do peso à imunocastração. Os estudos têm abordado avaliações com comparações entre animais não castrados, castrados cirurgicamente e imunocastrados, havendo maior necessidade de entender os efeitos do peso à imunocastração e o uso de manejos alimentares para melhorias nas características de desempenho, qualidade de carcaça e da carne em bovinos de corte.

3. HIPÓTESES

- O método de imunocastração proporciona animais com melhores ganho de peso e ganho médio diário, chegando ao final do período de terminação com maiores pesos ao abate.
- O método de imunocastração promove características de carcaça e qualidade da carne semelhantes às de animais castrados cirurgicamente.
- Existe diferenças no desempenho e nas características de carcaça e qualidade de carne ao se imunocastrar bovinos aos 350, 400 e 450 kg de peso corporal, com menores valores de acabamento de carcaça em animais imunocastrados ao 450 kg.
- A terminação de animais imunocastrados recebendo suplementação proteico-energética promove piores resultados de desempenho animal e características de carcaça.
- O semiconfinamento promove melhores características de carcaça e qualidade da carne em animais imunocastrados quando comparado a suplementação proteico-energética.
- A terminação de animais imunocastrados recebendo suplementação proteico-energética não é suficiente para promover um acabamento de carcaça satisfatório ou maior/igual ao obtido na terminação em semiconfinamento.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Melhorar a prática de imunocastração, em prol de maior desempenho e qualidade da carcaça de bovinos de corte em pastejo, avaliando a imunocastração em diferentes sistemas de terminação.

4.2 Objetivos Específicos

Avaliar o desempenho e a qualidade de carcaça de bovinos Nelore castrados cirurgicamente ou imunocastrados.

Avaliar o efeito do peso corporal à imunocastração sobre o desempenho e a qualidade de carcaça de bovinos Nelore.

Avaliar o efeito do nível nutricional na terminação sobre o desempenho e a qualidade da carcaça de bovinos Nelore.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABIEC. 2019. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **BeefREPORT Perfil da Pecuária no Brasil**. São Paulo: Abiec, 32 p.
- ADAMS, T. E., & ADAMS, B. M. 1993. **Reproductive function and feedlot performance of beef heifers actively immunized against GnRH**. Journal of Animal Science, 68, 2793-2802.
- ALENCAR, M. M., POTT E. B. 2003. Criação de Bovinos de Corte na Região Sudeste, 2º Ed. Embrapa Pecuária, Versão Eletrônica. São Carlos-SP.
- AMATAYAKUL-CHANTLER, S., HOE, F., ROCA. 2013. **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. 95:78-84.
- AVMA. 2014. **Literature Review on the Welfare Implications of Castration of Cattle**. American Veterinary Medical Association (AVMA). EUA.
- BARBOSA, F. A.; GRAÇA, D.S.; GUIMARÃES, F. V.; SILVA JÚNIOR, F.V.; 2008. **Economic analysis of protein and energy supplementation of steers during the transition period between the rainy and dry seasons**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 60:911-916.
- BARONI, C. E. S.; LANA, R. P.; MANCIO, A. B.; SVERZAR, C. B.; MENDONÇA, B. P.C. 2010. **Performance of steers supplemented and finished on pasture in the dry season and pasture evaluation**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 62,373-381.
- BARROSO, D. S. 2018. Recria e terminação de novilhos, sob diferentes níveis de suplementação em pastagens. **Tese: Doutorado**, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA.
- BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. 2006. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal, 2:583p
- BONNEAU, M., & ENRIGHT, W. J., 1995. **Immunocastration in cattle and pigs**. Livestock production science, 42, 193-200.

- 541 BOPRIVA. 2010 Vacina para imunocastração de bovinos, licenciado no ministério da
542 agricultura sob o no 9.584 em 12/11/2010. **Pfizer Animal Health**, Victoria, Australia.
- 543 BRETSCHNEIDER, G. 2005. **Effects of age and method of castration on performance and**
544 **stress response of beef male cattle: A review**. *Livestock Production Science* 97:89–100.
- 545 CARDOSO, E.G. **Engorda de bovinos em confinamento, aspectos gerais**. Embrapa-
546 CNPGC, 1996.
- 547 CANESIN, R. C., BERCHIELLI, T. T., ANDRADE, P., REIS, R. A., 2007. **Desempenho de**
548 **bovinos de corte mantidos em pastagem de capim Marandú submetidos a diferentes**
549 **estratégias de suplementação no período das águas e da seca**. *Revista Brasileira de*
550 *Zootecnia*. 36:411-420.
- 551 CARVALHO, T. B., ZEN, S., 2017. **A cadeia de Pecuária de Corte no Brasil: evolução e**
552 **tendências**. *Revista iPecege* 3:85-99.
- 553 CARVALHO, F. S. R., SILVA, C. R., HOE, F., 2011. **Revista A Hora Veterinária**. 30:18-21.
- 554 CEZAR, I. M., QUEIROZ, H. L., THIAGO, L. R. L. S., CASSALES, F. L. G., COSTA F. P.
555 2005. **Sistemas de produção de gado de corte no brasil: uma descrição com ênfase no**
556 **regime alimentar e no abate**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande-MS.
- 557 CIVEIRO, M. 2017. Métodos de castração de machos holandeses alimentados com dieta de
558 alto grão. **Dissertação: Mestrado**, Programa de Pós-Graduação em Zootecniada Universidade
559 Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga-BA.
- 560 DI MARCO, O.N., BARCELLOS, J. O. J., COSTA, E. C. 2007. **Crescimento de bovinos de**
561 **corte**, Livro, 278p, Porto Alegre.
- 562 D'OCCHIO, M. J., ASPDEN, W. J., TRIGG, T. E. 2001. **Sustained testicular atrophy in**
563 **bulls actively immunized against GnRH: potential to control carcass characteristics**.
564 *Animal Reproduction Science* 66:47–58.
- 565 DOMINGUES, C. C., TEIXEIRA, O. S., CATTELAM, J., SILVA, M. B., MOURA, A. F.,
566 CARDOSO, G. S., ALVES FILHO, D. C. 2019. **Physiological and behavioral changes of**
567 **beef cattle after castration management**. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e*
568 *Zootecnia*, 71:151–159. doi: 10.1590/1678-4162-10517

- 569 EUCLIDES FILHO, K. 2007. **Bovinocultura de corte no Brasil**. Revista de Política Agrícola,
570 16:121-128.
- 571 EUCLIDES FILHO, K. 2000. **Produção de Bovinos de corte e o trinômio genótipo-
572 ambiente-mercado**. Embrapa gado de corte, documentos, 85, Campo Grande-MS.
- 573 FEIJO, G. L. D. 1998. Programa Embrapa de carne de qualidade, bovinos de corte: a decisão e
574 do produtor. Gado Simental, Londrina, 16: 20-22.
- 575 FELÍCIO, P E. 1997. **Fatores que Influenciam na Qualidade da Carne Bovina**. In: A. M.
576 Peixoto; J. C. Moura; V. P. de Faria. (Org.). Produção de Novilho de Corte. 1:79-97.
- 577 FELÍCIO, P.E., 1999. **Simpósio sobre Produção Intensiva de Gado de Corte**, 1999,
578 Campinas. Anais. São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA).92-99.
- 579 FERRAZ, J. B. S., Felício, P. E., 2010. **Production systems – An example from Brazil**. Meat
580 Science, 84: 239-243.
- 581 FERNANDES, L. DE O., REIS, R. A., & PAES, J. M. V. 2010. **Efeito da suplementação no
582 desempenho de bovinos de corte em pastagem de Brachiaria brizantha cv. Marandu**.
583 Ciência e Agrotecnologia, 34, 240–248
- 584 FISHER, A. D., KNIGHT, T. W., COSGROVE, G. P., DEATH, A. F., ANDERSON, C. B.,
585 DUGANZICH, D. M., MATTHEWS, L. R., 2001. **Effects of surgical or banding castration
586 on stress responses and behavior of bulls**. Australian veterinary journal, 79:279-284.
- 587 FREITAS, A. K., RESTLE, J., MISSIO, R. L., PACHECO, P. S., PADUA, J. T., MIOTTO, F.
588 R. C., GRECCO L. F., LAGE, M. E., NEIVA, J. N. M., 2015. **Carcass physical composition
589 and physic-chemical characteristics of meat from Nellore cattle**, Semina: Ciências Agrárias,
590 37: 1007-1016.
- 591 GOMES, R. C., FEIJÓ, G. L. D., CHIARI, I., 2017. Evolução e Qualidade da Pecuária
592 Brasileira – **Nota Técnica**. Embrapa Gado de Corte, Campo Grande- MS.
- 593 GÓMEZ, J. F. M., NETTO, A. S., ANTONELO, D. S., SILVA, J., SENE, G. A., SILVA, H.
594 B., ... SILVA, S. L. 2019. **Effects of immunocastration on the performance and meat
595 quality traits of feedlot-finished Bos indicus (Nellore) cattle**. Animal Production Science,
596 59:183–190.

- 597 GOMIDE, L. A. M; RAMOS, E. M; FONTES, P. R., 2013. Ciência e qualidade da carne:
598 fundamentos. Viçosa: Editora UF, 2013, 197p.
- 599 HENDRICKSON, D. A., BAIRD., 2007. **Techniques in large animal surgery.**
- 600 IBGE. 2017. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: Censo agropecuário.
- 601 INACIO, M. C. P.; BALDI, H. F.; SANTOS, C. F.; OLIVEIRA, L. S.; FERREIRA, C. E.C.;
602 REZENDE, R. M.; MENDONÇA, A. T.; 2018. **Sistema intensivo x extensivo na criação de**
603 **gado de corte.** Revista da Universidade Vale do Rio Verde, 16:1-9.
- 604 JANETT, F., GERIG, T., TSCHUOR, A. C., AMATAYAKUL-CHANTLER, S., WALKER,
605 J., HOWARD, R., THUN, R. 2012. **Vaccination against gonadotropin-releasing factor**
606 **(GnRF) with Bopriva significantly decreases testicular development, serum testosterone**
607 **levels and physical activity in pubertal bulls.** Theriogenology, 78:182–188. doi:
608 10.1016/j.theriogenology.2012.01.035.
- 609 JAROS, P., BÜRGI, E., STÄRK, K. D. C., CLAUS, R., HENNESSY, D., & THUN, R. 2005.
610 **Effect of active immunization against GnRH on androstene concentration, growth**
611 **performance and carcass quality in intact male pigs.** Livestock Production Science, 92, 31–
612 38.
- 613 KUSS, F., LÓPES, J., BARCELLOS, J. O. J., RESTLE, J., MOLETTA, J. L., PEROTTO, D.,
614 2009. **Carcass characteristics of intact or castrated feedlot-finished males slaughtered at**
615 **16 or 26 months of age.** Revista Brasileira de Zootecnia, 38:515-522. doi: 10.1590/S1516-
616 35982009000300017
- 617 LUCHIARI, F. 2006. **A produção de carne bovina no Brasil: qualidade, quantidade ou**
618 **ambas.** II Simpósio sobre Desafios e Novas Tecnologias na Bovinocultura de Corte -Simboi,
619 2.
- 620 MACHADO, D. S., JONER, G., PEREIRA, L. B., PÖTTER, L., BRONDANI, I. L., & ALVES
621 FILHO, D. C. 2018. **Meta-análise da técnica de imunocastração (anti-GnRH) para bovinos**
622 **machos em fase de terminação.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 53,961–969.
- 623 MALAFAIA, P., CABRAL, L. D. S., VIEIRA, R. A. M., COSTA, R. M., & DE CARVALHO,
624 C. A. B. 2003. **Protein-energy supplementation for cattle raised on tropical pastures:**
625 **Theoretical aspects and main results published in Brazil.** Livestock Research for Rural
626 Development, 15:12, 33.

- 627 MARTI, S., DEVANT, M., AMATAYAKUL-CHANTLER, S., JACKSON, J. A., LOPEZ, E.,
 628 JANZEN, E. D., SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S. 2015. **Effect of anti-gonadotropin-**
 629 **releasing factor vaccine and band castration on indicators of welfare in beef cattle.** Journal
 630 of Animal Science, 93(4), 1581–1591.
- 631 MEDEIROS, S. R., GOMES, R., BUNGENSTAB, D., 2015. **Nutrição de bovinos de corte**
 632 **Fundamentos e aplicações.** Livro, 176 p.
- 633 MILFORD, R., MINSON, D. J. 1966. **Intake of tropical pastures species.** In Congresso
 634 **internacional de pastagens.** São Paulo Anais: 815-822.
- 635 MIGUEL, G. Z., FARIA, M. H., ROÇA, R. O., SANTOS, C. T., SUMAN, S. P., FAITARONE,
 636 A. B. G., SAVIAN, T. V. 2013. **Immunocastration improves carcass traits and beef color**
 637 **attributes in Nellore and Nellore×Aberdeen Angus crossbred animals finished in feedlot.**
 638 Meat Science, 96, 884–891.
- 639 MONTEBELLO, N. P., ARAÚJO, W. M. C. 2009. **Carne & cia.** 2. ed. Brasília, DF: Senac/DF,
 640 2009.
- 641 MOREIRA, A. D., SIQUEIRA, G. R., LAGE, J. F., BENATTI, J. M. B., MORETTI, M. H.,
 642 MIGUEL, G. Z., DE RESENDE, F. D. 2017. **Castration methods in crossbred cattle raised**
 643 **on tropical pasture.** Animal Production Science, 58, 1307–1315.
- 644 OLIVEIRA FILHO, A (Org.). 2015. **Produção e Manejo de Bovinos de Corte.** Cuiabá-MT:
 645 Kcm Editora, 155 p.
- 646 OLIVER, W. T., MCCAULEY, I., HARRELL, R. J., SUSTER, D., KERTON, D. J.,
 647 DUNSHEA, F. R., A., 2003, **Gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac) and**
 648 **porcine somatotropin have synergistic and additive effects on growth performance in**
 649 **group-housed boars and gilts.** Journal of Animal Science, 81:1959–1966. doi:
 650 10.2527/2003.8181959x
- 651 PAULINO, P. V.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.;
 652 FONSECA, M. A.; VÉRAS, R. M. L.; OLIVEIRA, D. M. 2008. **Desempenho produtivo de**
 653 **bovinos Nelore de diferentes classes sexuais alimentados com dietas contendo dois níveis**
 654 **de oferta de concentrado.** Revista Brasileira de Zootecnia, 37:1079–1087. doi:
 655 10.1590/S1516-35982008000600019.

- 656 PINTO, W. M. M. DA S., LOMAZZI, A. J., NUNES, R. X., PITON, G. C., GUIMARÃES, C.
 657 R. R., & CERQUEIRA, F. B. 2017. **Semiconfinamento para bovinos como opção de ganho**
 658 **de peso animal no período seco**. Natural Resources, 7:33–42. doi: 10.6008/spc2237-
 659 9290.2017.001.0004.
- 660 PÉREZ-LINARES, C., BOLADO-SARABIA, L., FIGUEROA-SAAVEDRA, F.,
 661 BARRERAS-SERRANO, A., SÁNCHEZ-LÓPEZ, E., TAMAYO-SOSA, A. R., ...
 662 GALLEGOS, E. 2017. **Effect of immunocastration with Bopriva on carcass characteristics**
 663 **and meat quality of feedlot Holstein bulls**. Meat Science, 123, 45–49.
- 664 RAMOS, E. M., GOMIDE, L.A 2007. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e**
 665 **metodologias**. Editora UFV, 197
- 666 RESTLE, J., ALVES FILHO, D. C., FATURI, C., ROSA, J. R. P., PASCOAL, L. L.,
 667 BERNARDES, R. A. C., & KUSS, F. 2000. **Desempenho na Fase de Crescimento de Machos**
 668 **Bovinos Inteiros ou Castrados de Diferentes Grupos Genéticos**. Revista Brasileira de
 669 Zootecnia, 29:1036–1043.
- 670 ROCHA JÚNIOR, V. R., SILVA, F. V., BARROS, R. C. D., REIS, S. T. D., COSTA, M. D.,
 671 SOUZA, A. S., & OLIVEIRA, L. L. D. S. 2010. **Desempenho e características de carcaça de**
 672 **bovinos Nelore e Mestiços terminados em confinamento**. Revista Brasileira de Saúde e
 673 Produção Animal, 11:865-875.
- 674 RAJ, A. B. M., MOSS, B. W., MCCAUGHEY, W. J., MCLAUCHLAN, W., MCGAUGHEY,
 675 S. J., & KENNEDY, S. 1991. **Effects of surgical and immunocastration of beef cattle on**
 676 **meat colour, post-mortem glycolytic metabolites and fibre type distribution**. Journal of the
 677 Science of Food and Agriculture, 54, 111–126.
- 678 ROSA, F. R. T., NOGUEIRA, M. P., & JUNIOR, A. DE M. TORRES. 2004. **Pecuária:**
 679 **Confinamento x Semiconfinamento**. Agro-analysis, 24: 36–39.
- 680 ROSA, A. DO N., MARTINS, E.N., MENEZES, G. R. DE O., SILVA, L. O. C. 2013.
 681 **Melhoramento genético aplicado em gado de corte**: Programa Geneplus-Embrapa. Embrapa,
 682 Brasília.
- 683 RIBEIRO, E. L. D. A., HERNANDEZ, J. A., ZANELLA, E. L., SHIMOKOMAKI, M.,
 684 PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H., YOUSSEF, E., REEVES, J. J. 2004. **Growth and carcass**
 685 **characteristics of pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact Bos indicus**
 686 **bulls**. Meat Science, 68: 285–290.

- 687 RIPOLL, G., NOYA, A., CASASÚS, I., & SANZ, A. 2019. **Preliminary study of the effects**
 688 **of an anti-gonadotropin-releasing factor vaccine at two initial liveweights on the carcass**
 689 **traits and meat quality of bulls.** *Animal Production Science*, 59: 1462–1469.
- 690 SANTOS, E. D. G., PAULINO, M. F., LANA, R. D. P., VALADARES FILHO, S. D. C., &
 691 QUEIROZ, D. S. 2002. **Influência da suplementação com concentrados nas características**
 692 **de carcaça de bovinos F1 Limousin-Nelore, não-castrados, durante a seca, em pastagens**
 693 **de *Brachiaria decumbens*.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, 31:1823–1832.
- 694 SEGATO, S., ELIA, C., MAZZINI, C., BIANCHI, C., & ANDRIGHETTO, I. 2005. **Effect of**
 695 **castration age on carcass traits and meat quality of Simmental bulls.** *Italian Journal of*
 696 *Animal Science*, 4:263–265.
- 697 SILVA, R. R., NUNES, I., GIORDANO, G., CARVALHO, P. D., JÚNIOR, S., PAIXÃO, M.
 698 L., & FILHO, G. A. 2010. **Níveis de suplementação na terminação de novilhos Nelore em**
 699 **pastagens: aspectos econômicos.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39:2091–2097.
- 700 SOARES, K. M. P., SILVA, J. B. A., & GÓIS, V. A. 2017. **Parâmetros de qualidade de**
 701 **carnes e produtos cárneos: uma revisão.** *Higiene Alimentar*, 31:268–269.
- 702 STAFFORD, K. J., & MELLOR, D. 2005. **The welfare significance of the castration of**
 703 **cattle: A review.** *New Zealand Veterinary Journal*, 53:271–278.
- 704 THIAGO, L. R. L. DE S., SILVA, J. M. 2001. **Suplementação de bovinos em pastejo.**
 705 *Documentos / Embrapa Gado de Corte*. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 28p.
- 706 YOKOO, M.J., ALBUQUERQUE, L.G., LOBO, R.B., BEZERRA, L.A.F., ARAUJO, F.R.C.,
 707 SILVA, J.A.V., SAINZ, R.D., 2008. **Genetic and environmental factors affecting**
 708 **ultrasound measures of longissimus muscle area and backfat thickness in Nelore cattle.**
 709 *Livestock Science*. 117:147-154.

710 **6. Artigo – Procedimentos de castração e manejo alimentar na fase de terminação sobre**
711 **o desempenho e a qualidade da carne de bovinos Nelore em pastejo**

712 **Artigo científico escrito com base nas normas para publicação do periódico Animal**
713 **International Journal of Animal Bioscience (ANEXO A), exceto o idioma.**

Procedimentos de castração e manejo alimentar na fase de terminação sobre o desempenho e a qualidade da carne de bovinos Nelore em pastejo

J.R. Ferreira ¹, M. N. B. Gomes ¹, A. P. Neves ², G. L. D. Feijó ³, T. L. A. C. Araújo ⁴,
R. C. Gomes ³

¹ *Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Cidade Universitária, Av. Costa e Silva - Pioneiros, 79070-900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil*

² *Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Londrina (UEL), Rodovia Celso Garcia, 86057-970, Londrina, Paraná, Brasil*

³ *Embrapa Gado de Corte, Avenida Rádio Maia, 79106-550, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil*

⁴ *Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Ceará (UFC), Avenida da Universidade, 60020-181, Fortaleza, Ceará, Brasil*

Autor correspondente: Jaqueline Rodrigues Ferreira. Email: jaqufms@gmail.com

Estratégias de terminação de bovinos em pastejo

Resumo: O objetivo foi avaliar o efeito de diferentes métodos de castração, peso corporal à castração e manejos alimentares sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore em pastejo. Foram avaliados 60 bovinos machos, sendo que foram distribuídos 12 animais entre os seguintes tratamentos: castração cirúrgica aos 350 kg de peso corporal terminados em

739 semiconfinamento; imunocastração aos 350, 400 e 450 kg de peso corporal
740 terminados em semiconfinamento e imunocastração aos 450 kg com terminação
741 recebendo suplementação proteico-energética. O desempenho animal foi avaliado
742 quanto ao: peso inicial, peso final e ganho médio diário no período de recria e
743 terminação. Após 92 dias de engorda os animais foram abatidos com 35 ± 1 meses de
744 idade aos 529 ± 38 kg de peso corporal e obtido o peso de carcaça quente e
745 rendimento de carcaça. Após 24 horas do abate os animais foram avaliados quanto
746 ao acabamento de carcaça, conformação, espessura de gordura subcutânea,
747 marmoreio, área de olho de lombo, comprimento de carcaça, profundidade interna e
748 externa da carcaça. Amostras do músculo *Longissimus* foram analisadas após zero e
749 14 dias de maturação quanto aos componentes $L^*a^*b^*$ do musculo, pH, maciez,
750 perdas por exsudação, perdas na cocção, extrato etéreo e índice de fragmentação
751 miofibrilar. A imunocastração promoveu maior ($P < 0,05$) ganho médio diário na recria,
752 peso corporal ao final da recria e terminação, peso de carcaça quente, comprimento
753 de carcaça e profundidade interna da carcaça. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$)
754 do peso à imunocastração no desempenho animal, mas houve efeito $P < 0,05$ na
755 conformação da carcaça, no componente L^* da carne maturada e não maturada. O
756 semiconfinamento promoveu maior ganho médio diário e peso corporal ao final da
757 terminação, peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, acabamento de carcaça,
758 área de olho de lombo, espessura de gordura subcutânea e componentes L^* da carne
759 maturada e não maturada. A imunocastração afeta o desempenho e o peso ao abate,
760 sem efeitos sobre qualidade de carcaça e da carne. Na faixa avaliada o peso à
761 imunocastração não afeta as variáveis de desempenho, carcaça e carne. O
762 semiconfinamento favorece a produção de animais mais pesados e com melhores
763 características de carcaça em animais imunocastrados de forma tardia. Em sistemas

de produção de bovinos de corte em pastejo que envolva a castração de machos, recomenda-se o uso da imunocastração aos 450 kg de peso corporal e a adoção de semiconfinamento na terminação.

Palavras-chave: Acabamento, Carcaça, Imunocastração, Semiconfinamento, Suplementação

Implicações

O uso da imunocastração aliado ao semiconfinamento pode ser uma alternativa para melhoria da qualidade da carcaça e da carne em animais abatidos tardiamente dentro de sistemas de produção que utilizam a terminação em pastagens tropicais. O conhecimento e recomendações de métodos de castração e estratégias nutricionais na bovinocultura de corte permite a produção de carcaças e carnes com maior qualidade oriundas de sistemas extensivos.

Introdução

A produção de bovinos de corte no território brasileiro ocorre na grande maioria em sistemas extensivos com o uso de raças zebuínas abatidas tardiamente, dificultando a produção de animais com boas características de carcaça e qualidade de carne (Ferraz e Felício, 2010). Neste sentido torna-se importante o uso de estratégias como a castração e manejos alimentares, para a produção de animais com acabamento de carcaça adequado e maior qualidade na carne (Marti *et al*, 2013; Freitas *et al.*, 2016). Dentre os métodos de castração, o procedimento cirúrgico é o mais utilizado, no entanto afeta o desempenho animal, causa dor, e leva a perdas de peso após a remoção dos testículos (Freitas *et al.*, 2016).

Uma vez que castração cirúrgica afeta negativamente o desempenho animal, a imunocastração surge como uma alternativa, que a partir de uma vacina inibe temporariamente a produção de testosterona (Jaros *et al.*, 2005; Brigida, 2018), podendo promover melhorias na qualidade da carcaça e carne, sem causar dor ou retrocessos no peso corporal após a vacinação (Machado *et al.*, 2018).

Diversos autores (Amatayakul-Chantler *et al.*, 2013; Machado *et al.*, 2018; Ripoll *et al.*, 2018) recomendam a imunocastração como uma boa alternativa para a obtenção de melhorias nas características de carcaça e carne com melhor aproveitamento do desempenho animal. No entanto, estes estudos não trazem recomendações quanto ao peso a castração e aos planos nutricionais para terminação de animais imunocastrados a pasto, podendo levar a prejuízos financeiros aos produtores de gado de corte em sistemas tropicais. Neste contexto, o objetivo neste estudo foi avaliar os efeitos de métodos de castração, peso à castração e manejos alimentares sobre o desempenho e a qualidade da carne de bovinos de corte terminados em pastagem tropical.

Material e métodos

Animais e tratamentos

O experimento foi conduzido no Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte (Embrapa Gado de Corte), no município de Campo Grande, estado do Mato Grosso do Sul, Brasil. O estudo ocorreu entre maio de 2018 e maio de 2019, dividido entre as fases de recria e terminação. Foram utilizados 60 bovinos, machos, da raça Nelore, todos oriundos do rebanho geral da Embrapa - Gado de Corte, com idade média de 19 ± 1 meses e 312 ± 20 kg de peso corporal. Os animais foram distribuídos

em três blocos de peso corporal e dentro de cada bloco distribuídos aleatoriamente entre os tratamentos que consistiam do método de castração, do peso a castração e da estratégia nutricional na terminação como apresentado na Tabela 1.

Manejo na recria e castração dos animais

A fase de recria foi considerada como o período de preparo dos animais desde a chegada no centro de pesquisa até a engorda, ocorrendo de maio/2018 a maio/2019. Nesta fase os animais permaneceram juntos em uma área única de 58 ha, formada por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, consistindo em um sistema de pastejo de lotação contínua, com bebedouros e cochos para suplementação. Entre os meses de julho a outubro de 2018 (Período de seca) foi ofertado suplemento mineral proteico com consumo 354 g/dia/animal. De outubro de 2018 a maio de 2019 (Período de chuvas) os animais receberam suplementação mineral com consumo de 83 g/dia /animal. Para determinação do momento da castração cirúrgica, acompanhou-se o peso corporal de cada animal, que em média entraram na recria com 312 ± 20 kg de peso corporal, realizando-se pesagens a cada 28 dias, sem jejum. O procedimento foi concretizado quando os animais alcançaram 350 ± 10 kg de peso corporal, realizado através da remoção cirúrgica dos testículos do animal.

No método de imunocastração (BOPRIVA®, Pfizer Animal Health, EUA) foram necessárias, no mínimo, duas doses da vacina para que se atingisse o efeito castrado, e este, deveria coincidir com os pesos alvos de 350, 400 e 450 ± 10 kg. Para isso, a partir do ganho de peso médio diário dos animais na recria, calculou-se o tempo necessário em dias para que houvesse um intervalo mínimo de 30 dias entre a primeira e segunda dose, conforme recomendações do fabricante, para que o animal pudesse ser considerado castrado nos pesos alvos descritos na Tabela 1. O intervalo

entre a primeira e segunda dose foi contabilizado para aplicação de um reforço caso fosse necessário. Foram realizadas pesagens com jejum de 16 horas durante a recria a cada 28 dias para monitoramento do ganho de peso (GP), ganho médio diário (GMD) e obtenção do peso corporal no início (PCI recria, kg) e ao final da recria (PCF recria, kg).

Foram realizadas amostragens de forragem no momento da entrada dos animais nas áreas experimentais, utilizando o método do “rendimento comparativo” descrito por Haydock e Shaw (1975) para avaliar a disponibilidade de massa das áreas. As amostras foram moídas em moinho de facas tipo Willey com peneira de 1,0 mm, para estimativa dos teores de PB, FDN, FDA e LDA, utilizando espectroscopia de infravermelho próximo, conforme descrito por Marten *et al.* (1989). A massa de forragem, a oferta de forragem verde e a taxa de lotação foram de 5,6 toneladas de matéria seca (MS) /ha e 9,21 kg MS kg/PC e 0,90 unidade animal/há, respectivamente, durante a recria. Os teores de PB, FDN, FDA e LDA foram de 7,8%, 68,3%, 33,3% e 3,2%, respectivamente.

Manejo na terminação

O período de terminação ocorreu entre maio e outubro de 2019. Após a castração de todos os animais, no momento em que o peso médio de cada bloco de peso corporal atingiu 450 kg, iniciou-se a fase de terminação, conforme os manejos nutricionais descritos na Tabela 1 e a seguir. O peso médio de entrada na terminação foi de 456 ± 30 kg de peso corporal. Nesta fase, uma área de 26,6 ha foi subdividida em 6 piquetes de 4,4 ha cada. Para cada bloco utilizou-se dois piquetes, um para o semiconfinamento e outro para a suplementação proteico energética. Todos os piquetes possuíam bebedouro e cocho de alvenaria (75 cm/animal). O período de

864 adaptação à dieta foi de 14 dias. Diariamente, às 8h, realizava-se o arraçoamento e a
865 observação da presença ou não de sobras para ajuste da dieta.

866 Cada piquete no semiconfinamento alocava 16 animais, em uma área formada
867 por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em sistema de pastejo contínuo, com lotação
868 média de 4 unidades animal/hectare (UA/ha). Foi ofertado suplemento concentrado
869 (51% de milho seco moído, 39% de casca de soja, 5,4% de farelo de soja e 4,6% de
870 mistura mineral-proteica), contendo 16,2% PB determinados de acordo com o método
871 981.10 (AOAC, 1990), 34,2% de FDN (Van Soest *et al.*, 1991) e 79,2% de NDT (Weiss,
872 1993). O consumo de suplemento concentrado no semiconfinamento foi de 7,91
873 kg/dia/animal/ chegando a 1,48% do peso corporal. A massa de forragem e oferta de
874 forragem verde foi de 9,2 toneladas MS/há e 10,2 kg MS kg/PC respectivamente,
875 durante terminação em semiconfinamento. Os teores de PB, FDN, FDA e LDA na
876 lâmina foliar foram de 8,3%, 67% 32,1% e 3,4%, respectivamente.

877 Cada piquete na terminação a pasto recebendo suplementação proteico-
878 energética alocava 4 animais em uma área formada por *Brachiaria brizantha* cv.
879 Marandu, em sistema de pastejo contínuo, com lotação média de 1 unidade
880 animal/hectare (UA/ha). Diariamente foi ofertado suplemento proteico-energético
881 contendo 19,7% PB, 8,72% de FDN e 63% de NDT. O consumo de suplemento
882 proteico-energético foi de 1,64 kg/dia/animal/ chegando a 0,32% do peso corporal. A
883 massa de forragem e a oferta de forragem foi de 9,3 toneladas MS/ha e 11,4 kg MS
884 kg/PC respectivamente. Os teores de PB, FDN, FDA e LDA na lâmina foliar foram de
885 7,3%, 68,4%, 33,5% e 3,7% respectivamente.

886 Foram realizadas pesagens com jejum de 16 horas no início e ao final da fase
887 de terminação para monitoramento do peso corporal e ganho médio diário (GMD). Ao

final do período de 92 dias de terminação, os animais foram enviados para o abate com média de 529 ± 38 kg de peso corporal aos 35 ± 1 meses de idade.

Avaliações de carcaça e qualidade de carne

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial (Naturafrig, Rochedo, MS, Brasil) com sistema de Inspeção Federal, de acordo com os procedimentos humanitários exigidos pela Legislação Brasileira descritos no RIISPOA (BRASIL, 2017). As carcaças foram divididas longitudinalmente para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ, %) e cálculo do rendimento de carcaça quente (RC, %), calculado somando-se o peso das duas meias carcaças quentes e dividindo-os pelo peso corporal ao abate, expresso em porcentagem. Após o abate as carcaças foram resfriadas a 2°C durante 24h. Foram realizadas avaliações de escores visuais para acabamento (ACAB, pontos), conformação (CONF, pontos) (BRASIL, 1989). Foram realizadas avaliações de textura (TEXT, pontos), maturidade fisiológica (MAT, pontos), mensurações do comprimento da carcaça (COC, cm), da profundidade externa e interna (PROFE e ROFI, cm) do tórax (Muller *et al.*, 1987).

A avaliação da área de olho de lombo (AOL, cm²) foi realizada expondo-se o *Longissimus* entre a 12^a e 13^a costelas e delineada em papel vegetal. Posteriormente, os papéis vegetais foram colocados em uma impressora para obtenção da AOL já delineada em papel sulfite, em seguida foram cortados seguindo o formato de cada AOL e então foi utilizado um medidor de área foliar LI-3100C (Li-Cor Inc., Lincoln, EUA) para a obtenção da área total de cada amostra. A espessura de gordura subcutânea (EGS, mm) foi mensurada com auxílio de um paquímetro digital (Modelo SH90201-M). As avaliações de gordura intramuscular (MAR, pontos) seguiram escores visuais de marmoreio utilizando escala fotográfica padrão do USDA Quality

Grade (1999). A cor da carne 24 horas após o abate foi determinada pelo sistema CIELab, utilizando um colorímetro MiniScan XE Plus (HunterLab, Reston, EUA), no iluminante D65 e ângulo de 10° (Ramos e Gomide, 2007).

Para as análises de qualidade de carne foram retiradas quatro amostras, duas de um centímetro de espessura para as análises de extrato etéreo e Índice de Fragmentação Miofibrilar, respectivamente, e outras duas, de 2,54 cm de espessura, para força de cisalhamento. A primeira delas não foi maturada e foi imediatamente congelada. A outra foi maturada por quatorze dias sob refrigeração a 4°C, e em seguida congelada até o momento das análises.

As análises de extrato etéreo (EE, %) foram realizadas seguindo o método AM 5-04 da AOCS (2009) com extrator automático (ANKOM XT15 Extractor, ANKOM Technology, Macedonia, EUA). O Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM) foi realizado utilizando a metodologia proposta por Davey e Gilbert (1969) com modificações de Olson *et al* (1976); Culler *et al* (1978) e Koohmaraie (2002) descritas por Ramos e Gomide (2007).

As amostras destinadas às análises de força de cisalhamento (FC, kg) também foram avaliadas quanto às perdas por exsudação (PE, %), $L^*a^*b^*$, pH e perdas por cocção (PCO, %) seguindo procedimentos da AMSA (2016). As subamostras cilíndricas de 1,27 cm de diâmetro foram retiradas com vazador cilíndrico acoplado a uma furadeira de bancada FSB13P Pratika (Schulz S.A., Joinville, Brasil) e cisalhadas utilizando equipamento mecânico tipo Warner Bratzler Shear Force (STANDARD 3000, Manhatatan, EUA). O valor final da maciez de cada amostra foi obtido pela média da FC de seis subamostras. A diferença entre a FC da amostra maturada por zero e 14 dias resultou na taxa de amaciamento (AMC, %).

Análise Estatística

As análises estatísticas foram geradas utilizando o procedimento GLM do SAS 9.4. O modelo estatístico contemplou os efeitos fixos de bloco e tratamentos. Produziram-se análises de contrastes ortogonais visando comparar métodos de castração aos 350 kg (cirúrgico aos 350 kg vs. Imunocastração aos 350 kg); peso vivo à imunocastração (350 vs. 400 vs. 450 kg) e estratégia nutricional (semiconfinamento vs. suplementação proteico energética) para todas as características de desempenho, carcaça e qualidade de carne. Adotou-se, para comparação das médias de quadrados mínimos, o teste ajustado de Tukey com nível de significância de 5%.

Resultados

As médias estimadas para o desempenho de bovinos Nelore submetidos a diferentes métodos, pesos de castração e estratégias nutricionais estão apresentadas na Tabela 2. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) do método de castração no peso corporal ao final da recria, no ganho médio diário durante o período de recria e no peso corporal ao final da fase de terminação. Observou-se que o método de imunocastração proporcionou maior ganho médio diário ($P < 0,05$) e peso corporal ao final do período de recria e maior peso corporal ao final do período de terminação. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) do método de castração no ganho médio diário durante a terminação. Ao avaliar o efeito do peso corporal à castração não foi observado efeito significativo ($P > 0,05$) no peso corporal inicial, no ganho médio diário e no peso corporal final durante o período de recria e terminação. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da estratégia nutricional no ganho médio diário e no peso corporal ao final do período de terminação. O semiconfinamento na fase de terminação promoveu maior ganho médio diário ($P < 0,05$).

Na Tabela 3 são apresentadas as médias estimadas para as características de carcaça de bovinos submetidos a diferentes métodos, pesos de castração e estratégias nutricionais. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) do método de castração no peso de carcaça quente, no comprimento de carcaça e na profundidade interna da carcaça. Animais imunocastrados apresentaram maior peso de carcaça quente ($P < 0,05$), maior comprimento de carcaça e maior profundidade interna na carcaça, sem efeitos significativos ($P > 0,05$) do método de castração nas demais características de carcaça. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) do peso corporal à castração na conformação da carcaça. A conformação da carcaça foi maior em animais imunocastrados aos 400 e 450 kg de peso corporal quando comparados a animais imunocastrados aos 350 kg de peso corporal. Houve efeito significativo da estratégia nutricional ($P < 0,05$) no peso de carcaça quente, no rendimento de carcaça, na conformação da carcaça, no acabamento de carcaça, na espessura de gordura subcutânea e na área de olho de lombo, sendo que o semiconfinamento proporcionou maiores valores para todas essas características em relação a suplementação proteico energética no período de terminação.

As médias estimadas para as características de qualidade da carne de bovinos submetidos a diferentes métodos, pesos de castração e estratégias nutricionais são apresentadas na tabela 4. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) do método de castração nos componentes de cor L^* e b^* da gordura. Animais castrados cirurgicamente apresentaram maiores valores do componente L^* da gordura em relação a animais imunocastrados. Já animais imunocastrados apresentaram maiores valores do componente b^* da gordura do que animais castrados cirurgicamente.

O peso corporal à castração influenciou ($P < 0,05$) os componentes a^* da cor da gordura e o componente L^* do músculo não maturado e maturado. A

imunocastração aos 350 kg de peso corporal apresentou o maior valor do componente a^* da gordura em relação a imunocastração aos 400 kg. O componente L^* da cor do músculo não maturado foi maior em animais imunocastrados aos 400 kg de peso corporal em relação a animais imunocastrados aos 350 kg. Em relação ao componente L^* do músculo maturado observou-se que animais imunocastrados aos 400 kg de peso corporal apresentaram maiores valores do que animais imunocastrados aos 350 kg. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da estratégia nutricional nos componentes de cor L^* do músculo não maturado, b^* do músculo não maturado e L^* do músculo maturado. Maiores valores do componente L^* do músculo não maturado, b^* do músculo não maturado e L^* do músculo maturado foram observados em animais semiconfinados em relação aqueles que receberam suplementação proteico energética.

Discussão

Efeito do método de castração no desempenho animal, características de carcaça e qualidade de carne.

Nossa hipótese de que o método de imunocastração proporciona animais com melhores ganho de peso e ganho médio diário, bem como atingem o final do período de terminação com maiores pesos ao abate, foi aceita. Ao avaliar o método de castração cirúrgica e de imunocastração, confirmamos que melhores características de desempenho são alcançadas ao se utilizar a imunocastração, visto que os animais imunocastrados obtiveram melhor ganho médio diário chegando ao final do período de recria mais pesados. A superioridade de animais imunocastrados se concretiza ao final do período de terminação com um peso corporal ao abate de 536,8 kg contra os 494,8 kg alcançados pelo grupo castrado cirurgicamente

O menor desempenho de animais castrados cirurgicamente comparado a animais imunocastrados pode ser explicado pelos efeitos que ocorrem durante e após o procedimento, que causam no animal dor, estresse e perda de peso (Carvalho *et al.*, 2011). Durante a recuperação do procedimento cirúrgico, o animal exige maiores quantidades de energia para os processos de cicatrização da incisão, enquanto que o incômodo e a dor levam a menores ingestões de alimentos, acarretando na perda de peso e menores resultados no ganho médio diário, refletindo na produção de animais mais leves (Domingues *et al.*, 2019) quando comparados a animais imunocastrados.

Um dos fatos que podem estar ligados ao melhor desempenho de animais imunocastrados está na concentração sérica de testosterona, que pode ser reduzida em até 95%, sujeitando o animal a ação de uma pequena concentração no organismo, mesmo após a vacinação, contribuindo para a maior taxa de desenvolvimento (Hernandez *et al.*, 2005; Miguel, 2013; Marti *et al.*, 2015). Os trabalhos desenvolvidos por Marti *et al.* (2015) e Jago *et al.* (1995) verificaram resultados semelhantes no desempenho de animais imunocastrados com maior ganho médio diário e maior peso ao abate em relação aos castrados cirurgicamente. Nesse sentido Freitas *et al.* (2015) e Domingues *et al.* (2019) observaram que, ao se utilizar a imunocastração, houve maior ganho de peso do que na utilização do procedimento cirúrgico, como confirmado neste estudo.

No entanto os trabalhos conduzidos por Jago *et al.* (1999) e Ribeiro *et al.* (2004) concluem não haver diferença no ganho médio diário entre animais imunocastrados e castrados cirurgicamente. As diferenças relatadas nestes estudos podem estar ligadas aos protocolos de peso a imunocastração e nas estratégias nutricionais adotadas em cada estudo (Marti *et al.*, 2015). Apesar dos resultados semelhantes

destes autores, o trabalho desenvolvido neste estudo avaliou animais imunocastrados e castrados cirurgicamente aos 350 kg de peso corporal e terminados em semiconfinamento, diferente das propostas de Jago *et al.* (1997), Marti *et al.* (2015), Freitas *et al.* (2015) e Domingues *et al.* (2019) que trabalharam com animais imunocastrados em faixas de peso entre 250 e 360 kg de peso corporal e terminados em sistemas de pastejo ou confinamento.

Outra hipótese relacionada ao efeito do método de castração neste estudo, diz respeito ao tipo de carcaça obtida de animais castrados. A hipótese era de que o método de imunocastração fosse capaz de promover características de carcaça e qualidade de carne semelhantes às de animais castrados cirurgicamente. Os resultados obtidos (Tabela 3) mostraram que a hipótese foi aceita, visto que, animais imunocastrados produziram características de carcaça semelhantes à de animais castrados cirurgicamente, alcançando os mesmos graus de acabamento, espessura de gordura subcutânea e área de olho de lombo, diferindo apenas em características relacionadas ao desenvolvimento corporal, como o peso de carcaça quente, o comprimento de carcaça e a profundidade interna da carcaça.

As semelhanças nas características de carcaça entre animais imunocastrados e castrados cirurgicamente ocorrem, pois ambos os métodos promovem a redução das concentrações séricas de testosterona (Marti *et al.*, 2015), possibilitando maiores deposições de gordura na carcaça (Restle *et al.*, 2000). A imunocastração promove taxas de crescimento superiores quando comparada a animais castrados cirurgicamente, que por consequência, geram carcaças mais pesadas (Jago *et al.*, 1997). Nos estudos desenvolvidos por Amatayakul-Chantler *et al.* (2013), Perez-Linares *et al.* (2017) e Machado *et al.* (2018) observou-se que a imunocastração resultou em maiores pesos de carcaça quente em animais terminados em sistemas

de confinamento, por outro lado Amatayakul-Chantler *et al.* (2013) obtiveram maiores pesos de carcaça para animais terminados em pastejo. Apesar dos autores utilizarem sistemas de terminação e pesos de castração diferentes deste estudo, observou-se que a imunocastração promoveu características de carcaças semelhantes ou superiores a castração cirúrgica em ambos os trabalhos.

No entanto, Jago *et al.* (1999), Ribeiro *et al.* (2004) e Moreira *et al.* (2017) não encontraram diferenças no peso de carcaça quente entre animais imunocastrados e castrados cirurgicamente. Estes resultados podem estar ligados ao sistema de terminação a pasto, que pode não ser suficiente para que essas características sejam observadas, quando comparados a sistemas de confinamento e de suplementação a pasto na terminação.

Os menores valores de peso de carcaça quente, comprimento de carcaça e profundidade interna da carcaça em animais castrados cirurgicamente supõem um atraso no desenvolvimento corporal, provocado pela ausência da testosterona, que no animal é responsável por promover maior desenvolvimento do tecido muscular (Galvão *et al.*, 1991). O comprimento de carcaça é normalmente associado ao crescimento ósseo do animal (Ribeiro *et al.*, 2004), a perda de peso e de desempenho na castração cirúrgica levam a produção de animais menores e consequentemente carcaças mais leves do que as de animais imunocastrados.

Em estudos desenvolvidos por Ribeiro *et al.* (2004) e Miguel *et al.* (2013), não foram observadas diferenças no comprimento de carcaça entre animais imunocastrados e castrados cirurgicamente. As diferenças entre o comprimento de carcaça deste estudo e dos estudos de Ribeiro *et al.* (2004) e Miguel *et al.* (2013) podem estar relacionadas ao peso de castração e idade ao abate (entre 22 e 28 meses), haja visto que neste trabalho os animais foram abatidos com idade média de

35 meses. A baixa concentração de testosterona mesmo após a imunocastração (Miguel *et al.*, 2013; Marti *et al.*, 2015) pode ter levado ao desenvolvimento corporal de regiões anatômicas características de animais não castrados, como observado na maior profundidade interna da carcaça. Medidas na carcaça, tal como a profundidade interna, estão relacionadas ao desenvolvimento de tecidos como osso e músculo, sendo que animais imunocastrados apresentam maiores proporções de tecido muscular em relação a castrados cirurgicamente pela ação hormonal da testosterona podendo resultar em carcaças mais musculosas e profundas (Freitas *et al.*, 2008). Por ser uma categoria intermediária entre animais não castrados e castrados, animais imunocastrados podem desenvolver regiões corporais ligadas a características sexuais secundárias como a região dianteira no animal (Moreira *et al.*, 2017).

Como esperado, animais imunocastrados apresentaram características de qualidade de carne semelhantes às de animais castrados cirurgicamente. Os resultados demonstram haver apenas uma diferença na cor da gordura entre animais imunocastrados e castrados cirurgicamente, com maior luminosidade na cor da gordura após o resfriamento em animais do método cirúrgico. O maior valor do componente b^* , referente a intensidade da cor amarela da gordura, observado em animais imunocastrados, pode estar relacionado a ingestão de forragens, ricas em carotenos (Kalač, 2011).

Dos trabalhos que avaliaram o efeito da castração cirúrgica e da imunocastração na qualidade da carne, apenas Amatayakul-Chantler *et al.* (2013) avaliaram a cor da gordura e observaram que não houve diferença na luminosidade e nos componentes a^* e b^* da cor da gordura, em sistema de terminação a pasto. Ao avaliarem animais castrados, não castrados e fêmeas, terminados em confinamento,

Fernandes *et al.* (2008) observaram que não houve diferença nos componentes L*, a* e b* da cor gordura entre as diferentes condições sexuais, mas sim em relação ao componente b* da gordura pelo consumo de uma dieta rica em pigmentos carotenoides oriundos da cana-de-açúcar.

Efeito do peso à castração no desempenho animal, características de carcaça e qualidade de carne.

Ao avaliar o peso corporal à castração, a hipótese neste estudo era de que haveria diferenças no desempenho e nas características de carcaça ao se imunocastrar animais aos 350, 400 e 450 kg de peso corporal, com menores valores de acabamento em animais imunocastrados ao 450 kg. Os resultados encontrados para o desempenho rejeitam esta hipótese, visto que, não houve diferença no ganho médio diário e no peso corporal ao final dos períodos de recria e terminação em animais imunocastrados em diferentes pesos. O fato da imunocastração realizada aos 350, 400 e 450 kg de peso corporal não afetar o desempenho animal, pode estar relacionado ao desenvolvimento linear do animal, por não haver retrocessos de ganho de peso, ou seja, sem alterações no desempenho.

Além disso, os três pesos à imunocastração podem ter permitido a ação contínua de uma pequena porcentagem de testosterona no organismo do animal (Marti *et al.*, 2015), contribuindo para resultados semelhantes de ganho médio diário e peso ao abate. Dentre os levantamentos bibliográficos realizados, não foram encontrados trabalhos que comparassem animais imunocastrados em faixas de peso semelhantes a este estudo (Jago *et al.*, 1995; Jago *et al.*, 1999; Ribeiro *et al.*, 2004; Amatayakul-Chantler *et al.*, 2013; Freitas *et al.*, 2015; Marti *et al.*, 2015; Gomez *et al.*, 2017; Moreia *et al.*, 2017; Pérez-Linares *et al.*, 2017; Machado *et al.*, 2018; Domingues

et al., 2019). Apenas o estudo de Ripoll et al. (2018) avaliou animais imunocastrados em pesos leves (178 kg) e pesados (330 kg), aos nove meses de idade, com terminação a pasto. Assim como neste estudo, Ripoll et al. (2018) não observaram diferença no ganho médio diário de animais imunocastrados em diferentes pesos, mas houve uma diferença em relação ao peso ao abate, em que os autores observaram o maior peso ao abate em animais imunocastrados aos 330 kg.

As características de carcaça de animais imunocastrados aos 350, 400 e 450 kg de peso corporal encontradas neste estudo (Tabela 3), rejeitam a hipótese de que a imunocastração realizada mais tardiamente resulta em menor acabamento de carcaça, uma vez que o acabamento de carcaça e a espessura de gordura subcutânea foram iguais para as três categorias de peso à castração. A maior conformação observada em animais imunocastrados aos 400 e 450 kg de peso corporal levanta a hipótese que o maior tempo de exposição à ação da testosterona em animais imunocastrados mais tardiamente, resulta em maior desenvolvimento muscular, levando a melhores conformações. Por ser uma medida que estima o desenvolvimento muscular, animais que apresentam maiores valores de conformação terão maiores quantidades de músculo na carcaça (Felício, 1999; Gomide e Miranda, 2013), podendo aumentar o rendimento de cortes comerciais, o que é benéfico do ponto de vista econômico. Estudos de Ripoll et al. (2018) não estão de acordo com este trabalho, pois ao avaliarem animais imunocastrados leves (178 kg) e pesados (330 kg) não encontraram diferenças na conformação, o que pode estar relacionado à jovem idade ao abate (14 meses).

Os valores de luminosidade da carne nos diferentes pesos de imunocastração, encontrados neste estudo estão de acordo com as variações de luminosidade descritas por Muchenje et al. (2009) entre 33,2 e 41,0. Estudos de Miguel et al. (2013)

observaram que animais imunocastrados e castrados cirurgicamente, apresentam maior luminosidade e intensidade da cor vermelha do que animais não castrados. A literatura é escassa quanto a informações sobre características de carcaça e qualidade de carne em animais imunocastrados em diferentes pesos, o que não permite maiores comparações.

Efeito da estratégia nutricional no desempenho animal, características de carcaça e qualidade de carne.

As hipóteses abordadas para a estratégia nutricional tiveram o objetivo de entender a relação do sistema de terminação em animais imunocastrados em que poderia haver piores resultados de desempenho animal e características de carcaça ao utilizar a suplementação proteico-energética em relação ao semiconfinamento. A hipótese era de que a utilização da suplementação proteico-energética na fase de terminação de animais imunocastrados não seria suficiente para promover um acabamento de carcaça satisfatório e maior ou igual ao obtido na terminação em semiconfinamento.

Os resultados observados neste estudo aceitam esta hipótese. A suplementação proteico-energética resultou em menor ganho médio diário, produzindo animais mais leves ao final da fase de terminação quando comparado ao sistema de semiconfinamento. O melhor desempenho animal observado em animais terminados em semiconfinamento, pode ser explicado pelo maior fornecimento de nutrientes e energia nessa estratégia nutricional. Além disso o aumento da quantidade de suplemento ofertado resulta em aumento do peso corporal (Baroni *et al.*, 2010), atendendo as demandas produtivas do animal resultando em animais mais pesados ao final da terminação. A fase de terminação neste estudo foi realizada no período de

seca, que se caracteriza como um período com baixa digestibilidade e disponibilidade de energia e proteína bruta nas pastagens, podendo não atender as exigências nutricionais de manutenção e produção (Caton e Dhuyvetter, 1997). A suplementação no período de seca eleva o crescimento de microrganismos no rúmen, fazendo com que haja melhoria na fermentação microbiana e maior aproveitamento das forragens. Além disso a proteína bruta vinda da suplementação leva a um aumento da população microbiana, disponibilizando maiores quantidades de proteína microbiana para ser aproveitada pelo animal (Sales *et al.*, 2011; Bento *et al.*, 2019).

Neste estudo foi observado que a suplementação proteico-energética proporcionou ganho de peso ao longo da terminação, evitando retrocessos no peso corporal durante o período de seca. Apesar de proporcionar ganho de peso, este foi inferior comparado ao semiconfinamento. Os levantamentos bibliográficos relacionados a estratégias nutricionais em animais imunocastrados que avaliaram a suplementação proteico-energética e o semiconfinamento são escassos. Os estudos encontrados utilizaram sistemas de terminação a pasto e confinamento, comparando animais não castrados, castrados cirurgicamente e imunocastrados (Jago *et al.*, 1997; Jago *et al.*, 1999; Ribeiro *et al.*, 2004; Amatayakul-Chantler *et al.*, 2013; Freitas *et al.*, 2015; Marti *et al.*, 2015; Gomez *et al.*, 2017; Moreia *et al.*, 2017; Pérez-Linares *et al.*, 2017; Machado *et al.*, 2018; Domingues *et al.*, 2019). Diferentemente, as estratégias nutricionais deste estudo compararam o efeito da suplementação proteico-energética e do semiconfinamento em bovinos imunocastrados aos 450 kg de peso corporal.

Os resultados para as características de carcaça observados neste estudo suportam aceitar a hipótese de que a suplementação proteico-energética, nas quantidades oferecidas neste estudo, não é suficiente para promover um acabamento mínimo de três milímetros de espessura de gordura subcutânea na carcaça, visto que

na suplementação proteica energética a carcaça foi classificada com acabamento de 2,17 (pontos) e espessura de gordura subcutânea média de 2,5 mm em relação ao acabamento 2,69 e 4,5 mm de espessura de gordura subcutânea de animais terminados em semiconfinamento. A menor deposição de gordura na carcaça de animais imunocastrados terminados em sistema de pastejo recebendo suplementação proteico-energética pode ser explicada pelo menor nível de suplementação (0,32% do peso corporal) adotado neste sistema, em conjunto com as condições de baixa disponibilidade de energia nas pastagens em relação ao semiconfinamento.

Os maiores valores de acabamento de carcaça e espessura de gordura subcutânea no semiconfinamento são explicados pelo maior nível de suplementação (1,48% do peso corporal) neste sistema. Consequentemente, a maior quantidade de ração ofertada no semiconfinamento proporcionou aos animais maiores quantidades de energia, promovendo maior deposição de gordura na carcaça, visto que a densidade energética afeta (Silveira *et al*, 2009) essa deposição de gordura. Os maiores valores encontrados para o peso de carcaça quente de animais imunocastrados terminados em semiconfinamento pode ser explicado pelo maior peso ao abate, causado pelo maior fornecimento de nutrientes em relação aos animais que receberam suplementação proteico-energética. A correlação positiva entre o aumento do nível de suplementação e ao ganho de peso (Bento *et al.*, 2019) promove maior peso ao abate que, por consequência, gera carcaças mais pesadas.

O maior rendimento de carcaça observado em animais imunocastrados terminados em semiconfinamento quando comparado ao rendimento de carcaça dos animais que receberam a suplementação proteico-energética pode ser explicado pelo tipo de alimento consumido. No semiconfinamento, os animais consumiram cerca de

7,91 kg/dia/animal de ração, enquanto na suplementação proteico-energética os animais consumiram 1,64 kg/dia/animal de ração. O maior consumo de alimentos com alta digestibilidade diminui o conteúdo gastrointestinal, resultando em maiores rendimentos (Ribeiro *et al.*, 2001; Menezes *et al.*, 2014), como observado no semiconfinamento. Visto que a conformação da carcaça e área de olho de lombo são indicativos dos graus de musculosidade, melhores resultados observados em animais imunocastrados terminados em semiconfinamento podem estar relacionados ao maior consumo de ração. Maiores ingestões de nutrientes, disponibilizam no organismo quantidades mais elevadas de energia e proteína que passam a ser utilizadas para o desenvolvimento dos tecidos musculares e adiposos (Reis *et al.*, 2012).

Ao avaliarem machos castrados suplementados nos níveis de 0,5% e 1,0%, Menezes *et al.* (2014) observaram melhores resultados para rendimento de carcaça e conformação em animais suplementados a 1,0% do peso corporal. Apesar da diferença no nível de suplementação utilizado por estes autores, pode-se observar que o maior nível de suplementação proporcionou melhores resultados de conformação da carcaça, assim como observado no presente estudo, em que o maior nível de suplementação do semiconfinamento (1,48%) resultou em maior conformação quando comparado a suplementação proteico-energética de 0,32%. Estudo de Bento *et al.* (2019) avaliando machos não castrados terminados a pasto recebendo dois níveis de suplementação, 1,2% e 1,8% do peso corporal, observaram que a suplementação de 1,8% proporcionou maior área de olho do lombo ao final do período e maior espessura de gordura subcutânea quando comparada ao nível de 1,2% e não observaram diferença na conformação da carcaça.

Conclusão

O método de castração afeta o desempenho e o peso ao abate, sem alterar a qualidade da carcaça e da carne. Na faixa avaliada, o peso à imunocastração não afeta as variáveis de desempenho, carcaça e carne. O semiconfinamento favorece a produção de animais mais pesados e com melhores características de carcaça em animais imunocastrados de forma tardia. Caso o sistema de produção de bovinos de corte em pastejo envolva a castração de machos, recomenda-se o uso da imunocastração aos 450 kg de peso corporal e a adoção de semiconfinamento na terminação.

Agradecimentos

CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Código de financiamento. 001) pela bolsa de estudos, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Embrapa Gado de Corte (Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte), ao Naturafrig Alimentos Unidade 2 (Rochedo-MS) e Connan Nutrição Animal pelo fornecimento de suplementos nutricionais.

Declaração de interesse

Não há conflitos de interesses a declarar.

Comitê de ética

Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Cuidado e Uso de Animais do Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte - Embrapa Gado de Corte (Processo nº 007/2015).

Referências

- 1288 Amatayakul-Chantler S, Hoe F, Jackson JA, Roça RD O, Stegner JE, King V e Walker J 2013.
1289 Effects on performance and carcass and meat quality attributes following immunocastration
1290 with the gonadotropin releasing factor vaccine Bopriva or surgical castration of Bos indicus
1291 bulls raised on pasture in Brazil. Meat Science 95, 78-84. doi: 10.1016/j.meatsci.2013.04.008.
- 1292 American Meat Science Association (AMSA) 2015. Research guidelines for cookery, sensory
1293 evaluation, and instrumental tenderness measurements of fresh meat. 2nd ed, Champaign, IL,
1294 EUA.
- 1295 American Oil Chemists' Society (AOCS) 2009. Official Method Am 5-04. Rapid determination
1296 of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction. Additions and revisions to the official
1297 methods and recommended practices of the AOCS. American Oil Chemists Society. p.1-3
1298 .AOCS, Champaign, IL, EUA
- 1299 AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists,
1300 Arlington: VA.
- 1301 Baroni CES, Lana RP, Mancio AB, Queiroz AC, Sverzut CB, Mendonça BPC 2010.
1302 Desempenho de novilhos suplementados e terminados em pasto, na seca, e avaliação do
1303 pasto. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 62, 373-381.
- 1304 Bento FC, Rovani EA, Mesquita GF, Ruiz LRB, Silva MIL, Moreira PSA, GOMES HFB 2019.
1305 Efeito dos níveis de suplementação no desempenho de bovinos em sistema de
1306 semiconfinamento. Nativa: Pesquisas Agrárias e Ambientais, 7, 813-819.

- 1307 BOPRIVA. Vacina para imunocastração de bovinos, licenciado no ministério da agricultura
1308 sob o no 9.584 em 12/11/2010. Pfizer Animal Health, Poplar Road, Parkville, Melbourne,
1309 Victoria, AUSTRALIA.
- 1310 BRASIL 1989. Sistema nacional de tipificação de carcaças bovinas. Portaria nº 612, de 05 de
1311 outubro de 1989, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília.
- 1312 BRASIL 2017. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento Nacional
1313 de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária
1314 de Produtos de Origem Animal - RIISPOA. Brasília.
- 1315 Brigida DJ, Antonelo DS, Mazon MR, Nubiato KEZ, Gómez JFM, Netto AS e Silva SL 2018.
1316 Effects of immunocastration and a β -adrenergic agonist on retail cuts of feedlot finished Nellore
1317 cattle. *Animal*, 12, 1690–1695. doi: 10.1017/S1751731117003317
- 1318 Carvalho FSR, Silva CR, Hoe F 2011. *Revista A Hora Veterinária*, 30, 18-21.
- 1319 Caton JS e Dhuyvetter DV 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants:
1320 requirements and responses. *Journal of Animal Science*, 75, 533-542.
- 1321 Domingues CC, Teixeira OS, Cattellam J, Silva MB, Moura AF, Cardoso GS e Alves Filho DC
1322 2019. Alterações fisiológicas e comportamentais de bovinos de corte após o manejo de
1323 castração. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 71, 151-159. doi:
1324 10.1590/1678-4162-10517.
- 1325 Felício PE 1999. Simpósio sobre Produção Intensiva de Gado de Corte, 1999, Campinas.
1326 Anais. São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal (CBNA), 92-99.

- 1327 Fernandes ARM, Sampaio AAM, Henrique W, Oliveira EA, Tullio RR, Perecin D 2008.
1328 Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento.
1329 Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 60, 139-147.
- 1330 Ferraz JBS e Felício PE 2010. Production systems – an example from Brazil. Meat Science
1331 84, 238–243.
- 1332 Freitas AK, Restle J, Pacheco PS, Padua JT, Lage ME, Miyagi ES e Silva GFR 2008.
1333 Características de carcaças de bovinos Nelore inteiros vs castrados em duas idades,
1334 terminados em confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia, 37, 1055-1062.
- 1335 Freitas VM, Leão KM, de Araujo Neto FR, Marques TC, Ferreira RM, Garcia LLF e de Oliveira
1336 EB 2015. Effects of surgical castration, immunocastration and homeopathy on the
1337 performance, carcass characteristics and behaviour of feedlot-finished crossbred bulls.
1338 Semina: Ciências Agrárias 36, 1725-1734. doi: 10.5433/1679-0359.2015v36n3p1725.
- 1339 Freitas AK, Restle J, Missio RL, Pacheco PS, Padua JT, Miotto FRC, Grecco LF, Lage ME e
1340 Neiva JNM 2016. Carcass physical composition and physic-chemical characteristics of meat
1341 from Nellore cattle, Semina: Ciências Agrárias, 37, 1007-1016. doi: dx.10.5433/1679-
1342 0359.2016v37n2p1007.
- 1343 Galvao JG, Fontes CADA, Pires CC, Carneiro LHDM, Queiroz ACD, e Paulino MF 1991.
1344 Características e composição física da carcaça de bovinos não-castrados, abatidos em três
1345 estágios de maturidade (Estudo II) de três grupos raciais. Revista da Sociedade Brasileira de
1346 Zootecnia, 20(5), 502-512.

- 1347 Gomide LAM, Ramos EM, Fontes PR 2013. Ciência e qualidade da carne: fundamentos.
1348 Editora UFV, 197.
- 1349 Gómez JFM, Netto AS, Antonelo DS, Silva J, Sene GAD, Silva HBD e Silva SDL 2019. Effects
1350 of immunocastration on the performance and meat quality traits of feedlot-finished Bos indicus
1351 (Nellore) cattle. Animal production science 59, 183-190. doi: 10.1071/AN17102.
- 1352 Jago JG, Lasenby RR, Trigg TE e Claxton PD 1995. The effect of immunological castration on
1353 behaviour and growth of young bulls. Proceedings of the New Zealand Society of Animal
1354 Production 55, 190-192.
- 1355 Jago JG, Matthews LR, Trigg TE, Dobbie P e Bass JJ 1999. The effect of immunocastration 7
1356 weeks before slaughter on the behaviour, growth and meat quality of post-pubertal bulls.
1357 Animal Science 68, 163-171. doi: 10.1017/S1357729800050189.
- 1358 Jaros P, Bürgi E, Stärk KDC, Claus R, Hennessy D, e ThunR 2005. Effect of active
1359 immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass
1360 quality in intact male pigs. Livestock Production Science, 92, 31–38.
1361 <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.07.011>
- 1362 Kalač P 2011. The effects of silage feeding on some sensory and health attributes of cow's
1363 milk: A review. Food Chemistry, 125, 307-317.
- 1364 Machado DS, Joner G, Pereira LB, Pötter L, Brondani IL e Alves Filho DC 2018. Meta-analysis
1365 of the immunocastration technique (anti-GnRH) for male bovines in the finishing phase.
1366 Pesquisa Agropecuária Brasileira 53, 961-969. doi: 10.1590/S0100-204X2018000800011.

- 1367 Marten GC, Shenk JS and Barton FE 1989. Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS),
 1368 Analysis of forage quality. United States Department of Agriculture– Agriculture Research
 1369 Service, Washington, DC, USA.
- 1370 Marti S, Realini CE, Bach A, Pérez-Juan M, e Devant M 2013. Effect of castration and
 1371 slaughter age on performance, carcass, and meat quality traits of Holstein calves fed a high-
 1372 concentrate diet. *Journal of Animal Science*, 91, 1129–1140. [https://doi.org/10.2527/jas.2012-](https://doi.org/10.2527/jas.2012-5717)
 1373 5717
- 1374 Marti S, Devant M, Amatayakul-Chantler S, Jackson JA, Lopez E, Janzen ED e Schwartzkopf-
 1375 Genswein KS 2015. Effect of anti-gonadotropin-releasing factor vaccine and band castration
 1376 on indicators of welfare in beef cattle. *Journal of Animal Science* 93, 1581-1591. doi:
 1377 10.2527/jas2014-8346.
- 1378 Menezes LFG, Segabinazzi LR, Freitas LS, Restle J, Brondani IL., Callegaro AM, Alves Filho
 1379 DC 2014. Aspectos qualitativos da carcaça e carne de novilhos superjovens da raça Devon,
 1380 terminados em pastagem tropical, recebendo diferentes níveis de concentrado. *Semina:*
 1381 *Ciências Agrárias*, 35, 1557-1568.
- 1382 Miguel GZ, Faria MH, Roça RO, Santos CT, Suman SP, Faitarone AB e Su LS 2013.
 1383 Immunocastration improves carcass traits and beef color attributes in Nellore and Nellore ×
 1384 Aberdeen Angus crossbred animals finished in feedlot. *Meat Science* 96, 884-891. doi:
 1385 10.1016/j.meatsci.2013.08.030.

- 1386 Moreira AD, Siqueira GR, Lage JF, Benatti JMB, Moretti MH, Miguel GZ e De Resende FD
 1387 2017. Castration methods in crossbred cattle raised on tropical pasture. *Animal Production*
 1388 *Science* 58, 1307-1315. doi: 10.1071/AN16580.
- 1389 Muchenje V, Dzama K, Chimonyo M, Strydom PE, Hugo A, Raats JG 2009. Some biochemical
 1390 aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food chemistry*, 112),
 1391 279-289.
- 1392 Muller L, Muller L., Muller LD, e Muller P 1987. Normas para avaliação de carcaças e concurso
 1393 de carcaças de novilhos.
- 1394 Pérez-Linares C, Bolado-Sarabia L, Figueroa-Saavedra, F, Barreras-Serrano A, Sanchez-
 1395 Lopez E, Tamayo-Sosa AR e Gallegos E 2017. Effect of immunocastration with Bopriva on
 1396 carcass characteristics and meat quality of feedlot Holstein bulls. *Meat science* 123, 45-49.
 1397 doi: 10.1016/j.meatsci.2016.08.006.
- 1398 Priolo A, Micol D, e Agabriel, J 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour
 1399 and flavour. A review. *Animal Research*, 185-200. doi: 10.1051/animres:2001125
- 1400 Ramos EM, Gomide LA 2007. Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e
 1401 metodologias. Editora UFV, 197.
- 1402 Restle J, Alves Filho DC, Faturi C, Rosa JRP, PascoalLL, Bernardes RA C, e Kuss F 2000.
 1403 Desempenho na fase de crescimento de machos bovinos inteiros ou castrados de diferentes
 1404 grupos genéticos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29, 1036–1043. doi: 0.1590/s1516-
 1405 35982000000400013

- 1406 Reis RA, Ruggieril AC, Oliveira AA, Azenha, MV, e Casagrande DR 2012. Suplementação
1407 como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. Revista Brasileira
1408 de Saúde e Produção Animal, 642-655.
- 1409 Ripoll G, Noya A, Casasús I e Sanz A 2019. Preliminary study of the effects of an anti-
1410 gonadotropin-releasing factor vaccine at two initial liveweights on the carcass traits and meat
1411 quality of bulls. Animal Production Science 59, 1462-1469. doi: 10.1071/AN18324.
- 1412 Ribeiro A EL, Hernandez JA, Zanella EL, Shimokomaki M, Prudêncio-Ferreira SH, Youssef E
1413 e Reeves J J 2004. Growth and carcass characteristics of pasture fed LHRH immunocastrated,
1414 castrated and intact Bos indicus bulls. Meat Science 68, 285-290. doi:
1415 10.1016/j.meatsci.2004.03.008.
- 1416 Sales MFL, Paulino MF, Valadares Filho SDC, Figueiredo DD, Porto MO e Detmann E 2011.
1417 Supplementation levels for growing beef cattle grazing in the dry-rainy transition season.
1418 Revista Brasileira de Zootecnia, 40, 904-911.
- 1419 Silveira MF, Brondani IL, Arboitte M Z, Alves Filho DC, Restle J, Pizzuti LAD e Retore M 2009.
1420 Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos Charolês e Nelore que
1421 receberam diferentes proporções de concentrado na dieta. Arquivo Brasileiro de Medicina
1422 Veterinária e Zootecnia, 61, 467-474.
- 1423 United States Department Of Agriculture (USDA) 1999. Official United States Standards for
1424 grades of carcass beef. Agriculture Marketing Services - United States Department of
1425 Agriculture. Washington, EUA.

- 1426 Van Soest PJ, Robertson JB and Lewis BA 1991. Symposium: carbohydrate methodology,
1427 metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 74, 3583–
1428 3597.

1429 **Tabela 1.** *Distribuição dos tratamentos experimentais.*

Método de Castração	Peso Corporal à Castração	Estratégia Nutricional	n*
Castração Cirúrgica	350 kg	Semiconfinamento	12
Imunocastração	350 kg	Semiconfinamento	12
Imunocastração	400 kg	Semiconfinamento	12
Imunocastração	450 kg	Semiconfinamento	12
Imunocastração	450 kg	Suplementação proteico-energética	12

1430 n*: número de animais em cada tratamento

1431 **Tabela 2.** Desempenho de bovinos Nelore submetidos a diferentes métodos e pesos para castração e estratégias nutricionais
 1432 na terminação.

Variável	Método de castração / PC à castração / Estratégia nutricional					EPM ¹	Contraste /		
	CC/ SC		IMUNO/SC		IMUNO/PE		P>F ²		
	350 kg PC	350 kg PC	400 kg PC	450 kg PC	450 kg PC		MC	PCA	EN
PC castração, kg	356,6	352,5 c	405,2 b	461,6 a	462,8	6,548	0,5088	< 0,0001	0,8382
PCI recria, kg	300,0	299,0	298,4	301,4	297,3	2,517	0,8338	0,7724	0,3748
PCF recria, kg	423,0	451,0	470,8	467,4	467,5	3,934	0,0045	0,0612	0,9930
GMD recria, kg/dia	0,329	0,406	0,460	0,446	0,456	0,012	0,0055	0,1041	0,6849
PCF terminação, kg	494,8	536,8	548,3	553,4	512,1	5,008	0,0023	0,4450	0,0040
GMD terminação, kg	0,781	0,908	0,850	0,932	0,493	0,034	0,1279	0,5682	<0,0001

1433 PC = peso corporal; GMD = ganho médio diário; PCI = peso corporal inicial; PCF = peso corporal final; CC = castração cirúrgica; SC =
 1434 Semiconfinamento; IMUNO = imunocastração; PE = proteico energético; MC = método de castração; PCA = peso corporal à castração;
 1435 EN = estratégia nutricional.
 1436 Letras minúsculas distintas na mesma linha indicam diferença estatística para peso corporal à imunocastração, a um nível de significância
 1437 de 5%.

1438 ¹ EPM = erro-padrão da média.

1439 ² Probabilidade de um erro tipo I.

1440

1441 **Tabela 3.** Características de carcaça de bovinos Nelore submetidos a diferentes métodos e pesos para castração e
 1442 estratégias nutricionais na terminação.

	Método de castração / PC		à castração /		Estratégia nutricional		Contraste /		
Variável	CC/ SC	IMUNO/SC		IMUNO/PE		EPM ¹	P>F ²		
	350 kg PC	350 kg PC	400 kg PC	450 kg PC	450 kg PV		MC	PCA	EN
PCQ, kg	279,8	304,4	311,7	311,9	276,6	3,131	0,0026	0,6211	< .0001
RC, %	56,6	56,7	56,8	56,4	54,1	0,259	0,8462	0,8361	0,0017
CONF, pontos	7,75	8,08 ^b	9,00 ^a	9,09 ^a	7,73	0,136	0,3501	0,0179	0,0005
ACAB, pontos	2,52	2,50	2,74	2,69	2,17	0,056	0,9180	0,2897	0,0033
MAT, pontos	12,6	12,8	12,6	12,6	12,8	0,118	0,4965	0,8106	0,6355
COC, cm	133,2	136,6	136,9	137,0	136,2	0,433	0,0076	0,9129	0,5040
PROFI, cm	40,2	41,4	42,1	41,4	42,2	0,213	0,0440	0,3280	0,2554
PROFE, cm	49,8	50,9	51,4	50,5	50,5	0,203	0,0650	0,2866	1,0000
TEXT, pontos	4,2	4,1	4,2	4,1	4,1	0,052	0,5942	0,6926	0,7806
EGS, mm	4,1	4,5	4,4	4,5	2,5	0,241	0,6366	0,9822	0,0137
MAR, pontos	4,8	4,3	4,8	4,0	3,9	0,204	0,4297	0,4372	0,7828

AOL, cm	68,9	67,3	69,7	74,1	66,5	0,914	0,5663	0,0589	0,0105
---------	------	------	------	------	------	-------	--------	--------	--------

- 1443 PC = peso corporal; CC = castração cirúrgica; SC = Semiconfinamento; IMUNO = imunocastração; PE = proteico energético; MC = método
- 1444 de castração; PCA = peso corporal à castração; EN = estratégia nutricional; PCQ = peso de carcaça quente; RC = rendimento de carcaça;
- 1445 CONF = conformação; ACAB = acabamento de carcaça; MAT = maturidade fisiológica; COC = comprimento da carcaça; PROFI =
- 1446 profundidade interna da carcaça; PROFE = profundidade externa da carcaça; TEXT = textura da carne; EGS = espessura de gordura
- 1447 subcutânea; MAR = marmoreio; AOL = área de olho de lombo;
- 1448 Letras minúsculas distintas na mesma linha indicam diferença estatística para peso corporal à imunocastração, a um nível de significância
- 1449 de 5%.
- 1450 ¹ EPM = erro-padrão da média.
- 1451 ² Probabilidade de um erro tipo I.

1452 **Tabela 4.** Características de qualidade da carne de bovinos Nelore submetidos a diferentes métodos e pesos para castração e estratégias
 1453 nutricionais na terminação.

	Método de castração / PC à castração / Estratégia nutricional						Contraste /		
Variável	CC/ SC	IMUNO/SC			IMUNO/PE	EPM ¹	P>F ²		
	350 kg PC	350 kg PC	400 kg PC	450 kg PC	450 kg PC		MC	PCA	EN
0 dias de maturação									
L*, gordura	77,17	71,06	76,14	77,35	77,66	0,895	0,0288	0,1353	0,9150
a*, gordura	7,86	9,30 a	7,51 b	7,63 ab	6,03	0,306	0,0862	0,0494	0,0692
b*, gordura	19,52	21,97	19,55	18,56	17,90	0,434	0,0485	0,0542	0,6023
L*, músculo	36,12	36,14 b	37,84 a	36,55 ab	34,67	0,290	0,9762	0,0451	0,0069
a*, músculo	13,74	14,60	14,86	13,58	14,13	0,190	0,1144	0,0847	0,3341
b*, músculo	12,05	12,62	13,26	12,35	11,28	0,167	0,1740	0,1314	0,0154
PEX, %	4,4	4,1	4,5	3,7	2,7	0,480	0,8643	0,9123	0,5252
PCO, %	21,3	23,0	23,1	26,2	25,6	1,125	0,6219	0,4080	0,8641

pH	5,54	5,54	5,56	5,60	5,65	0,014	0,8257	0,4834	0,2207
EE, %	5,39	5,16	5,67	5,99	4,22	0,279	0,7833	0,6946	0,0460
MFI	85,8	86,0	86,7	84,5	79,6	0,907	0,9446	0,7266	0,0888
FC, kg	8,3	8,9	9,0	9,2	9,1	0,335	0,5928	0,9510	0,9321
AMC, %	-34,1	-35,9	-36,6	-31,2	-32,6	2,675	0,8383	0,7468	0,8735
14 dias de maturação									
L*, músculo	38,75	38,36 b	40,03 a	39,37 ab	36,52	0,242	0,4941	0,0206	< .0001
a*, músculo	12,57	11,88	12,37	12,27	13,65	0,341	0,3105	0,7688	0,0562
b*, músculo	12,86	12,94	13,64	13,08	12,11	0,183	0,8627	0,3579	0,0666
PEX, %	7,8	7,2	7,5	8,4	6,4	0,366	0,5688	0,5383	0,0905
PCO, %	22,3	21,5	19,0	21,9	23,5	0,849	0,7034	0,3279	0,5010
pH	5,60	5,64	5,61	5,64	5,73	0,014	0,4627	0,6801	0,0502
FC, kg	5,3	5,6	5,6	6,2	5,7	0,250	0,7528	0,6481	0,5327

1454 PC = peso corporal; CC = castração cirúrgica; SC = Semiconfinamento; IMUNO = imunocastração; PE = proteico energético; MC = método
1455 de castração; PCA = peso corporal à castração; EN = estratégia nutricional; L = luminosidade; a = componente vermelho-verde; b =

1456 componente amarelo-azul; PEX = perdas por exsudação; PCO = perdas na cocção; FC = força de cisalhamento; EE = estrato etéreo; AMC
1457 = amaciamento da carne maturada por 14 dias; MFI = índice de fragmentação miofibrilar.

1458 Letras minúsculas distintas na mesma linha indicam diferença estatística para peso corporal à imunocastração, a um nível de significância
1459 de 5%.

1460 ¹ EPM = erro-padrão da média.

1461 ² Probabilidade de um erro tipo I.