

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 semiconfinition 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

26

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

31

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

36

37 O procedimento cirúrgico é um método comum entre produtores, mas que afeta
38 negativamente o desempenho, causa dor, estresse ao animal e perda de peso após o
39 procedimento (FISHER, 2001; MARTI et al, 2013; FREITAS, et al., 2016). Em virtude
40 dessas dificuldades, a imunocastração é uma alternativa de castração que por meio de
41 uma vacina é capaz de reduzir temporariamente a produção de testosterona no animal,
42 tornando o animal infértil (BONNEAU; ENRIGHT, 1995; JAROS et al., 2005). Assim
43 como a castração cirúrgica, a imunocastração pode melhorar a deposição de gordura na
44 carcaça e a qualidade da carne quanto seu sabor, cor e suculência (MACHADO et al.,
45 2018).

45

46 Estudos comparativos entre os métodos de castração cirúrgica e imunológica já
47 foram amplamente desenvolvidos e apontam para efeitos semelhantes sobre a qualidade
48 da carcaça e carne dos animais (RAJ et al., 1991; RIBEIRO et al., 2004; MOREIA et al.,
49 2017; RIPOLL et al., 2018). No entanto, estudos que associem o uso da imunocastração
50 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

80 de tecnologias, o que ocorre com a maioria dos produtores, também devesse considerar o
81 cenário das pastagens brasileiras com algum nível de degradação (CARVALHO; ZEN,
82 2017).

83 2.2. Características de Carcaça e Qualidade da Carne Bovina

84 2.2.1 Características de Carcaça

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

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

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

102 O acabamento de carcaça, diz respeito a quantidade de gordura subcutânea
103 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 conseqüentemente 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).

128 A conformação e a área de olho de lombo (AOL) do musculo *Longissimus*
129 (contra-filé) são indicadores de graus de musculosidade relacionados a qualidade da
130 carcaça e ao rendimento dos cortes cárneos, sendo que animais que apresentam maiores
131 valores de AOL terão maiores proporções de músculos e rendimento (SAINZ; ARAÚJO,
132 2001). A espessura de gordura subcutânea (EGS) também é uma medida que aponta o
133 grau de acabamento da carcaça (SAINZ; ARAÚJO, 2001). A área de olho de lombo,
134 espessura de gordura subcutânea e o marmoreio estão associados ao ganho de peso e
135 rendimento de carcaça, precocidade de acabamento, sabor e suculência da carne,
136 respectivamente (SOARES, 2017).

137 2.2.2 Qualidade da Carne bovina

138 Definir a qualidade de um produto ou alimento está ligado principalmente a
139 necessidades e exigências do consumidor (FELÍCIO, 1997). Em relação a carne bovina
140 os aspectos principais que determinam a sua qualidade, são aqueles que englobam a
141 aparência visual, os aspectos gustativos, nutritivos e sanitários, ou seja, a forma que a
142 carne se apresenta, o sabor e a sensação ao ser consumida e os nutrientes essenciais
143 presentes, determinam o grau de qualidade e seu valor frente ao consumidor (FELÍCIO,
144 1997).

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

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

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

162 Além da cor da carne, outro fator de grande impacto na qualidade é a sua maciez,
163 ela indica a força necessária para se romper as fibras musculares (EUCLIDES FILHO,
164 2000; RAMOS; GOMIDE, 2007). Fatores como, raça, idade, sexo, e alimentação
165 influenciam o grau de maciez da carne (EUCLIDES FILHO, 2000; ALVES et al., 2005).

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

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

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

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

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

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

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

198 2.3. Rebanho bovino brasileiro e perfil de qualidade da carne

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

253 **2.4 Suplementação proteico energética e semiconfinamento**

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

260 O principal objetivo da utilização da suplementação proteico-energética na
261 terminação de bovinos de corte é garantir ganho de peso e acabamento de carcaça
262 (THIAGO; SILVA, 2001). De acordo com a época do ano o ganho médio diário pode
263 variar de 250 g a 800 g, com recomendações de teores médios de 20% de proteína bruta,
264 80% de nutrientes digestíveis totais e de 8 a 12 g/kg de peso vivo/animal/dia (THIAGO;
265 SILVA, 2001).

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

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

276 econômica da suplementação proteico energética para bovinos a pasto, observou-se
277 maiores resultados para o ganho de peso e maior retorno financeiro (BARBOSA et al.,
278 2008).

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

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

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

298 **2.5 Condição sexual**

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

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

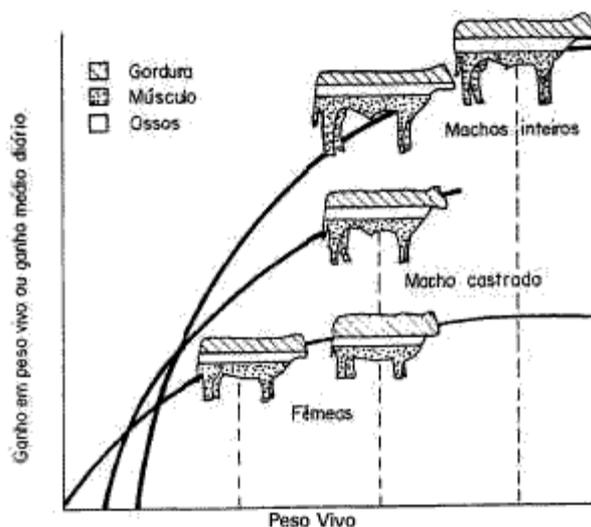
309 Os hormônios possuem a função de controlar muitas reações químicas ligadas
310 ao desenvolvimento dos tecidos, onde os testículos e ovários afetam diretamente a taxa
311 de crescimento do animal, a presença de andrógenos como a testosterona nos machos
312 promovem o crescimento do tecido muscular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

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

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

324 Nas características de carcaça de machos não castrados, são observados maiores
 325 valores de rendimento de carcaça, área olho de lombo e porcentagem de dianteiro,
 326 enquanto fêmeas e machos castrados apresentam maior quantidade de gordura
 327 subcutânea, renal, pélvica, inguinal e maior porcentagem de traseiro (COUTINHO et al.,
 328 2006)

329



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

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

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

337 2.6 Castração

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

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

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

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

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

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

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

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

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

378 A castração cirúrgica realizada tardiamente provoca maiores perdas de peso
379 quando comparada ao procedimento realizado em animais jovens (BRETSCHNEIDER,
380 2005; FISHER et al., 2001). Nas primeiras semanas após o procedimento cirúrgico são
381 observadas as maiores reduções no desempenho dos animais e aumento da reatividade
382 (DOMINGUES et al., 2019).

383 2. 7 **Imunocastração**

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

390 A vacina Bopriva® (Pfizer Animal Health, Parkville, Austrália) é composta por
391 um análogo de GnRH ligado a uma proteína carreadora, adicionado de um adjuvante
392 sintético aquoso que aumenta o nível e duração da imunização, cada ml fornece 400 µg
393 do conjugado de GnRH e proteína carreadora, deve ser administrada na quantidade de
394 1mL da vacina por animal por via subcutânea aplicada na região da tábua do pescoço do
395 animal, sendo necessária a aplicação de uma segunda dose de 1mL como reforço, no
396 mínimo 3 semanas após a primeira dose (BOPRIVA PFIZER ANIMAL HEALTH,
397 2010).

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

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

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

415 conseqüentemente reduzindo sobre o desenvolvimento muscular, possibilitando maior
416 deposição de gordura na carcaça assim como no método cirúrgico (D'OCCHIO et al.,
417 2001).

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

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

433 Estudos de Freitas et al., (2015) e Marti et al., (2015) avaliaram os efeitos da
434 imunocastração comparada a castração cirúrgica em animais com peso de castração entre
435 303 e 358 kg de peso corporal, terminados em confinamento. Foi observado por Marti et
436 al., (2015) maior ganho médio diário e peso ao abate em animais imunocastrados
437 comparados a castrados cirurgicamente. Enquanto Freitas et al., (2015) destacaram maior
438 ganho de peso e rendimentos de carcaça foram observados na imunocastração, não
439 havendo diferenças na espessura de gordura subcutânea em relação a castração cirúrgica.

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

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

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

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

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

3. HIPÓTESES

480

481

482 • O método de imunocastração proporciona animais com melhores ganho de peso
483 e ganho médio diário, chegando ao final do período de terminação com maiores
484 pesos ao abate.

485 • O método de imunocastração promove características de carcaça e qualidade da
486 carne semelhantes às de animais castrados cirurgicamente.

487 • Existe diferenças no desempenho e nas características de carcaça e qualidade de
488 carne ao se imunocastar bovinos aos 350, 400 e 450 kg de peso corporal, com
489 menores valores de acabamento de carcaça em animais imunocastrados ao 450
490 kg.

491 • A terminação de animais imunocastrados recebendo suplementação proteico-
492 energética promove piores resultados de desempenho animal e características de
493 carcaça.

494 • O semiconfinamento promove melhores características de carcaça e qualidade da
495 carne em animais imunocastrados quando comparado a suplementação proteico-
496 energética.

497 • A terminação de animais imunocastrados recebendo suplementação proteico-
498 energética não é suficiente para promover um acabamento de carcaça satisfatório
499 ou maior/igual ao obtido na terminação em semiconfinamento.

500

4. OBJETIVOS

501

4.1 Objetivo geral

502

503

504

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.

505

4.2 Objetivos Específicos

506

507

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

508

509

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

510

511

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

512

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

513

514 ABIEC. 2019. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **BeefREPORT**
515 **Perfil da Pecuária no Brasil**. São Paulo: Abiec, 32 p.

516 ADAMS, T. E., & ADAMS, B. M. 1993. **Reproductive function and feedlot performance**
517 **of beef heifers actively immunized against GnRH**. Journal of Animal Science, 68, 2793-
518 2802.

519 ALENCAR, M. M., POTT E. B. 2003. Criação de Bovinos de Corte na Região Sudeste, 2º Ed.
520 Embrapa Pecuária, Versão Eletrônica. São Carlos-SP.

521 AMATAYAKUL-CHANTLER, S., HOE, F., ROCA. 2013. **Effects on performance and**
522 **carcass and meat quality attributes following immunocastration with the gonadotropin**
523 **releasing factor vaccine Bopriva or surgical castration of Bos indicus bulls raised on**
524 **pasture in Brazil**. Meat Science. 95:78-84.

525 AVMA. 2014. **Literature Review on the Welfare Implications of Castration of Cattle**.
526 American Veterinary Medical Association (AVMA). EUA.

527 BARBOSA, F. A.; GRAÇA, D.S.; GUIMARÃES, F. V.; SILVA JÚNIOR, F.V.; 2008.
528 **Economic analysis of protein and energy supplementation of steers during the transition**
529 **period between the rainy and dry seasons**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e
530 Zootecnia, 60:911-916.

531 BARONI, C. E. S.; LANA, R. P.; MANCIO, A. B.; SVERZAR, C. B.; MENDONÇA, B. P.C.
532 2010. **Performance of steers supplemented and finished on pasture in the dry season and**
533 **pasture evaluation**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, 62,373-381.

534 BARROSO, D. S. 2018. Recria e terminação de novilhos, sob diferentes níveis de
535 suplementação em pastagens. **Tese: Doutorado**, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia a
536 Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA.

537 BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. 2006. **Nutrição de ruminantes**.
538 Jaboticabal, 2:583p

539 BONNEAU, M., & ENRIGHT, W. J., 1995. **Immunocastration in cattle and pigs**. Livestock
540 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 BRETSCHEIDER, 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., ANTONELLO, 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 androstenone 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.**

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

716

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

719

720 ¹ *Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato*
721 *Grosso do Sul (UFMS), Cidade Universitária, Av. Costa e Silva - Pioneiros, 79070-*
722 *900, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil*

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

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

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

729

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

731

732 Estratégias de terminação de bovinos em pastejo

733

734 **Resumo:** O objetivo foi avaliar o efeito de diferentes métodos de castração, peso
735 corporal à castração e manejos alimentares sobre o desempenho, características de
736 carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore em pastejo. Foram avaliados 60
737 bovinos machos, sendo que foram distribuídos 12 animais entre os seguintes
738 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

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

767

768 **Palavras-chave:** Acabamento, Carcaça, Imunocastração, Semiconfinamento,
769 Suplementação

770

771 **Implicações**

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

778

779 **Introdução**

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

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

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

804

805 **Material e métodos**

806

807 *Animais e tratamentos*

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

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

817

818 *Manejo na recria e castração dos animais*

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

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

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

844 Foram realizadas amostragens de forragem no momento da entrada dos
845 animais nas áreas experimentais, utilizando o método do “rendimento comparativo”
846 descrito por Haydock e Shaw (1975) para avaliar a disponibilidade de massa das
847 áreas. As amostras foram moídas em moinho de facas tipo Willey com peneira de 1,0
848 mm, para estimativa dos teores de PB, FDN, FDA e LDA, utilizando espectroscopia
849 de infravermelho próximo, conforme descrito por Marten *et al.* (1989). A massa de
850 forragem, a oferta de forragem verde e a taxa de lotação foram de 5,6 toneladas de
851 matéria seca (MS) /ha e 9,21 kg MS kg/PC e 0,90 unidade animal/há, respectivamente,
852 durante a recria. Os teores de PB, FDN, FDA e LDA foram de 7,8%, 68,3%, 33,3% e
853 3,2%, respectivamente.

854

855 *Manejo na terminação*

856 O período de terminação ocorreu entre maio e outubro de 2019. Após a
857 castração de todos os animais, no momento em que o peso médio de cada bloco de
858 peso corporal atingiu 450 kg, iniciou-se a fase de terminação, conforme os manejos
859 nutricionais descritos na Tabela 1 e a seguir. O peso médio de entrada na terminação
860 foi de 456 ± 30 kg de peso corporal. Nesta fase, uma área de 26,6 ha foi subdividida
861 em 6 piquetes de 4,4 ha cada. Para cada bloco utilizou-se dois piquetes, um para o
862 semiconfinamento e outro para a suplementação proteico energética. Todos os
863 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

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

890

891 *Avaliações de carcaça e qualidade de carne*

892 Os animais foram abatidos em frigorífico comercial (Naturafriq, Rochedo, MS,
893 Brasil) com sistema de Inspeção Federal, de acordo com os procedimentos
894 humanitários exigidos pela Legislação Brasileira descritos no RIISPOA (BRASIL,
895 2017). As carcaças foram divididas longitudinalmente para obtenção do peso de
896 carcaça quente (PCQ, %) e cálculo do rendimento de carcaça quente (RC, %),
897 calculado somando-se o peso das duas meias carcaças quentes e dividindo-os pelo
898 peso corporal ao abate, expresso em porcentagem. Após o abate as carcaças foram
899 resfriadas a 2°C durante 24h. Foram realizadas avaliações de escores visuais para
900 acabamento (ACAB, pontos), conformação (CONF, pontos) (BRASIL, 1989). Foram
901 realizadas avaliações de textura (TEXT, pontos), maturidade fisiológica (MAT,
902 pontos), mensurações do comprimento da carcaça (COC, cm), da profundidade
903 externa e interna (PROFE e ROFI, cm) do tórax (Muller *et al.*, 1987).

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

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

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

922 As análises de extrato etéreo (EE, %) foram realizadas seguindo o método AM
923 5-04 da AOCS (2009) com extrator automático (ANKOM XT15 Extractor, ANKOM
924 Technology, Macedonia, EUA). O Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM) foi
925 realizado utilizando a metodologia proposta por Davey e Gilbert (1969) com
926 modificações de Olson *et al* (1976); Culler *et al* (1978) e Koohmaraie (2002) descritas
927 por Ramos e Gomide (2007).

928 As amostras destinadas às análises de força de cisalhamento (FC, kg) também
929 foram avaliadas quanto às perdas por exsudação (PE, %), L*a*b*, pH e perdas por
930 cocção (PCO, %) seguindo procedimentos da AMSA (2016). As subamostras
931 cilíndricas de 1,27 cm de diâmetro foram retiradas com vazador cilíndrico acoplado a
932 uma furadeira de bancada FSB13P Pratika (Schulz S.A., Joinville, Brasil) e cisalhadas
933 utilizando equipamento mecânico tipo Warner Bratzler Shear Force (STANDARD
934 3000, Manhattan, EUA). O valor final da maciez de cada amostra foi obtido pela
935 média da FC de seis subamostras. A diferença entre a FC da amostra maturada por
936 zero e 14 dias resultou na taxa de amaciamento (AMC, %).

937

938 **Análise Estatística**

939 As análises estatísticas foram geradas utilizando o procedimento GLM do SAS
940 9.4. O modelo estatístico contemplou os efeitos fixos de bloco e tratamentos.
941 Produziram-se análises de contrastes ortogonais visando comparar métodos de
942 castração aos 350 kg (cirúrgico aos 350 kg vs. Imunocastração aos 350 kg); peso vivo
943 à imunocastração (350 vs. 400 vs. 450 kg) e estratégia nutricional (semiconfinamento
944 vs. suplementação proteico energética) para todas as características de desempenho,
945 carcaça e qualidade de carne. Adotou-se, para comparação das médias de quadrados
946 mínimos, o teste ajustado de Tukey com nível de significância de 5%.

947

948 **Resultados**

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

963 Na Tabela 3 são apresentadas as médias estimadas para as características de
964 carcaça de bovinos submetidos a diferentes métodos, pesos de castração e
965 estratégias nutricionais. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) do método de castração
966 no peso de carcaça quente, no comprimento de carcaça e na profundidade interna da
967 carcaça. Animais imunocastrados apresentaram maior peso de carcaça quente ($P <$
968 $0,05$), maior comprimento de carcaça e maior profundidade interna na carcaça, sem
969 efeitos significativos ($P > 0,05$) do método de castração nas demais características de
970 carcaça. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) do peso corporal à castração na
971 conformação da carcaça. A conformação da carcaça foi maior em animais
972 imunocastrados aos 400 e 450 kg de peso corporal quando comparados a animais
973 imunocastrados aos 350 kg de peso corporal. Houve efeito significativo da estratégia
974 nutricional ($P < 0,05$) no peso de carcaça quente, no rendimento de carcaça, na
975 conformação da carcaça, no acabamento de carcaça, na espessura de gordura
976 subcutânea e na área de olho de lombo, sendo que o semiconfinamento proporcionou
977 maiores valores para todas essas características em relação a suplementação
978 proteico energética no período de terminação.

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

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

988 imunocastração aos 350 kg de peso corporal apresentou o maior valor do componente
989 a* da gordura em relação a imunocastração aos 400 kg. O componente L* da cor do
990 músculo não maturado foi maior em animais imunocastrados aos 400 kg de peso
991 corporal em relação a animais imunocastrados aos 350 kg. Em relação ao
992 componente L* do músculo maturado observou-se que animais imunocastrados aos
993 400 kg de peso corporal apresentaram maiores valores do que animais
994 imunocastrados aos 350 kg. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) da estratégia
995 nutricional nos componentes de cor L* do músculo não maturado, b* do músculo não
996 maturado e L* do músculo maturado. Maiores valores do componente L* do músculo
997 não maturado, b* do músculo não maturado e L* do músculo maturado foram
998 observados em animais semiconfinados em relação aqueles que receberam
999 suplementação proteico energética.

1000

1001 **Discussão**

1002 *Efeito do método de castração no desempenho animal, características de carcaça e*
1003 *qualidade de carne.*

1004 Nossa hipótese de que o método de imunocastração proporciona animais com
1005 melhores ganho de peso e ganho médio diário, bem como atingem o final do período
1006 de terminação com maiores pesos ao abate, foi aceita. Ao avaliar o método de
1007 castração cirúrgica e de imunocastração, confirmamos que melhores características
1008 de desempenho são alcançadas ao se utilizar a imunocastração, visto que os animais
1009 imunocastrados obtiveram melhor ganho médio diário chegando ao final do período
1010 de recria mais pesados. A superioridade de animais imunocastrados se concretiza ao
1011 final do período de terminação com um peso corporal ao abate de 536,8 kg contra os
1012 494,8 kg alcançados pelo grupo castrado cirurgicamente

1013 O menor desempenho de animais castrados cirurgicamente comparado a
1014 animais imunocastrados pode ser explicado pelos efeitos que ocorrem durante e após
1015 o procedimento, que causam no animal dor, estresse e perda de peso (Carvalho *et*
1016 *al.*, 2011). Durante a recuperação do procedimento cirúrgico, o animal exige maiores
1017 quantidades de energia para os processos de cicatrização da incisão, enquanto que
1018 o incômodo e a dor levam a menores ingestões de alimentos, acarretando na perda
1019 de peso e menores resultados no ganho médio diário, refletindo na produção de
1020 animais mais leves (Domingues *et al.*, 2019) quando comparados a animais
1021 imunocastrados.

1022 Um dos fatos que podem estar ligados ao melhor desempenho de animais
1023 imunocastrados está na concentração sérica de testosterona, que pode ser reduzida
1024 em até 95%, sujeitando o animal a ação de uma pequena concentração no organismo,
1025 mesmo após a vacinação, contribuindo para a maior taxa de desenvolvimento
1026 (Hernandez *et al.*, 2005; Miguel, 2013; Marti *et al.*, 2015). Os trabalhos desenvolvidos
1027 por Marti *et al.* (2015) e Jago *et al.* (1995) verificaram resultados semelhantes no
1028 desempenho de animais imunocastrados com maior ganho médio diário e maior peso
1029 ao abate em relação aos castrados cirurgicamente. Nesse sentido Freitas *et al.* (2015)
1030 e Domingues *et al.* (2019) observaram que, ao se utilizar a imunocastração, houve
1031 maior ganho de peso do que na utilização do procedimento cirúrgico, como confirmado
1032 neste estudo.

1033 No entanto os trabalhos conduzidos por Jago *et al.* (1999) e Ribeiro *et al.* (2004)
1034 concluem não haver diferença no ganho médio diário entre animais imunocastrados e
1035 castrados cirurgicamente. As diferenças relatadas nestes estudos podem estar
1036 ligadas aos protocolos de peso a imunocastração e nas estratégias nutricionais
1037 adotadas em cada estudo (Marti *et al.*, 2015). Apesar dos resultados semelhantes

1038 destes autores, o trabalho desenvolvido neste estudo avaliou animais imunocastrados
1039 e castrados cirurgicamente aos 350 kg de peso corporal e terminados em
1040 semiconfinamento, diferente das propostas de Jago *et al.* (1997), Marti *et al.* (2015),
1041 Freitas *et al.* (2015) e Domingues *et al.* (2019) que trabalharam com animais
1042 imunocastrados em faixas de peso entre 250 e 360 kg de peso corporal e terminados
1043 em sistemas de pastejo ou confinamento.

1044 Outra hipótese relacionada ao efeito do método de castração neste estudo, diz
1045 respeito ao tipo de carcaça obtida de animais castrados. A hipótese era de que o
1046 método de imunocastração fosse capaz de promover características de carcaça e
1047 qualidade de carne semelhantes às de animais castrados cirurgicamente. Os
1048 resultados obtidos (Tabela 3) mostraram que a hipótese foi aceita, visto que, animais
1049 imunocastrados produziram características de carcaça semelhantes à de animais
1050 castrados cirurgicamente, alcançando os mesmos graus de acabamento, espessura
1051 de gordura subcutânea e área de olho de lombo, diferindo apenas em características
1052 relacionadas ao desenvolvimento corporal, como o peso de carcaça quente, o
1053 comprimento de carcaça e a profundidade interna da carcaça.

1054 As semelhanças nas características de carcaça entre animais imunocastrados
1055 e castrados cirurgicamente ocorrem, pois ambos os métodos promovem a redução
1056 das concentrações séricas de testosterona (Marti *et al.*, 2015), possibilitando maiores
1057 deposições de gordura na carcaça (Restle *et al.*, 2000). A imunocastração promove
1058 taxas de crescimento superiores quando comparada a animais castrados
1059 cirurgicamente, que por consequência, geram carcaças mais pesadas (Jago *et al.*,
1060 1997). Nos estudos desenvolvidos por Amatayakul-Chantler *et al.* (2013), Perez-
1061 Linares *et al.* (2017) e Machado *et al.* (2018) observou-se que a imunocastração
1062 resultou em maiores pesos de carcaça quente em animais terminados em sistemas

1063 de confinamento, por outro lado Amatayakul-Chantler *et al.* (2013) obtiveram maiores
1064 pesos de carcaça para animais terminados em pastejo. Apesar dos autores utilizarem
1065 sistemas de terminação e pesos de castração diferentes deste estudo, observou-se
1066 que a imunocastração promoveu características de carcaças semelhantes ou
1067 superiores a castração cirúrgica em ambos os trabalhos.

1068 No entanto, Jago *et al.* (1999), Ribeiro *et al.* (2004) e Moreira *et al.* (2017) não
1069 encontraram diferenças no peso de carcaça quente entre animais imunocastrados e
1070 castrados cirurgicamente. Estes resultados podem estar ligados ao sistema de
1071 terminação a pasto, que pode não ser suficiente para que essas características sejam
1072 observadas, quando comparados a sistemas de confinamento e e de suplementação
1073 a pasto na terminação.

1074 Os menores valores de peso de carcaça quente, comprimento de carcaça e
1075 profundidade interna da carcaça em animais castrados cirurgicamente supõem um
1076 atraso no desenvolvimento corporal, provocado pela ausência da testosterona, que
1077 no animal é responsável por promover maior desenvolvimento do tecido muscular
1078 (Galvão *et al.*, 1991). O comprimento de carcaça é normalmente associado ao
1079 crescimento ósseo do animal (Ribeiro *et al.*, 2004), a perda de peso e de desempenho
1080 na castração cirúrgica levam a produção de animais menores e conseqüentemente
1081 carcaças mais leves do que as de animais imunocastrados.

1082 Em estudos desenvolvidos por Ribeiro *et al.* (2004) e Miguel *et al.* (2013), não
1083 foram observadas diferenças no comprimento de carcaça entre animais
1084 imunocastrados e castrados cirurgicamente. As diferenças entre o comprimento de
1085 carcaça deste estudo e dos estudos de Ribeiro *et al.* (2004) e Miguel *et al.* (2013)
1086 podem estar relacionadas ao peso de castração e idade ao abate (entre 22 e 28
1087 meses), haja visto que neste trabalho os animais foram abatidos com idade média de

1088 35 meses. A baixa concentração de testosterona mesmo após a imunocastração
1089 (Miguel *et al.*, 2013; Marti *et al.*, 2015) pode ter levado ao desenvolvimento corporal
1090 de regiões anatômicas características de animais não castrados, como observado na
1091 maior profundidade interna da carcaça. Medidas na carcaça, tal como como a
1092 profundidade interna, estão relacionadas ao desenvolvimento de tecidos como osso e
1093 músculo, send que animais imunocastrados apresentam maiores proporções de
1094 tecido muscular em relação a castrados cirurgicamente pela ação hormonal da
1095 testosterona podendo resultar em carcaças mais musculosas e profundas (Freitas *et*
1096 *al.*, 2008). Por ser uma categoria intermediária entre animais não castrados e
1097 castrados, animais imunocastrados podem desenvolver regiões corporais ligadas a
1098 características sexuais secundárias como a região dianteira no animal (Moreira *et al.*,
1099 2017).

1100 Como esperado, animais imunocastrados apresentaram características de
1101 qualidade de carne semelhantes às de animais castrados cirurgicamente. Os
1102 resultados demonstram haver apenas uma diferença na cor da gordura entre animais
1103 imunocastrados e castrados cirurgicamente, com maior luminosidade na cor da
1104 gordura após o resfriamento em animais do método cirúrgico. O maior valor do
1105 componente b^* , referente a intensidade da cor amarela da gordura, observado em
1106 animais imunocastrados, pode estar relacionado a ingestão de forragens, ricas em
1107 carotenos (Kalač, 2011).

1108 Dos trabalhos que avaliaram o efeito da castração cirúrgica e da
1109 imunocastração na qualidade da carne, apenas Amatayakul-Chantler *et al.* (2013)
1110 avaliaram a cor da gordura e observarem que não houve diferença na luminosidade e
1111 nos componentes a^* e b^* da cor da gordura, em sistema de terminação a pasto. Ao
1112 avaliarem animais castrados, não castrados e fêmeas, terminados em confinamento,

1113 Fernandes *et al.* (2008) observaram que não houve diferença nos componentes L*, a*
1114 e b* da cor gordura entre as diferentes condições sexuais, mas sim em relação ao
1115 componente b* da gordura pelo consumo de uma dieta rica em pigmentos
1116 carotenoides oriundos da cana-de-açúcar.

1117

1118 *Efeito do peso à castração no desempenho animal, características de carcaça e*
1119 *qualidade de carne.*

1120 Ao avaliar o peso corporal à castração, a hipótese neste estudo era de que
1121 haveria diferenças no desempenho e nas características de carcaça ao se
1122 imunocastrar animais aos 350, 400 e 450 kg de peso corporal, com menores valores
1123 de acabamento em animais imunocastrados ao 450 kg. Os resultados encontrados
1124 para o desempenho rejeitam esta hipótese, visto que, não houve diferença no ganho
1125 médio diário e no peso corporal ao final dos períodos de recria e terminação em
1126 animais imunocastrados em diferentes pesos. O fato da imunocastração realizada aos
1127 350, 400 e 450 kg de peso corporal não afetar o desempenho animal, pode estar
1128 relacionado ao desenvolvimento linear do animal, por não haver retrocessos de ganho
1129 de peso, ou seja, sem alterações no desempenho.

1130 Além disso, os três pesos à imunocastração podem ter permitido a ação
1131 contínua de uma pequena porcentagem de testosterona no organismo do animal
1132 (Marti *et al.*, 2015), contribuindo para resultados semelhantes de ganho médio diário
1133 e peso ao abate. Dentre os levantamentos bibliográficos realizados, não foram
1134 encontrados trabalhos que comparassem animais imunocastrados em faixas de peso
1135 semelhantes a este estudo (Jago *et al.*, 1995; Jago *et al.*, 1999; Ribeiro *et al.*, 2004;
1136 Amatayakul-Chantler *et al.*, 2013; Freitas *et al.*, 2015; Marti *et al.*, 2015; Gomez *et al.*,
1137 2017; Moreia *et al.*, 2017; Pérez-Linares *et al.*, 2017; Machado *et al.*, 2018; Domingues

1138 *et al.*, 2019). Apenas o estudo de Ripoll *et al.* (2018) avaliou animais imunocastrados
1139 em pesos leves (178 kg) e pesados (330 kg), aos nove meses de idade, com
1140 terminação a pasto. Assim como neste estudo, Ripoll *et al.* (2018) não observaram
1141 diferença no ganho médio diário de animais imunocastrados em diferentes pesos, mas
1142 houve uma diferença em relação ao peso ao abate, em que os autores observaram o
1143 maior peso ao abate em animais imunocastrados aos 330 kg.

1144 As características de carcaça de animais imunocastrados aos 350, 400 e 450
1145 kg de peso corporal encontradas neste estudo (Tabela 3), rejeitam a hipótese de que
1146 a imunocastração realizada mais tardiamente resulta em menor acabamento de
1147 carcaça, uma vez que o acabamento de carcaça e a espessura de gordura subcutânea
1148 foram iguais para as três categorias de peso à castração. A maior conformação
1149 observada em animais imunocastrados aos 400 e 450 kg de peso corporal levanta a
1150 hipótese que o maior tempo de exposição à ação da testosterona em animais
1151 imunocastrados mais tardiamente, resulta em maior desenvolvimento muscular,
1152 levando a melhores conformações. Por ser uma medida que estima o
1153 desenvolvimento muscular, animais que apresentam maiores valores de conformação
1154 terão maiores quantidades de músculo na carcaça (Felício, 1999; Gomide e Miranda,
1155 2013), podendo aumentar o rendimento de cortes comerciais, o que é benéfico do
1156 ponto de vista econômico. Estudos de Ripoll *et al.* (2018) não estão de acordo com
1157 este trabalho, pois ao avaliarem animais imunocastrados leves (178 kg) e pesados
1158 (330 kg) não encontraram diferenças na conformação, o que pode estar relacionado
1159 à jovem idade ao abate (14 meses).

1160 Os valores de luminosidade da carne nos diferentes pesos de imunocastração,
1161 encontrados neste estudo estão de acordo com as variações de luminosidade
1162 descritas por Muchenje *et al.* (2009) entre 33,2 e 41,0. Estudos de Miguel *et al.* (2013)

1163 observaram que animais imunocastrados e castrados cirurgicamente, apresentam
1164 maior luminosidade e intensidade da cor vermelha do que animais não castrados. A
1165 literatura é escassa quanto a informações sobre características de carcaça e
1166 qualidade de carne em animais imunocastrados em diferentes pesos, o que não
1167 permite maiores comparações.

1168

1169 *Efeito da estratégia nutricional no desempenho animal, características de carcaça e*
1170 *qualidade de carne.*

1171 As hipóteses abordadas para a estratégia nutricional tiveram o objetivo de
1172 entender a relação do sistema de terminação em animais imunocastrados em que
1173 poderia haver piores resultados de desempenho animal e características de carcaça
1174 ao utilizar a suplementação proteico-energética em relação ao semiconfinamento. A
1175 hipótese era de que a utilização da suplementação proteico-energética na fase de
1176 terminação de animais imunocastrados não seria suficiente para promover um
1177 acabamento de carcaça satisfatório e maior ou igual ao obtido na terminação em
1178 semiconfinamento.

1179 Os resultados observados neste estudo aceitam esta hipótese. A
1180 suplementação proteico-energética resultou em menor ganho médio diário,
1181 produzindo animais mais leves ao final da fase de terminação quando comparado ao
1182 sistema de semiconfinamento. O melhor desempenho animal observado em animais
1183 terminados em semiconfinamento, pode ser explicado pelo maior fornecimento de
1184 nutrientes e energia nessa estratégia nutricional. Além disso o aumento da quantidade
1185 de suplemento ofertado resulta em aumento do peso corporal (Baroni *et al.*, 2010),
1186 atendendo as demandas produtivas do animal resultando em animais mais pesados
1187 ao final da terminação. A fase de terminação neste estudo foi realizada no período de

1188 seca, que se caracteriza como um período com baixa digestibilidade e disponibilidade
1189 de energia e proteína bruta nas pastagens, podendo não atender as exigências
1190 nutricionais de manutenção e produção (Caton e Dhuyvetter, 1997). A suplementação
1191 no período de seca eleva o crescimento de microrganismos no rúmen, fazendo com
1192 que haja melhoria na fermentação microbiana e maior aproveitamento das forragens.
1193 Além disso a proteína bruta vinda da suplementação leva a um aumento da população
1194 microbiana, disponibilizando maiores quantidades de proteína microbiana para ser
1195 aproveitada pelo animal (Sales *et al.*, 2011; Bento *et al.*, 2019).

1196 Neste estudo foi observado que a suplementação proteico-energética
1197 proporcionou ganho de peso ao longo da terminação, evitando retrocessos no peso
1198 corporal durante o período de seca. Apesar de proporcionar ganho de peso, este foi
1199 inferior comparado ao semiconfinamento. Os levantamentos bibliográficos
1200 relacionados a estratégias nutricionais em animais imunocastrados que avaliaram a
1201 suplementação proteico-energética e o semiconfinamento são escassos. Os estudos
1202 encontrados utilizaram sistemas de terminação a pasto e confinamento, comparando
1203 animais não castrados, castrados cirurgicamente e imunocastrados (Jago *et al.*, 1997;
1204 Jago *et al.*, 1999; Ribeiro *et al.*, 2004; Amatayakul-Chantler *et al.*, 2013; Freitas *et al.*,
1205 2015; Marti *et al.*, 2015; Gomez *et al.*, 2017; Moreia *et al.*, 2017; Pérez-Linares *et al.*,
1206 2017; Machado *et al.*, 2018; Domingues *et al.*, 2019). Diferentemente, as estratégias
1207 nutricionais deste estudo compararam o efeito da suplementação proteico-energética
1208 e do semiconfinamento em bovinos imunocastrados aos 450 kg de peso corporal.

1209 Os resultados para as características de carcaça observados neste estudo
1210 suportam aceitar a hipótese de que a suplementação proteico-energética, nas
1211 quantidades oferecidas neste estudo, não é suficiente para promover um acabamento
1212 mínimo de três milímetros de espessura de gordura subcutânea na carcaça, visto que

1213 na suplementação proteica energética a carcaça foi classificada com acabamento de
1214 2,17 (pontos) e espessura de gordura subcutânea média de 2,5 mm em relação ao
1215 acabamento 2,69 e 4,5 mm de espessura de gordura subcutânea de animais
1216 terminados em semiconfinamento. A menor deposição de gordura na carcaça de
1217 animais imunocastrados terminados em sistema de pastejo recebendo
1218 suplementação proteico-energética pode ser explicada pelo menor nível de
1219 suplementação (0,32% do peso corporal) adotado neste sistema, em conjunto com as
1220 condições de baixa disponibilidade de energia nas pastagens em relação ao
1221 semiconfinamento.

1222 Os maiores valores de acabamento de carcaça e espessura de gordura
1223 subcutânea no semiconfinamento são explicados pelo maior nível de suplementação
1224 (1,48% do peso corporal) neste sistema. Conseqüentemente, a maior quantidade de
1225 ração ofertada no semiconfinamento proporcionou aos animais maiores quantidades
1226 de energia, promovendo maior deposição de gordura na carcaça, visto que a
1227 densidade energética afeta (Silveira *et al*, 2009) essa deposição de gordura. Os
1228 maiores valores encontrados para o peso de carcaça quente de animais
1229 imunocastrados terminados em semiconfinamento pode ser explicado pelo maior peso
1230 ao abate, causado pelo maior fornecimento de nutrientes em relação aos animais
1231 que receberam suplementação proteico-energética. A correlação positiva entre o
1232 aumento do nível de suplementação e ao ganho de peso (Bento *et al.*, 2019) promove
1233 maior peso ao abate que, por consequência, gera carcaças mais pesadas.

1234 O maior rendimento de carcaça observado em animais imunocastrados
1235 terminados em semiconfinamento quando comparado ao rendimento de carcaça dos
1236 animais que receberam a suplementação proteico-energética pode ser explicado pelo
1237 tipo de alimento consumido. No semiconfinamento, os animais consumiram cerca de

1238 7,91 kg/dia/animal de ração, enquanto na suplementação proteico-energética os
1239 animais consumiram 1,64 kg/dia/animal de ração. O maior consumo de alimentos com
1240 alta digestibilidade diminui o conteúdo gastrointestinal, resultando em maiores
1241 rendimentos (Ribeiro *et al.*, 2001; Menezes *et al.*, 2014), como observado no
1242 semiconfinamento. Visto que a conformação da carcaça e área de olho de lombo são
1243 indicativos dos graus de musculosidade, melhores resultados observados em animais
1244 imunocastrados terminados em semiconfinamento podem estar relacionados ao maior
1245 consumo de ração. Maiores ingestões de nutrientes, disponibilizam no organismo
1246 quantidades mais elevadas de energia e proteína que passam a ser utilizadas para o
1247 desenvolvimento dos tecidos musculares e adiposos (Reis *et al.*, 2012).

1248 Ao avaliarem machos castrados suplementados nos níveis de 0,5% e 1,0%,
1249 Menezes *et al.* (2014) observaram melhores resultados para rendimento de carcaça e
1250 conformação em animais suplementados a 1,0% do peso corporal. Apesar da
1251 diferença no nível de suplementação utilizado por estes autores, pode-se observar
1252 que o maior nível de suplementação proporcionou melhores resultados de
1253 conformação da carcaça, assim como observado no presente estudo, em que o maior
1254 nível de suplementação do semiconfinamento (1,48%) resultou em maior
1255 conformação quando comparado a suplementação proteico-energética de 0,32%.
1256 Estudo de Bento *et al.* (2019) avaliando machos não castrados terminados a pasto
1257 recebendo dois níveis de suplementação, 1,2% e 1,8% do peso corporal, observaram
1258 que a suplementação de 1,8% proporcionou maior área de olho do lombo ao final do
1259 período e maior espessura de gordura subcutânea quando comparada ao nível de
1260 1,2% e não observaram diferença na conformação da carcaça.

1261

1262 **Conclusão**

1263 O método de castração afeta o desempenho e o peso ao abate, sem alterar a
1264 qualidade da carcaça e da carne. Na faixa avaliada, o peso à imunocastração não
1265 afeta as variáveis de desempenho, carcaça e carne. O semiconfinamento favorece a
1266 produção de animais mais pesados e com melhores características de carcaça em
1267 animais imunocastrados de forma tardia. Caso o sistema de produção de bovinos de
1268 corte em pastejo envolva a castração de machos, recomenda-se o uso da
1269 imunocastração aos 450 kg de peso corporal e a adoção de semiconfinamento na
1270 terminação.

1271

1272 **Agradecimentos**

1273 CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -
1274 Código de financiamento. 001) pela bolsa de estudos, Universidade Federal de Mato
1275 Grosso do Sul, Embrapa Gado de Corte (Centro Nacional de Pesquisa em Gado de
1276 Corte), ao Naturafrig Alimentos Unidade 2 (Rochedo-MS) e Connan Nutrição Animal
1277 pelo fornecimento de suplementos nutricionais.

1278

1279 **Declaração de interesse**

1280 Não há conflitos de interesses a declarar.

1281

1282 **Comitê de ética**

1283 Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Cuidado e Uso de
1284 Animais do Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Corte - Embrapa Gado de Corte
1285 (Processo nº 007/2015).

1286

1287 **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, Cattelam 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 Nelore 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 (Nelore) 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 / P>F ²		
	CC/ SC		IMUNO/SC		IMUNO/PE		MC	PCA	EN
	350 kg PC	350 kg PC	400 kg PC	450 kg PC	450 kg PC				
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.

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 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.

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
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
<hr/>									
14 dias de maturação									
<hr/>									
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.