



Características de carcaça e carne de novilhos Aberdeen Angus submetidos à castração cirúrgica ou imunológica

[*Carcass characteristics and meat of Aberdeen Angus steers submitted to surgical or immunological castration*]

D.S. Machado, D.C. Alves Filho, F.M. Argenta, I.L. Brondani, A.F.P. Viana, R.S. Volpatto, L.M. Oliveira, J.L. Klein, A.F. Moura, J.J. N. Frasson

Universidade Federal de Santa Maria - Santa Maria, RS

D.S. Machado
<https://orcid.org/0000-0002-2406-280X>
D.C. Alves Filho
<https://orcid.org/0000-0003-2559-7504>
F.M. Argenta
<https://orcid.org/0000-0002-0150-6607>
I.L. Brondani
<https://orcid.org/0000-0002-6526-3042>
A.F.P. Viana
<https://orcid.org/0000-0002-6757-7360>
R.S. Volpatto
<https://orcid.org/0000-0001-7970-5852>
L.M. Oliveira
<https://orcid.org/0000-0003-2813-5196>
J.L. Klein
<https://orcid.org/0000-0001-8337-4152>
A.F. Moura
<https://orcid.org/0000-0001-8078-6813>
J.J. N. Frasson
<https://orcid.org/0000-0002-4680-8246>

RESUMO

Objetivou-se avaliar as características de carcaça e carne de novilhos Aberdeen Angus castrados cirurgicamente em duas idades ou imunocastrados com dois protocolos. Foram utilizados 48 bezerros, monitorados a partir do nascimento e desmamados, com idade e peso médio inicial de seis meses e de $160 \pm 16,54$ kg, respectivamente. Os animais foram distribuídos aleatoriamente nos seguintes tratamentos: castração cirúrgica ao nascer; castração cirúrgica ao desmame; imunocastração com três doses da vacina Bopriva[®] e imunocastração com quatro doses da vacina Bopriva[®]. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso. Novilhos imunocastrados com três doses apresentaram maior quebra ao resfriamento e menor espessura de gordura ajustada para 100kg de carcaça fria que castrados cirurgicamente ao nascer ($P < 0,05$). A imunocastração com três doses proporcionou incremento na participação de músculo, em relação às castrações cirúrgicas, mas reduziu a gordura em relação à castração cirúrgica ao nascimento ($P < 0,05$). A relação músculo:osso foi superior nos imunocastrados com três doses em relação a castrados cirurgicamente no desmame ($P < 0,05$). Apesar de variações na participação tecidual na carcaça, a castração imunológica mostrou-se viável em substituição à castração cirúrgica, não alterando os padrões qualitativos da carne.

Palavras-chave: maciez da carne, métodos de castração, peso de abate, peso de carcaça

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the carcass and meat characteristics of Aberdeen Angus steers surgically castrated at two ages or immunocastrated with two protocols. Forty-eight calves we used, monitored from birth and weaned, with age and initial mean weight of six months and 160 ± 16.54 kg, respectively. The animals were randomly assigned to the following treatments: surgical castration at birth; surgical castration at weaning; immunocastration with three doses of the Bopriva[®] vaccine and immunocastration with four doses of the Bopriva[®] vaccine. The experimental design was completely randomized. Immunocastrated steers with three doses had a greater cooling break and lower fat thickness adjusted for 100kg of cold carcass than surgically castrated at birth ($P < 0.05$). Immunocastration with three doses provided an increase in muscle participation in relation to surgical castration but reduced fat in relation to surgical castration at birth ($P < 0.05$). The muscle:bone ratio was higher in the immunocastrated with three doses compared to surgically castrated at weaning ($P < 0.05$). Despite variations in tissue involvement in the carcass, the immunological castration proved to be viable to replace surgical castration, not changing the quality of the meat standards.

Keywords: carcass weight, meat tenderness, methods of castration, slaughter weight

INTRODUÇÃO

A produção de bovinos de corte no Brasil passa por constantes transformações, cujos objetivos são maiores índices produtivos, valorização do produto cárneo, abertura de novos mercados, bem como práticas de criação voltadas ao bem-estar animal para melhorar a imagem do sistema produtivo junto aos consumidores. Além do bem-estar dos animais, a atração dos produtos cárneos pelos consumidores passa também pelos fatores relacionados às características da carcaça e da carne, características essas que sofrem grandes influências das práticas de manejo.

Em bovinos machos, por exemplo, um dos principais fatores que afetam as características quantitativas e qualitativas da carcaça é a condição sexual dos animais. Um dos principais objetivos da castração é a produção de carcaças de melhor qualidade, devido à maior deposição de gordura de cobertura que protege a carcaça no resfriamento, produzindo carne mais macia, com textura mais fina e sabor mais agradável ao paladar (Janett *et al.*, 2012). Apesar de se conhecer as vantagens da castração, ainda existem muitas controvérsias quanto à melhor faixa etária para realização desse manejo, bem como quanto ao método mais adequado. De acordo com Restle *et al.* (1994), as idades preconizadas variam desde o nascimento até poucos meses antes do abate, porém os autores citam que, quando realizadas em idades pré-púberes, existe tendência de desenvolvimento semelhante dos animais, por não ocorrer aproveitamento dos hormônios androgênicos. Entretanto, quanto mais avançada for a idade no momento da castração, maiores serão o estresse e o trauma causados aos animais pela técnica da castração (Mellor *et al.*, 1991).

Quanto ao método de castração, o procedimento cirúrgico tem sido questionado, do ponto de vista ético, na exploração de animais de produção, por ser realizado em muitos casos sem uso de analgesia e em condições precárias de higiene e manejo. Diante dessa situação, a imunocastração surge como uma alternativa, a qual pode ser caracterizada pela inibição da produção do hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) e, conseqüentemente, pela supressão da produção de LH e testosterona, com a perda da função testicular (Amataiakul-Chantler *et al.*, 2012). Sua utilização justifica-se pelo fato de não infringir

dor aguda e desconforto aos bovinos, quando em relação à castração cirúrgica (Marti *et al.*, 2015). Alguns estudos têm sido desenvolvidos visando avaliar os efeitos dos métodos de castração, castração imunológica ou cirúrgica, sobre características de carcaça e carne em bovinos de corte (Amataiakul-Chantler *et al.*, 2013; Miguel *et al.*, 2014; Freitas *et al.*, 2015). Todavia, nesses estudos, os dois métodos de castrações foram aplicados em períodos imediatamente anteriores à fase de engorda, logo em bovinos com idade pós-púbere.

Entretanto, em algumas propriedades, com maior ênfase à região Sul do Brasil, a castração é realizada em idade pré-puberal (concomitante à desmama), fato que pode dificultar a adoção da imunocastração, devido ao efeito temporário, definido pelo período de ação. Isso porque exigiria protocolos com mais de duas aplicações até o abate do animal imunocastrado, aumentando custos de produção. Por outro lado, dadas as questões éticas citadas anteriormente, faz-se necessário avaliar protocolos de imunocastração para bovinos em idades pré-púberes, como alternativa menos invasiva, em relação ao procedimento cirúrgico. Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar as características da carcaça e a qualidade da carne de novilhos castrados cirurgicamente em duas idades (nascer ou desmame) ou imunocastrados com três ou quatro doses.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi analisado e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Santa Maria, protocolado sob o nº. 6976300415. O estudo foi realizado na fazenda Paineiras, situada no município de São Vicente do Sul – RS. Foram utilizados 48 bezerros da raça Aberdeen Angus, monitorados a partir do nascimento, permanecendo ao pé da vaca até o desmame. O nascimento dos bezerros ocorreu entre os meses de setembro e novembro. Na ocasião do desmame, os bezerros apresentavam idade média de seis meses e peso médio de $160 \pm 16,54$ kg. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em quatro tratamentos, sendo: castração cirúrgica ao nascer; castração cirúrgica à desmama; castração imunológica com três doses de imunocastrador bovino (Bopriva®; análogo de GnRF, com proteína carreadora; Zoetis; Austrália) no sexto,

nono e 14º meses de idade; castração imunológica com quatro doses de imunocastrador bovino (Bopriva®; análogo de GnRF, com proteína carreadora; Zoetis; Austrália) no sexto, sétimo, 10º e 15º meses de idade.

A primeira aplicação de imunocastrador bovino (dia 1 dos protocolos) foi realizada na mesma data da castração cirúrgica ao desmame. A partir daí, os animais imunocastrados com três doses receberam o reforço da vacina nos dias 90 e 242, após a primeira imunização, enquanto os imunocastrados com quatro doses foram imunizados 30, 120 e 270 dias após a primeira dose. Os protocolos de imunocastração foram definidos visando à castração pré-púbere e ao abate entre 18 e 19 meses, avaliando-se números necessários de doses e idade à castração definitiva. De acordo com o fabricante, para o animal ser considerado imunocastrado, fazem-se necessárias duas aplicações de imunocastrador bovino (dose + reforço), com supressão da testosterona entre sete e 14 dias após o reforço e período de ação variando conforme o intervalo entre dosagens.

Todas as vacinações com imunocastrador bovino foram realizadas do lado esquerdo do pescoço, por via subcutânea, na dosagem de 1mL por animal, realizada por médico veterinário habilitado pela fabricante do produto. Os procedimentos cirúrgicos foram executados por médico veterinário. A contenção dos bezeros castrados ao nascimento foi feita manualmente, enquanto a contenção dos castrados ao desmame foi realizada em tronco de contenção. Em ambos os grupos, após a constatação dos testículos na bolsa escrotal, aplicou-se anestesia com lidocaína a 2%, na dosagem de 6mg kg⁻¹ de peso corporal. Após esse procedimento, foi realizada a incisão da pele e foram expostos os testículos para secção destes com auxílio de bisturi esterilizado em solução de iodo; posteriormente, foi executada ligadura dos cordões espermáticos com fio de sutura. Foram aplicados também uma pomada cicatrizante e repelente no local da incisão e, por via subcutânea, um endectocida injetável de amplo espectro, à base de doramectina a 1%, na dosagem de 1mL 50kg⁻¹ de peso corporal, que também foi utilizado nos animais dos tratamentos não cirúrgicos.

Todos os animais permaneceram sempre juntos, submetidos às mesmas condições nutricionais, sanitárias e ambientais, desde o nascimento até o abate. Durante a fase de aleitamento, os animais permaneceram ao pé da mãe, onde o conjunto vaca/bezerro permaneceu em pastagem natural, recebendo suplementação mineral à vontade. Após o desmame, realizado em 17 de abril, iniciou-se a fase de recria dos animais, que foram mantidos exclusivamente em pastagem de aveia preta (*Avena strigosa* Shreb.) + azevém (*Lolium multiflorum* Lam.).

Na fase de terminação, compreendida de 23 de outubro a 22 de maio, os animais permaneceram em duas áreas de pastagem natural, submetidos ao pastejo rotacionado, onde o rodízio de piquetes ocorreu a cada 30 dias. Nessa fase, os novilhos foram suplementados com ração (Tab. 1), na ordem de 1kg 100kg⁻¹ de peso corporal, com base na matéria seca, ofertada uma única vez ao dia, às oito horas. Foi utilizada uma ração comercial, composta por: milho, farelo de soja, farelo de arroz, ureia, cloreto de sódio e fosfato bicálcico.

Tabela 1. Composição bromatológica da ração comercial

Nutrientes	Matéria seca
Matéria seca ¹	903,1
Proteína bruta ²	168,0
Extrato etéreo ²	107,6
Fibra detergente neutro ²	176,8
Fibra detergente ácido ²	158,7
Nutrientes digestíveis totais ²	767,3

¹g kg⁻¹ de matéria natural; ²g kg⁻¹ de matéria seca.

A carga animal média foi de 967,69kg peso corporal ha⁻¹, em cada piquete, durante os períodos de pastejo. O abate foi predeterminado para quando os animais atingissem peso de carcaça quente estimado em 200kg, considerando-se rendimento de carcaça quente entre 53 e 54%, com base no peso vivo. Todos os novilhos foram abatidos juntos, aos 19 meses de idade. O transporte dos animais até o frigorífico teve tempo decorrido de duas horas, em uma distância de 90km.

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial com inspeção estadual. Previamente ao abate, foram pesados individualmente antes de serem embarcados para o frigorífico, após jejum de sólidos e líquidos de 12 horas, obtendo-se o peso de abate. Após o abate, as duas metacarcaças foram identificadas e pesadas para obtenção do peso de carcaça quente. Em seguida, foram resfriadas por 24h, com temperatura oscilando entre 0°C e 1°C, sendo novamente pesadas para obtenção do peso de carcaça fria. Por meio desses parâmetros, foi possível determinar os rendimentos de carcaça quente e fria, assim como a quebra ao resfriamento. A meia-carcaça esquerda foi separada nos cortes comerciais primários: dianteiro, costilhar e serrote traseiro, para posterior determinação da participação em relação à carcaça fria.

Na meia-carcaça direita, entre a 12ª e a 13ª costela, realizou-se um corte horizontal visando expor o músculo *Longissimus dorsi*, para traçar o seu contorno em papel vegetal e posteriormente determinar a área de *Longissimus dorsi* (ALD). No mesmo local, foi medida a espessura de gordura subcutânea (EGS), obtida pela média de três observações. Ambas as variáveis ALD e EGS foram ajustadas para 100kg de carcaça fria, pela seguinte fórmula: $Y = X \cdot 100 / PCF$, em que: Y = variável ajustada, X = valor observado para ALD ou EGS, e PCF = peso de carcaça fria.

Ainda na meia-carcaça direita, foi retirada uma seção entre a 10ª e 12ª costelas (seção HH), obtida para dissecação e predição das proporções dos tecidos muscular, adiposo e ósseo na carcaça, segundo metodologia descrita por Hankins e Howe (1946). Após a dissecação desses tecidos, a porção correspondente ao músculo *Longissimus dorsi* foi identificada, embalada a vácuo e imediatamente congelada a -18°C para posterior determinação das características sensoriais. Das amostras congeladas, foram extraídas duas fatias (A e B) de 2,5cm de espessura, em que, na fatia A, foram determinadas as perdas ao descongelamento e à cocção (Müller, 1987). Nessa mesma fatia, após o cozimento, foram retiradas seis amostras no sentido longitudinal às fibras musculares, e, em cada uma, foram realizadas duas leituras pelo aparelho Warner Bratzler Shear, para determinar da força de cisalhamento. Na fatia B, por meio de um painel de oito degustadores treinados, foi realizada a avaliação sensorial da carne

(maciez, palatabilidade e suculência) conforme metodologia de Müller (1987).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e 12 repetições. Os dados coletados foram testados quanto à normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk. Em seguida, foram submetidos à análise de variância pelo teste F, por meio do PROC GLM. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de significância. As variáveis dependentes foram submetidas à análise de correlação de Pearson mediante o PROC CORR. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico SAS® Studio University Edition, versão 3.5. O modelo matemático empregado na análise de variância foi:

$Y_{jk} = \mu + \tau_j + \varepsilon_{jk}$, em que: Y_{jk} = variáveis dependentes; μ = média de todas as observações; τ_j = efeito do j-ésimo tratamento na k-ésima repetição; ε_{jk} = erro aleatório residual.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O peso de abate, os pesos de carcaça quente e fria e os rendimentos de carcaça quente e fria foram similares entre os grupos estudados ($P > 0,05$) (Tab. 2).

A similaridade para essas características demonstra que, apesar das diferenças na idade de castração ou do método de realização dela, os novilhos apresentaram desenvolvimento semelhante e chegaram ao abate sem diferenças significativas de peso vivo e de carcaça. A semelhança no peso de abate foi atributo determinante para a semelhança nos pesos de carcaça e conseqüentemente nos rendimentos de carcaça. Isso porque a elevação no peso de abate reflete em incremento no peso de carcaça, dada à correlação existente entre essas variáveis. Neste estudo, a correlação entre peso de abate e peso de carcaça, em ambas as formas em que foi expressa, foi de 0,95 ($P < 0,0001$). Dessa forma, a imunocastração com a dosagem definitiva aos sete ou nove meses não altera características de maior relevância, na relação produtor/indústria no momento da comercialização. Com relação à condição sexual em bovinos machos, a ação de hormônios androgênicos, principalmente testosterona, é fator promotor de alterações no crescimento animal (Moletta *et al.*, 2014) e nas características de carcaça (Freitas *et al.*, 2008).

Tabela 2. Peso de abate, de carcaças quente e fria, rendimentos de carcaças quente e fria, índice de quebra ao resfriar, espessura de gordura subcutânea e área do músculo *Longissimus dorsi* de novilhos submetidos à castração cirúrgica ou imunológica

Variáveis	Castração				Erro-padrão	P valor
	Cirúrgica		Imunológica			
	Nascer	Desmame	3 doses ¹	4 doses ¹		
Peso de abate, kg	379,54	353,83	382,88	372,50	10,14	0,1945
Peso de carcaça quente, kg	206,20	190,55	203,70	201,05	5,36	0,1936
Peso de carcaça fria, kg	201,95	186,19	198,90	196,56	5,29	0,1874
Rendimento de carcaça quente, %	54,25	53,93	53,26	54,00	0,47	0,5121
Rendimento de carcaça fria, %	53,13	52,69	52,00	52,80	0,47	0,3960
Quebra ao resfriar, %	2,06 ^b	2,29 ^{ab}	2,37 ^a	2,23 ^{ab}	0,06	0,0065
² EGS, mm	2,26	1,81	1,61	1,84	0,20	0,0711
³ EGS 100 kg ⁻¹ CF	1,12 ^a	0,95 ^{ab}	0,79 ^b	0,91 ^{ab}	0,09	0,0371
⁴ ALD, cm ²	58,89	61,80	66,00	64,02	2,43	0,2109
⁵ ALD, 100 kg ⁻¹ CF	29,29	33,35	33,25	32,82	1,24	0,0777

Médias seguidas na linha com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ¹Aplicação de imunocastrador bovino (Bopriva®; análogo de GnRF, com proteína carreadora; Zoetis; Austrália). P valor – probabilidade. ²Espessura de gordura subcutânea. ³Espessura de gordura subcutânea ajustada para 100kg de carcaça fria. ⁴Área de *Longissimus dorsi*. ⁵Área de *Longissimus dorsi* ajustada para 100kg de carcaça fria.

Os resultados do presente trabalho corroboram os de Moreira *et al.* (2015), que observaram similaridade para peso de abate e peso e rendimento de carcaça quente, entre animais castrados cirurgicamente e imunocastrados, com vacina de mesmo princípio ativo utilizada no presente trabalho. Os autores citados acima atribuíram o resultado obtido ao fato de a condição de castração ter sido eficiente em ambos os métodos, não havendo modificações significativas na fisiologia hormonal, embora, ao contrário do presente trabalho, tenham realizado as castrações em idade pós-púbere.

Verificou-se (Tab. 2) que a quebra ao resfriamento foi superior nos animais imunocastrados com três doses, em relação aos castrados cirurgicamente ao nascer (P<0,05). A quebra existente entre os pesos de carcaça fria e quente é representada pela perda de líquidos por gotejamento e evaporação durante o resfriamento na câmara fria, estando geralmente associada à quantidade de gordura de cobertura. A espessura de gordura subcutânea, expressa em mm (Tab. 2), foi similar entre as estratégias de castração avaliadas neste estudo (P>0,05), situando-se abaixo do preconizado pelos frigoríficos brasileiros, que fica entre 3 e 6mm. Todavia, quando ajustada para 100kg de carcaça fria, a espessura de gordura dos castrados ao nascimento foi superior aos animais que receberam três doses da vacina de imunocastração (P<0,05), enquanto os outros

dois grupos tiveram comportamento similar aos dois anteriormente citados.

A pouca gordura de cobertura na carcaça, observada no presente estudo, pode ser atribuída ao fato de os animais terem sido terminados em pastagem natural, em que, nos meses de fevereiro a maio (mês em que ocorreu o abate), já ocorre uma diminuição no valor nutricional do pasto, havendo, dessa forma, um déficit na ingestão de energia, apesar do uso de suplementação. Rosito *et al.* (1991), ao avaliarem a pastagem natural na mesma região fisiográfica e com composição de espécies semelhante à do presente trabalho, observaram que, apesar de boa disponibilidade de forragem, os valores nutricionais no período de outono não eram adequados às exigências de bovinos em fase de crescimento/terminação.

No presente estudo, houve correlação significativa e negativa entre a espessura de gordura e a quebra ao resfriar ($r = -0,41$; $P = 0,0085$). Assim, pode-se observar que animais com menor gordura de cobertura 100kg⁻¹ de carcaça fria acabaram tendo como consequência maior perda de líquidos no processo de resfriamento das carcaças. Resultados contrastantes com os observados neste trabalho, para quebra ao resfriamento, foram obtidos por Miguel *et al.* (2014), que verificaram similaridade entre novilhos imunocastrados e castrados pelo método cirúrgico, contudo esses

Características de carcaça...

autores obtiveram valores semelhantes e mais satisfatórios para gordura de cobertura. Com relação à idade de castração, a similaridade na gordura de acabamento entre castrados ao nascimento e ao desmame está de acordo com Restle *et al.* (1994), que avaliaram a castração cirúrgica com 1,5; oito e 12 meses e verificaram semelhança na espessura de gordura que recobre a carcaça.

A área de *Longissimus dorsi* apresentou similaridade entre os grupos testados, nas duas formas em que foi expressa ($P>0,05$). Esse resultado está associado ao peso de abate similar, mas principalmente à semelhança na condição

sexual desde idade pré-púbere até o momento do abate. Os resultados obtidos apresentaram o mesmo comportamento que outros estudos reportados na literatura, os quais observaram semelhança para área de *Longissimus dorsi* de novilhos castrados cirurgicamente ou imunologicamente, embora com as castrações realizadas em idade pós-púbere (Amataiakul-Chantler *et al.*; 2013; Miguel *et al.*; 2014; Freitas *et al.*, 2015).

Não houve influência de idade ou de método de castração sobre o desenvolvimento dos cortes primários da carcaça ($P>0,05$) nas duas formas de expressão dessas características (Tab. 3).

Tabela 3. Peso absoluto e percentual de dianteiro, costilhar e traseiro, porcentagens de osso, músculo e gordura e relações músculo:osso e porção comestível:osso de novilhos submetidos à castração cirúrgica ou imunológica

Variáveis	Castração				Erro-padrão	P valor
	Cirúrgica		Imunológica			
	Nascer	Desmame	3 doses ¹	4 doses ¹		
Dianteiro, kg	38,54	36,00	38,52	38,09	1,08	0,3041
Dianteiro, %	36,59	37,12	37,26	37,16	0,37	0,5141
Costilhar, kg	11,45	10,34	10,60	10,96	0,42	0,2905
Costilhar, %	10,85	10,63	10,23	10,66	0,20	0,1988
Traseiro, kg	55,30	50,66	54,19	53,47	1,34	0,1060
Traseiro, %	52,55	52,24	52,50	52,17	0,36	0,8483
Músculo, %	65,85 ^b	66,14 ^b	70,15 ^a	68,36 ^{ab}	0,79	0,0010
Gordura, %	17,51 ^a	16,09 ^{ab}	12,89 ^b	14,71 ^{ab}	0,87	0,0044
Músculo:osso	3,86 ^{ab}	3,71 ^b	4,07 ^a	3,96 ^{ab}	0,08	0,0400
Porção comestível:osso	4,89	4,61	4,82	4,82	0,11	0,3542
Osso, %	17,09	17,91	17,32	17,30	0,32	0,3265

Médias seguidas na linha com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$). ¹Aplicação imunocastrador bovino (Bopriva[®]; análogo de GnRF, com proteína carreadora; Zoetis; Austrália). P valor – probabilidade.

Dada à precocidade da raça trabalhada neste estudo, haveria a hipótese de que a diferença entre idades de castração, principalmente a castração ao nascimento *vs.* a imunocastração com dosagem definitiva aos nove meses, pudesse alterar a proporcionalidade dos cortes primários na carcaça, principalmente o dianteiro. Todavia, a hipótese mencionada anteriormente não se confirmou, sendo dois os motivos determinantes para esse resultado: primeiro, pelo fato de as castrações terem sido realizadas antes dos animais atingirem a puberdade e, segundo, pela eficácia do efeito do imunocastrador bovino. Esse resultado coloca a imunocastração como uma ferramenta eficiente para produtores que buscam a produção de animais castrados, porém sem os inconvenientes da castração

convencional, que muitas vezes acarreta perdas no período pós-cirúrgico. A maior participação de dianteiro na carcaça tem reflexo negativo na comercialização, em razão da menor valorização dos cortes comerciais situados nessa região do corpo dos animais. Maior participação relativa do corte dianteiro de bovinos não castrados em relação aos castrados é frequentemente relatada na literatura (Restle *et al.*, 1994; Vittori *et al.*, 2006; Freitas *et al.*, 2008).

As estratégias de castração avaliadas modificaram a deposição de tecido muscular e adiposo da carcaça dos novilhos, assim como a relação músculo:osso ($P<0,05$), mas não alteraram a proporção de tecido ósseo e a relação músculo+gordura:osso (Tab. 3). Os

novilhos que receberam três aplicações do imunocastrador bovino apresentaram maior proporção de músculo em suas carcaças que os animais submetidos à castração cirúrgica, independentemente da idade na qual esta foi realizada ($P < 0,05$).

Como a composição tecidual da carcaça é expressa em valores relativos, o aumento de um componente resulta necessariamente na redução de outro, logo os novilhos que receberam três doses tiveram menor participação de tecido adiposo que os castrados cirurgicamente ao nascimento ($P < 0,05$). O incremento na deposição de tecido muscular em detrimento de adiposo, nos imunocastrados com três doses, é reflexo do menor acabamento de carcaça desses animais, representado pela menor espessura de gordura subcutânea ajustada para 100kg de carcaça fria (Tab. 2). A imunocastração com quatro doses não diferiu das castrações cirúrgicas em nenhum dos tecidos da carcaça, e todas as condições ambientais foram idênticas desde o nascimento até o abate para todos os grupos. Essa afirmativa leva à conclusão de que a dosagem definitiva aos nove meses de idade (imunocastração com três doses) vs. imunocastração aos sete meses (quatro doses) foi suficiente para alterar a proporção dos tecidos na carcaça, em relação aos métodos

cirúrgicos, mesmo sem alterar a participação dos cortes primários (Tab. 3).

Novilhos submetidos à castração imunológica com protocolo de três vacinações apresentaram maior relação músculo:osso que os castrados cirurgicamente ao desmame ($P < 0,05$). Essa superioridade está intimamente ligada à maior participação de tecido muscular, já que a correlação entre essas variáveis foi positiva e significativa ($r = 0,65$; $P < 0,001$). De acordo com Miotto *et al.* (2012), a indústria frigorífica e o mercado varejista buscam melhores relações músculo:osso, assim como porção comestível:osso, uma vez que esses tecidos compreendem a porção de tecido comercializável da carcaça, podendo determinar melhores rendimentos na desossa. Todavia, no presente estudo, o incremento na participação de músculo esteve associado a pouca deposição de gordura no corpo do animal, fato que pode comprometer a qualidade da carcaça após o resfriamento, embora carnes com teor de gordura elevado não sejam desejadas por grande parte dos consumidores atualmente.

Os atributos de qualidade da carne não foram modificados em razão da idade ou do método de castração (Tab. 4).

Tabela 4. Maciez, palatabilidade, suculência, força de cisalhamento, quebra ao descongelamento (%) e quebra ao cozimento (%) da carne de novilhos submetidos à castração cirúrgica ou imunológica

Características	Castração				Erro-padrão	P valor
	Cirúrgica		Imunológica			
	Nascer	Desmame	3 doses ¹	4 doses ¹		
Maciez ² , pontos	6,30	5,53	5,98	5,68	0,92	0,4811
Palatabilidade ³ , pontos	5,76	5,94	5,86	5,93	0,15	0,8425
Suculência ⁴ , pontos	5,65	5,69	5,75	5,91	0,23	0,8667
Força de cisalhamento, kgf/cm ³	8,63	8,36	7,24	8,78	0,92	0,6386
Quebra ao descongelar, %	14,83	14,80	14,13	13,28	1,01	0,6581
Quebra ao cozimento, %	30,09	27,80	29,55	26,59	1,03	0,0540

Médias seguidas na linha com letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ²Escala de 1 a 9 pontos: 1- extremamente dura; 5- média; 6- levemente acima da média; 9- extremamente macia. ³Escala de 1 a 9 pontos: 1- sem sabor; 5- média; 6- levemente acima da média; 9- extremamente saborosa. ⁴Escala de 1 a 9 pontos: 1- sem suculência; 5- média; 6- levemente acima da média; 9- extremamente suculenta. ¹Aplicação imunocastrador bovino (Bopriva[®]; análogo de GnRF, com proteína carreadora; Zoetis; Austrália). P valor – probabilidade.

Essa similaridade evidencia que o uso da castração imunológica é uma alternativa que substitui o procedimento cirúrgico e não afeta os parâmetros de qualidade da carne, além de atender a demanda de muitos consumidores que preferem carne de bovinos machos castrados em vez de não castrados. A esses atributos soma-se o

benefício da melhora do bem-estar animal, visto que a imunocastração, além de ser uma técnica de mais rápida execução em relação à castração cirúrgica, é menos invasiva.

A maciez da carne avaliada pelo painel de degustadores foi considerada média para os dois

protocolos de imunocastração e para os castrados cirurgicamente ao desmame, e levemente acima da média para os castrados cirurgicamente ao nascimento. Dentre os atributos de qualidade da carne bovina, a maciez assume posição de destaque, sendo considerada a característica organoléptica de maior influência na aceitação da carne por parte dos consumidores (Alves *et al.*, 2005).

A média das notas atribuídas para suculência e palatabilidade não variaram entre os tratamentos avaliados ($P>0,05$). A força de cisalhamento, apesar de não variar entre os tratamentos, apresentou um valor relativamente alto para novilhos desse genótipo e idade, com valor médio de $8,25\text{kgF/cm}^3$. Esse resultado está atrelado provavelmente a pouca gordura de cobertura presente nas carcaças, pois, segundo Luchiari Filho (2000), citado por Cattelam *et al.* (2013), o mínimo de espessura de gordura subcutânea na altura da 12ª costela, de 2 a 2,5mm a cada 100kg de carcaça, é desejável para evitar a ocorrência do *cold shortening* (encurtamento pelo frio), portanto valor acima do verificado no presente estudo.

Assim, como as demais características, as quebras ao descongelamento e à cocção foram similares entre as estratégias de castração testadas. Este estudo está em concordância com outras pesquisas, que também observaram similaridade entre a castração cirúrgica e a imunológica sobre a força de cisalhamento e as perdas à cocção na carne de novilhos de corte (Amataiakul-Chanter *et al.*, 2013; Miguel *et al.*, 2014).

CONCLUSÕES

Por não alterar a maioria das características de carcaça e os padrões qualitativos da carne, pode-se recomendar a imunocastração, em substituição à castração cirúrgica, quando estas são realizadas em idade pré-puberal de bovinos machos. Recomenda-se a imunocastração com três doses por possibilitar redução de custos e de manejos.

REFERÊNCIAS

- ALVES, D.D.; GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B. Maciez da carne bovina. *Cienc. Anim. Bras.*, v.6, p.135-149, 2005.
- AMATAIAKUL-CHANTLER, S.; HOE, F.; JACKSON, J.A *et al.* Effects on performance and carcass and meat quality attributes following immunocastration with the gonadotropin releasing factor vaccine Bopriva or surgical castration of *Bos indicus* bulls raised on pasture in Brazil. *Meat Sci.*, v.96, p.78-84, 2013.
- AMATAIAKUL-CHANTLER, S.; JACKSON, J.A.; STEGNER, J. *et al.* Immunocastration of *Bos indicus* x Brown Swiss bulls in feedlot with gonadotropin-releasing hormone vaccine Bopriva provides improved performance and meat quality. *J. Anim. Sci.*, v.90, p.3718-3728, 2012.
- CATTELAM, J.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C *et al.* Características de carcaça e qualidade de carne de novilhos confinados em diferentes espaços individuais. *Cienc. Anim. Bras.*, v.14, p.185-198, 2013.
- FREITAS, A.K.; RESTLE, J.; PACHECO, P.S. *et al.* Características de carcaças de bovinos Nelore inteiros vs castrados em duas idades, terminados em confinamento. *Rev. Bras. Zootec.*, v.37, p.1055-1062, 2008.
- FREITAS, V.M.; LEÃO, K.M.; ARAUJO, F.R. *et al.* Effects of surgical castration, immunocastration and homeopathy on the performance, carcass characteristics and behaviour of feedlot-finished crossbred bulls. *Semin. Cienc. Agrar.*, v.36, p.1725-1734, 2015.
- HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. *Estimation of the composition of beef carcasses and cuts*. Washington: USDA, 1946. 21p. (Technical Bulletin, USDA n.926).
- JANETT, F.; GERIG, T.; TSCHUOR, A.C. *et al.* Effect of vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with Bopriva® in the prepubertal bull calf. *Anim. Reprod. Sci.*, v.131, p.72-80, 2012.
- LUCHIARI FILHO, A. *Pecuária da carne bovina*. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

- MARTI, S.; DEVANT, M.; AMATAIAKUL-CHANTLER, S. *et al.* Effect of anti-gonadotropin-releasing factor vaccine and band castration on indicators of welfare in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, v.93, p.1581-1591, 2015.
- MELLOR, D.J.; MOLONY, V.; ROBERTSON, I. S. Effects of castration on behaviour and plasma cortisol concentrations in young lambs, kids and calves. *Res. Vet. Sci.*, v.51, p.149-154, 1991.
- MIGUEL, G.Z.; FARIA, M.H.; ROÇA, R.O. *et al.* Immunocastration improves carcass traits and beef color attributes in Nellore and Nellore x Aberdeen Angus crossbred animals finished in feedlot. *Meat Sci.*, v.96, p.884-891, 2014.
- MIOTTO, F.R.C.; RESTLE, J.; NEIVA, J.N.M. *et al.* Farelo de mesocarpo de babaçu (*Orbygnia sp.*) na terminação de bovinos: composição física da carcaça e qualidade da carne. *Ciênc. Rural*, v.42, p.1271-1277, 2012.
- MOLETTA, J.L.; PRADO, I.N.; FUGITA, C.A. *et al.* Características da carcaça e da carne de bovinos não-castrados ou castrados terminados em confinamento e alimentado com três níveis de concentrado. *Semin. Cienc. Agrar.*, v.35, p.1035-1050, 2014.
- MOREIRA, P.S.A.; LOURENÇO, F.J.; LIMA, C.C. *et al.* Desempenho produtivo e características de carcaça de bovinos Nelore submetidos a diferentes métodos de castração. *Rev. Cienc. Agrar.*, v.10, p.570-575, 2015.
- MÜLLER, L. *Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaça de novilhos*. 2.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987. 31p.
- RESTLE, J.; GRASSI, C.; FEIJÓ, G.L.D. Características de carcaça de bovinos de corte inteiros ou castrados em diferentes idades. *Pesqui. Agropecu. Bras.*, v.29, p.1603-1607, 1994.
- ROSITO, J.M.; SALDANHA, C.E.D.; UHDE, L.T. Avaliação da disponibilidade e da qualidade de uma pastagem natural. *Ciênc. Rural*, v.21, p.421-432, 1991.
- VITTORI, A.; QUEIROZ, A.C.; RESENDE, F.D. Características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos, castrados e não-castrados, em fase de terminação. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, p.2085-2092, 2006.