

Influência da imunocastração (Bopriva®) no ganho de peso, características de carcaça e qualidade da carne de bovinos Nelore

Influence of immunocastration (Bopriva®) in weight gain, carcass characteristics and meat quality of Nelore

Nayara Andreo^{1*}; Ana Maria Bridi²; Marina Avena Tarsitano¹; Louise Manha Peres³; Ana Paula Ayub da Costa Barbon⁴; Evelyn Lopes de Andrade⁵; Paulo Emílio Fernandes Prohmann⁶

Resumo

Objetivou-se com o estudo avaliar os efeitos da imunocastração sobre o ganho de peso, características de carcaça e qualidade da carne de novilhos Nelore. Foram utilizados oitenta bovinos Nellores, com peso inicial médio de 357±8,63 kg, que foram alimentados em confinamento e distribuídos em dois tratamentos com 40 bovinos inteiros e 40 imunocastrados (Bopriva®, Pfizer Saúde Animal). Os imunocastrados receberam duas doses da vacina, sendo a primeira aplicação 30 dias antes da entrada dos animais em confinamento e a segunda na entrada do confinamento. Ao final do período experimental de 67 dias, calculou-se o ganho diário de peso vivo em kg/dia dos 80 animais e selecionou-se 20 de cada grupo para o abate e avaliações de carcaça, e posteriormente dez de cada tratamento para as análises de carne. Os dados foram submetidos à análise de variância. Animais imunocastrados apresentaram menor ganho diário de peso vivo, peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, pH final, espessura de perna, profundidade de músculo, área de olho de lombo, porcentagem de músculo, força de cisalhamento e umidade. Entretanto, obtiveram maior concentração sanguínea de lactato e cortisol, profundidade torácica, espessura de gordura subcutânea, grau de cobertura da carcaça, a*, b* e c*, perda de líquido no descongelamento, índice de fragmentação miofibrilar e extrato etéreo da carne em relação aos inteiros. A imunocastração (Bopriva®) é uma alternativa para melhorar a qualidade da carne, através da maior deposição de gordura na carcaça e redução da força de cisalhamento da carne em relação aos animais inteiros.

Palavras-chave: Grau de acabamento, hormônio liberador de gonadotrofinas, imunização, maciez, novilhos

Abstract

The objective of this study was evaluate the effects of immunocastration on body weight gain, carcass characteristics and meat quality of Nelore beef cattle. Eighty Nelore beef cattle, with initial body weight of 357±8.63 kg, were placed in feedlots and distributed in two treatments (40 animals per treatments) as follow: one - non-vaccinated bulls and two - immunocastrated bulls (Bopriva®, Pfizer Animal Health). The animals placed on treatment two were vaccinated in two doses, first application 30 days before they arrive on the feedlots and second on the day they arrive on feedlots. After 67 days

¹ Zootecnistas, Discentes de Doutorado da pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, PR. E-mail: nayarandreo@hotmail.com; marina_avena@yahoo.com.br

² Profª Drª do Deptº de Zootecnia, UEL, Londrina, PR. E-mail: ambridi@uel.br

³ Zootecnista, Discente de Mestrado da pós-graduação em Ciência Animal, UEL, Londrina, PR. E-mail: louise_mp@zootecnista.com.br

⁴ Médica Veterinária, M.e em Medicina Veterinária, UNESP, Jaboticabal, SP. E-mail: apbarbon@gmail.com

⁵ Zootecnista, M.e em Ciência Animal, UEL, Londrina, PR. E-mail: evelyn@zootecnista.com.br

⁶ Prof. da Faculdade Integrado de Campo Mourão, Campo Mourão, PR. E-mail: pauloprohmann@yahoo.com.br

* Autor para correspondência

of experimental period, was calculated the daily gain of live weight in kg/day of the 80 animals and selected 20 animals from each treatment for the slaughter and carcass evaluations, and ten from each group for the meat analyzes. The data were submitted to analysis of variance. Immunocastrated animals showed lower daily weight gain, hot carcass weight, carcass yield, pH, leg thickness, muscle depth, loin muscle area, carcass muscle percentage, shear force and moisture. However, this animals had higher concentration of lactate and cortisol blood, chest depth, fat thickness, finishing degree, a *, b * and c*, liquid loss in thawing process, myofibrillar fragmentation index and ether extract of meat when compared to non-vaccinated bulss. The immunocastration (Bopriva®) is an alternative for improving the quality of meat by the higher fat deposition and by the reduction of the shear force of the meat when compared to non-vaccinated bulls.

Key words: Finishing degree, gonadotropin-releasing hormone, immunization, tenderness, steers

Introdução

Muitos fatores podem influenciar a qualidade da carne, dentre eles o sexo do animal, que além de ser um importante determinante do crescimento muscular, exerce influência sobre os aspectos relacionados à sua qualidade (LAWRIE, 2005).

Animais inteiros apresentam algumas vantagens quando comparados com castrados, além de resultarem em maior desenvolvimento e produção de carne, possuem melhor conversão alimentar (RESTLE et al., 2000), e não há o comprometimento do bem-estar animal com o processo da castração.

Entretanto, algumas dificuldades são encontradas na criação de machos não-castrados para a produção de carne. Estas dificuldades estão, sobretudo relacionadas ao comportamento agressivo, à atividade sexual e uma escassa deposição de gordura na carcaça (DUNSHEA et al., 2005; ÍTAVO et al., 2008).

Diante disso, há necessidade do surgimento de alternativas que propiciem o aproveitamento das boas características para a produção de carne apresentadas pelos machos mantidos inteiros.

Desta forma surgiu um método alternativo para inibir o desenvolvimento sexual e os comportamentos agressivos, que se dá através da imunização contra o fator de liberação de gonadotrofinas (GnRH), reduzindo assim, a produção de esteroides testiculares (OLIVER et al., 2003).

Objetivou-se com o estudo avaliar o ganho de

peso, os parâmetros sanguíneos, as características de carcaça e a qualidade da carne de bovinos Nelore submetidos ao processo de imunocastração.

Material e Métodos

O Experimento foi realizado no confinamento da Fazenda Araucária, localizada no município de Luiziana – PR. Foram utilizados 80 novilhos com peso inicial aproximado de 357±8,63 kg, divididos ao acaso em dois grupos: animais inteiros e imunocastrados.

Para a imunocastração dos animais, utilizou-se a vacina Bopriva®⁷ (Pfizer Saúde Animal). A primeira aplicação da vacina foi feita trinta dias antes da entrada dos animais em confinamento, e a segunda imunização foi feita nos animais ao entrarem em confinamento, onde permaneceram até o abate.

No confinamento, os animais foram mantidos em baias semicobertas portando cochos e bebedouros controlados com boias, onde receberam alimentação à vontade. A ração (Tabela 1) foi fornecida dentro de uma relação volumoso: concentrado (10:90), base matéria seca, oferecidas ao longo do dia.

As determinações de matéria seca, proteína bruta, matéria mineral, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido da

⁷ Bopriva® é constituída de um análogo GnRF (hormônio liberador de gonadotrofinas) ligado a uma proteína carreadora. É adicionado à vacina um adjuvante sintético aquoso que aumenta o nível e duração da imunidade. Cada mL da vacina fornece 400 µg do conjugado de GnRF e proteína carreadora.

ração experimental foram determinadas segundo procedimentos analíticos citados por Silva e Queiroz (2002).

Tabela 1. Composição da ração oferecida aos bovinos (inteiros e imunocastrados com Bopriva®) durante o período de confinamento.

Ingredientes	g/kg MS
Bagaço de cana	105
Milho (grão)	113,5
Aveia (grão)	771,5
Calcário	5,5
Núcleo Mineral ¹	4,5
Nutrientes	
Matéria seca	845,7
Extrato etéreo	32,1
Matéria mineral	26,7
Proteína bruta	142,3
Fibra em detergente neutro	335,2
Fibra em detergente ácido	156,2
Nutrientes digestíveis totais ²	767,0

¹Composição mínima do núcleo: Ca 135 g/kg; Na 80 g/kg; S 150 g/kg; Co 30 mg/kg; Cu 2.000 mg/kg; I 120 mg/kg; Mn 2.500 mg/kg; Se 25 mg/kg; Zn 6.000 mg/kg; ionóforo 5.000 mg/kg; levedura 63 g/kg; adsorvente 100 g/kg.

² Estimado utilizando a equação: $NDT = [88,9 - (0,779 \times FDA\%)]$ (PATTERSON et al., 2000).

Fonte: Elaboração dos autores.

Os bovinos de ambos os tratamentos foram pesados três vezes durante o experimento (aos 593 dias, 623 dias e 690 dias) e com os pesos obtidos estimou-se o ganho diário de peso vivo dos animais.

Ao final do período experimental de 67 dias (que corresponde ao tempo indicado entre a última aplicação da vacina para imunização e o abate), foram selecionados através do peso médio de 470 kg e da avaliação visual do maior grau deposição de gordura na inserção da cauda, 20 bovinos de cada grupo para o abate e avaliações de carcaça.

O manejo pré-abate constituiu em dieta hídrica e jejum de sólidos de 24 horas (BRASIL, 1968). O abate dos animais foi realizado em um frigorífico comercial no município de Campo Mourão – PR,

que possui Serviço de Inspeção Estadual (SIP).

Os animais foram insensibilizados com pistola pneumática de penetração e a sangria realizada imediatamente após, por meio do corte dos grandes vasos, seguindo as normas para abate de animais (BRASIL, 2000).

Na calha de sangria, foram coletadas duas amostras de 10 mL de sangue de cada animal, divididos em dois tubos com 5 mL cada. Um dos tubos sem anticoagulante e outro com anticoagulante fluoreto para as análises de cortisol e lactato, respectivamente. O cortisol foi quantificado no soro através do método de quimioluminescência e o lactato no plasma pelo método enzimático-UV.

Ao final da linha de abate, foi aferido o peso de carcaça quente de cada animal e, através do peso corporal em jejum do animal e do peso de carcaça quente, foi obtido o rendimento de carcaça quente.

Transcorridas 24 h pós abate, foi determinado o pH final na altura da 12ª costela no músculo *longissimus dorsi* de cada animal, com o auxílio de um potenciômetro digital com sonda de penetração Testo 205®.

Foram medidos o comprimento e a profundidade torácica, o comprimento, a espessura e o perímetro de perna, o comprimento e o perímetro de braço, com o auxílio de fita métrica e compasso de madeira conforme citado por Cañeque e Sañudo (2005).

As carcaças foram classificadas quanto ao grau de conformação (valores de 1 - côncavo a 6 - convexo) e de acabamento (valores de 1 - gordura de cobertura ausente a 5 - gordura de cobertura excessiva) através de padrões fotográficos, segundo Cañeque e Sañudo (2005).

Após 24 h, dez meias carcaças esquerdas de cada tratamento, selecionadas aleatoriamente, foram seccionadas entre a 12ª e 13ª costelas. Nesta região foram realizadas as avaliações da profundidade do músculo e espessura de gordura subcutânea, utilizando-se um paquímetro e a área de olho de lombo, que foi desenhada em papel vegetal.

Foi retirada da meia carcaça esquerda uma amostra correspondente à seção entre a 12^a e 10^a costelas (seção HH), obtida para a dissecação e predição das proporções de músculo, osso e gordura na carcaça, segundo a metodologia proposta por Hankins e Howe (1946) adaptado por Muller, Maxon e Palmer (1973).

Após a dissecação da seção HH, liberou-se o músculo *longissimus dorsi*, que foi dividido em sub-amostras para a realização das análises de marmoreio, cor, perda de água por pressão, perdas de líquido no descongelamento e na cocção, força de cisalhamento, índice de fragmentação miofibrilar, centesimal e sensorial.

O grau de marmorização da carne foi realizado com o auxílio de um padrão fotográfico da taxa de marmoreio (valores de 1 – nenhum marmoreio e 10- marmoreio abundante), proposto pela American Meat Science Association (AMSA, 2001).

A cor foi avaliada em três pontos distintos da amostra através de um colorímetro portátil Minolta® CR10 para avaliação dos componentes L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul) pelo sistema CIELAB. Com os valores a* e b* calculou-se o croma (c) e a tonalidade (h) da carne.

A perda de água por pressão foi realizada pela técnica descrita por Barbut (1996). Foram calculadas as perdas de líquido no descongelamento (PLD), através da diferença de peso da amostra congelada e descongelada após 24 h de resfriamento, e as perdas de líquido por cocção (PLC), através do peso da amostra descongelada e após a cocção.

Para avaliar a maciez, foi realizada a análise de força de cisalhamento segundo Whipple et al. (1990), com a lâmina Warner-Bratzler adaptada no Texture Analyzer Brookfield.

O índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi obtido segundo metodologia descrita por Culler et al. (1978).

Foi realizada a análise da composição centesimal (matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo) da carne, de acordo com AOAC (1990).

Para a análise sensorial as amostras foram preparadas segundo ABNT (1993). Dez provadores treinados receberam para avaliação duas amostras de carne de cada tratamento e uma ficha com uma escala estruturada de 1 a 5 pontos para os parâmetros de intensidade de odor, suculência e maciez.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Os valores encontrados foram submetidos à análise de variância, utilizando o programa estatístico SAEG Versão 7.1. Para o peso final e para o peso de carcaça quente, foi utilizado o peso inicial dos animais como co-variável.

Resultados e Discussão

Foi observada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2) para peso final, ganho diário de peso, peso de carcaça quente e rendimento de carcaça. Os animais inteiros apresentaram ganho diário de peso, peso de carcaça quente e rendimento de carcaça de, respectivamente, 16,04%, 7,04% e 2,85% superiores ($P < 0,05$) aos imunocastrados. O melhor desempenho apresentado pelos bovinos inteiros pode ser atribuído ao hormônio testosterona (ANDERSON, 2007), que exerce influência positiva sobre o crescimento muscular do animal. Hernandez et al. (2005) associaram a remoção da função testicular pela castração ou pela imunocastração, com a diminuição acentuada nas taxas de crescimento do animal.

Tabela 2. Médias observadas e desvios-padrão do peso inicial, do peso final (PF), do ganho diário de peso (GDP), do peso de carcaça quente (PCQ) e do rendimento de carcaça (RC) de bovinos inteiros e imunocastrados com Bopriva®.

	Tratamentos		P valor	CV (%)
	Inteiros	Imunocastrados		
Peso inicial (kg)	356,65±8,67	358,20±8,47	NS	2,44
Peso final (kg)	488,75±24,95	469,75±16,32	0,00	4,40
Ganho diário de peso (kg/dia)	1,23±0,16	1,06±0,13	0,02	12,84
Peso de carcaça quente (kg)	260,75±13,66	243,60±7,45	0,00	4,36
Rendimento de carcaça (%)	53,36±1,22	51,88±1,53	0,00	2,55

NS – não significativo ($P>0,05$); CV – coeficiente de variação; P valor – probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

Houve diferenças ($P<0,05$) para as variáveis lactato, cortisol e pH final (Tabela 3), sendo que os bovinos imunocastrados apresentaram maiores médias de ácido lático e cortisol e menor valor de pH final quando comparados aos inteiros.

Possivelmente, o pH foi menor para animais imunocastrados devido a maior concentração de lactato sanguíneo observada, já que é sabido que o aumento da concentração de ácido lático faz com que haja a queda do pH *pos mortem* do animal.

Tabela 3. Médias observadas e desvios-padrão dos níveis de lactato e cortisol sanguíneos e do pH final da carne de bovinos inteiros e imunocastrados com Bopriva®.

Tratamento	Tratamentos		P valor	CV (%)
	Inteiros	Imunocastrados		
Lactato (mg/dL)	65,77±16,22	79,56±25,10	0,04	29,07
Cortisol (µg/dL)	5,65±1,72	12,70±2,98	0,00	26,53
pH final	5,68±0,14	5,52±0,10	0,00	2,21

CV – coeficiente de variação; P valor – probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para o comprimento de carcaça, contudo, a profundidade torácica foi menor ($P<0,05$) nos animais inteiros em relação aos imunocastrados (Tabela 4). Tanto os bovinos inteiros como os

imunocastrados possuíam a mesma idade de abate, fato que pode explicar não ter sido observado diferenças entre os tratamentos para o comprimento de carcaça, que está relacionado ao crescimento ósseo do animal.

Tabela 4. Médias observadas e desvios-padrão do comprimento de carcaça (CC), da profundidade torácica (PT), do comprimento, perímetro e espessura de perna e do comprimento e perímetro de braço de bovinos inteiros e imunocastrados com Bopriva®.

	Tratamentos		P valor	CV (%)
	Inteiros	Imunocastrados		
Comprimento de carcaça (cm)	134,00±0,02	133,00±0,02	NS	1,89
Profundidade torácica (cm)	45,05±1,73	46,57±2,12	0,01	4,23
Comprimento de perna (cm)	84,03±3,12	84,65±2,54	NS	3,45
Perímetro de perna (cm)	86,73±5,63	85,25±2,63	NS	5,45
Espessura de perna (cm)	25,28±1,47	24,18±1,32	0,06	5,68
Comprimento de braço (cm)	42,57±2,60	45,60±1,20	NS	5,16
Perímetro de braço (cm)	55,23±1,93	57,55±1,38	NS	3,17

NS – não significativo; CV – coeficiente de variação; P valor – probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para as medidas de perna e braço avaliadas, exceto para a espessura de perna, que foi maior ($P < 0,06$) para os bovinos inteiros em relação aos imunocastrados (Tabela 4). A maior espessura de perna verificada nos bovinos inteiros pode ser devido ao maior desenvolvimento de massa muscular desses animais em relação aos imunocastrados. Ribeiro et al. (2004) não observaram diferenças entre os animais inteiros e imunizados para a espessura de perna e comprimento de braço e perna, porém, o perímetro de braço foi maior para os bovinos inteiros em relação aos imunizados.

Os animais imunocastrados obtiveram menor profundidade de músculo, área de olho de lombo e porcentagem de músculo. Todavia, apresentaram maior espessura de gordura, grau de acabamento e porcentagem de gordura (Tabela 5). Entretanto, não houve diferenças significativas entre os tratamentos para conformação da carcaça, taxa de marmoreio e porcentagem de osso (Tabela 5). Os resultados encontrados neste estudo podem ser explicados devido ao fato de que machos inteiros atingem a fase de deposição de gordura mais tardiamente que machos castrados (COUTINHO FILHO; PERES; JUSTO, 2006) ou imunocastrados, em detrimento

do desenvolvimento muscular. Resultado atribuído à ação da testosterona durante todo o processo de criação do animal inteiro.

Possivelmente, não foi observada diferença significativa para a taxa de marmoreio, pelo fato dos animais terem sido abatidos ainda jovens, não havendo tempo suficiente para a deposição completa da gordura intramuscular (última gordura a ser depositada). Todavia, Amatayakul-Chantler et al. (2012) observaram maior taxa de marmoreio para animais imunocastrados com Bopriva® em relação ao grupo controle (inteiros).

Ribeiro et al. (2004) não observaram diferenças significativas entre animais inteiros e imunocastrados para área de olho de lombo e gordura subcutânea. Todavia, D'Occhio, Aspden e Trigg (2001) encontraram uma maior espessura de gordura ($P < 0,05$) para animais imunizados contra GnRH, em relação aos inteiros.

Os resultados deste estudo foram semelhantes aos observados por Amatayakul-Chantler et al. (2012), que verificaram que os bovinos imunocastrados (Bopriva®) obtiveram maior espessura de gordura e menor área de olho de lombo quando comparados ao grupo controle (inteiros).

Tabela 5. Médias observadas e desvios-padrão da profundidade de músculo (PM), da espessura de gordura (EG), da área de olho de lombo (AOL), da conformação, do grau de acabamento, da taxa de marmoreio e da porcentagem de músculo, osso e gordura de bovinos inteiros e imunocastrados com Bopriva®.

	Tratamentos		P valor	CV (%)
	Inteiros	Imunocastrados		
Profundidade de músculo (mm)	128,66±5,93	122,89±3,28	0,03	3,81
Espessura de gordura (mm)	3,34±0,86	4,22±0,71	0,04	20,91
Área de olho de lombo (cm ²)	68,90±8,10	62,40±4,88	0,04	10,18
Conformação	4,10±1,38	4,20±1,38	NS	33,41
Grau de acabamento	2,90±0,79	3,60±0,52	0,01	22,73
Marmoreio	1,50±0,52	1,80±0,63	NS	35,28
Músculo (%)	65,14±1,28	63,25±2,39	0,05	2,99
Ossos (%)	16,63±1,26	16,80±1,44	NS	8,19
Gordura (%)	18,76±1,28	20,88±2,57	0,05	9,56

NS – não significativo ($P > 0,05$); CV – coeficiente de variação; P valor – probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

Não houve diferenças entre os tratamentos avaliados para o valor de L* e h° da carne (Tabela 6). Com isso, observou-se que tanto bovinos inteiros como imunocastrados apresentaram semelhantes luminosidades e tonalidades nas

carnes. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Mohan Raj et al. (1991), que não observaram diferenças entre bovinos inteiros e imunizados para a luminosidade e tonalidade da carne.

Tabela 6. Médias observadas e desvios-padrão da luminosidade (L*), da intensidade de vermelho (a*), da intensidade de amarelo (b*), do croma (c*) e da tonalidade (h°) da carne de bovinos inteiros e imunocastrados com Bopriva®.

	Tratamentos		P valor	CV (%)
	Inteiros	Imunocastrados		
L*	36,16±3,20	37,26±1,75	NS	7,02
a*	12,55±2,60	15,02±1,78	0,02	16,15
b*	8,20±1,72	9,58±1,10	0,04	16,27
c*	15,00±3,05	17,82±1,94	0,02	15,58
h°	32,82±2,50	33,07±2,59	NS	7,80

NS – não significativo (P>0,05); CV – coeficiente de variação; P valor – probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

Em relação às variáveis a*, b* e c* foram observadas diferenças significativas (Tabela 6) entre os tratamentos. Quando comparados aos inteiros, bovinos imunocastrados apresentaram maior valor de a* (maior intensidade do vermelho) e do amarelo (b*), que possivelmente foi influenciada pela maior quantidade de gordura apresentada por esses animais e maior valor de c*, indicando maior saturação da cor.

Os resultados observados neste estudo, diferem dos constatados por Amatayakul-Chantler et al. (2012), pois os autores não observaram diferenças significativas entre animais inteiros e vacinados com Bopriva® para as variáveis avaliadas da cor da carne, sendo elas: L*, a* e b*. Entretanto, Amatayakul-Chantler et al. (2013) comparando a carne de

bovinos castrados cirurgicamente em relação aos imunocastrados com duas doses de Bopriva®, observaram maior valor de b* para animais castrados cirurgicamente.

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para as variáveis perdas de líquido por cocção e por pressão (Tabela 7). Entretanto, a perda de líquido no descongelamento, a força de cisalhamento e o índice de fragmentação miofibrilar foram diferentes entre os tratamentos. A perda de líquido no descongelamento foi maior para os animais imunocastrados em relação aos inteiros. Possivelmente, essa diferença foi verificada devido ao menor valor de pH da carne dos imunocastrados, fazendo com que houvesse maior extravasamento de líquidos, decorrentes das lesões na membrana celular.

Tabela 7. Médias observadas e desvios-padrão da perda de líquido no descongelamento (PLD), da perda de líquido na cocção (PLC), da perda de água por pressão (PAP), da força de cisalhamento (FC) e do índice de fragmentação miofibrilar (IFM) da carne de bovinos inteiros e imunocastrados com Bopriva®.

	Tratamentos		P valor	CV (%)
	Inteiros	Imunocastrados		
Perda de líquido no descongelamento (%)	4,76±2,16	7,44±2,44	0,01	37,75
Perda de líquido na cocção (%)	27,36±5,55	29,27±5,43	NS	19,37
Perda de água por pressão (%)	28,32±3,39	28,24±3,43	NS	12,05
Força de Cisalhamento (kgf)	7,95±0,95	6,42±1,35	0,02	16,28
Índice de Fragmentação Miofibrilar	83,59±6,25	92,00±7,40	0,01	7,79

NS – não significativo ($P>0,05$); CV – coeficiente de variação; P valor – probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

A força necessária para cortar a carne foi menor e o índice de fragmentação miofibrilar foi maior para animais imunocastrados (Tabela 7), ou seja, a carne dos bovinos imunocastrados apresentou-se mais macia em relação aos inteiros. Esse fato pode ser atribuído à maior atividade das calpaínas nos imunocastrados, confirmado pelo maior índice de fragmentação da carne destes animais. A fragmentação miofibrilar é utilizada como um índice de tenderização da carne (CULLER et al., 1978), e indica a quantidade de proteólise miofibrilar que ocorre no músculo. O índice de fragmentação miofibrilar é um indicador indireto da ação das calpaínas (KOOHMARAIE, 1990).

Animais inteiros apresentam maior taxa de crescimento devido à ação da testosterona. A testosterona promove um aumento na atividade das calpastatinas, que são as enzimas que bloqueiam a ação das calpaínas, responsáveis pelo amaciamento da carne, permitindo assim um maior crescimento muscular deixando, entretanto, a carne mais dura.

A maior maciez da carne dos animais imunocastrados pode também ser atribuída ao melhor grau de acabamento da carcaça (Tabela 5). De acordo com Felício (1997), carcaças pouco revestidas com gordura subcutânea são mais sujeitas ao encurtamento pelo frio (*cold shortening*), resultando no endurecimento da carne.

Houve diferenças significativas entre os tratamentos para o teor de umidade e extrato etéreo, entretanto, não houve diferenças para a matéria mineral e para a proteína bruta da amostra (Tabela 8). Bovinos imunocastrados apresentaram menor teor de umidade, porém, maior porcentagem de extrato etéreo na carne quando comparados aos inteiros. O menor teor de umidade pode estar relacionado ao maior teor de gordura (LAWRIE, 2005). Os resultados encontrados assemelham-se a essa afirmação, pois os animais imunocastrados apresentaram menor teor de umidade, provavelmente provenientes da maior porcentagem de extrato etéreo.

Tabela 8. Médias observadas e desvios-padrão da umidade (UM), da matéria mineral (MM), da proteína bruta (PB) e do extrato etéreo (EE) calculados a partir da matéria natural da carne de bovinos inteiros e imunocastrados com Bopriva®.

	Tratamentos		P valor	CV (%)
	Inteiros	Imunocastrados		
Umidade (%)	75,06±0,35	74,20±0,49	0,00	0,65
Matéria mineral (%)	1,07±0,07	1,07±0,07	NS	6,62
Proteína bruta (%)	21,81±0,51	22,09±0,93	NS	3,41
Extrato etéreo (%)	1,02±0,34	1,58±0,42	0,00	29,48

NS – não significativo ($P>0,05$); CV – coeficiente de variação; P valor – probabilidade.

Fonte: Elaboração dos autores.

Ruiz et al. (2005) estudando o efeito do gênero de bovinos Nelore sobre a composição centesimal da carne, encontraram maior teor de extrato etéreo para animais imunocastrados quando comparados aos mantidos inteiros. Os resultados observados foram semelhantes aos obtidos por Ruiz et al. (2005), exceto para o teor de umidade, em que os autores não observaram diferenças significativas.

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para os parâmetros avaliados na análise sensorial (Tabela 9) realizada no músculo *longissimus dorsi*, mostrando que a imunocastração não produz odores e sabores distintos à carne. No entanto, de acordo com a escala de pontos utilizada, a carne de ambos os grupos apresentaram-se com um moderado odor, com pouca suculência e com maciez intermediária.

Tabela 9. Médias observadas e desvios-padrão da intensidade de odor, da suculência e da maciez da carne de bovinos inteiros e imunocastrados com Bopriva®.

	Tratamentos		P valor	CV (%)
	Inteiros	Imunocastrados		
Intensidade de odor ¹	2,55±0,72	3,00±1,00	NS	31,46
Suculência ²	3,22±0,83	3,33±1,11	NS	30,08
Maciez ³	2,88±1,69	2,66±1,00	NS	50,02

NS – não significativo (P>0,05); CV – coeficiente de variação; P valor – probabilidade.

¹intensidade de odor de 1 – nenhum a 5 – extremamente intenso; ²suculência de 1 – nenhuma a 5 – alta; ³maciez de 1 – dura a 5 – macia.

Fonte: Elaboração dos autores.

A carne de animais da raça Nelore (*Bos indicus*) apresenta baixo grau de marmoreio e maior dureza quando comparada aos *Bos taurus* (MOREIRA et al., 2003), fato que pode justificar a baixa suculência e a maciez intermediária verificada neste estudo. Estes resultados mostraram-se semelhantes aos obtidos por Ribeiro et al. (2004), que não observaram diferenças significativas para suculência, odor e maciez da carne entre bovinos inteiros e imunocastrados.

Conclusões

Conclui-se que a imunocastração feita com a vacina Bopriva® é uma alternativa viável para evitar a castração cirúrgica convencional e para melhorar a qualidade da carne, através da maior deposição de gordura e redução da força de cisalhamento da carne em relação aos animais inteiros.

Agradecimentos

À Pfizer Saúde Animal por ceder as vacinas para imunocastração dos animais e à Cooperativa Maria Macia pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do projeto.

O trabalho foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Londrina, sob processo nº 10370.2012.49.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 1280*: análise sensorial de alimentos e bebidas. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 8 p.
- AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; HOE, F.; JACKSON, J. A.; ROCA, R. O.; STEGNER, J. E.; KING, V.; HOWARD, R.; LOPEZ, E.; WALKER, J. Effects on performance and carcass and meat quality attributes following immunocastration with the gonadotropin releasing factor vaccine Bopriva or surgical castration

- of *Bos indicus* bulls raised on pasture in Brazil. *Meat Science*, Amsterdam, v. 95, n. 1, p. 78-84, 2013.
- AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; JACKSON, J. A.; STEGNER, J.; KING, V.; RUBIO, L. M. S.; HOWARD, R.; LOPEZ, E.; WALKER, J. Immunocastration of *Bos indicus* × Brown Swiss bulls in a feedlot with the gonadotropin-releasing hormone vaccine Bopriva provides improved performance and meat quality. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 90, n. 11, p. 1-41, jun. 2012.
- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION - AMSA. *Handbook meat evaluation*. Champaign: AMSA, 2001. 161 p.
- ANDERSON, N. Castration on calves. *Fact Sheet*, Ontario, v. 29, n. 7, p. 420-426, jun. 2007.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS - AOAC. *Official methods of the association of the agricultural chemists*. 15. ed. Arlington: AOAC, v. 2, 1990.
- BARBUT, S. Estimates and detection of the PSE problem in young turkey breast meat. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v. 76, n. 3, p. 455-457, 1996.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de Defesa e Inspeção Agropecuária. *Regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal*. São Paulo: Inspeção do SIPAMA, 1968. 346 p.
- _____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 3, de 17 de Janeiro de 2000. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. *Diário Oficial [da] União*, Brasília, DF, 24 jan. 2000, Seção 1. p. 14.
- CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. *Estandarización de lãs metodologias para evaluar da calidad del producto (animal vivo, canal, carne y grasa) em losruminantes*. Madrid: INIA, 2005. 448 p.
- COUTINHO FILHO, J. L. V.; PERES, R. M.; JUSTO, C. L. Produção de carne de bovinos contemporâneos, machos e fêmeas, terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 2043-2049, 2006.
- CULLER, R. D.; PARRISH JUNIOR, F. C.; SMITH, G. C.; CROSS, H. R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine *longissimus* muscle. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 43, n. 4, p. 1177-1180, 1978.
- D'OCCHIO, M. J.; ASPDEN, W. J.; TRIGG, T. E. Sustained testicular atrophy in bulls actively immunized against GnRH: potential to control carcass characteristics. *Animal Reproduction Science*, Amsterdam, v. 66, n. 1, p. 47-58, 2001.
- DUNSHEA, F. R.; D'SOUZA, D. N.; PETHICK, D. W.; HARPER, G. S.; WARNER, R. D. Effects of dietary factors and other metabolic modifiers on quality and nutritional value of meat. *Meat Science*, Amsterdam, v. 71, n. 1, p. 8-38, 2005.
- FELÍCIO, P. E. de. Fatores ante e post mortem que influenciam a qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. de. (Org.). *Produção de novilho de corte*. Piracicaba: FEALQ, 1997. p. 79-97.
- HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. Washington: USDA, 1946. 20 p. (Technical bulletin, 926).
- HERNANDEZ, J. A.; ZANELLA, E. L.; BOGDEN, R.; AVILA, D. M.; GASKINS, C. T.; REEVES, J. J. Reproductive characteristics of grass-fed, luteinizing hormone-releasing hormone-immunocastrated *Bos indicus* bulls. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 83, n. 12, p. 2901-2907, 2005.
- ÍTAVO, L. C. V.; DIAS, A. M.; ÍTAVO, C. C. B. F.; EUCLIDES FILHO, K.; MORAIS, M. G.; SILVA, F. F.; GOMES, R. C.; SILVA, J. B. P. Desempenho produtivo, características de carcaça e avaliação econômica de bovinos cruzados, castrados e não-castrados, terminados em pastagens de *Brachiaria decumbens*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 60, n. 5, p. 1157-1165, 2008.
- KOOHMARAIE, M. Inhibition of postmortem tenderization in ovine carcass through infusion of zinc. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 68, n. 5, p. 1476-1483, 1990.
- LAWRIE, R. A. *Ciência da carne*. Tradução de Jane Maria Rubensam. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.
- MOHAN RAJ, A. B.; MOSS, V. W.; MCCAUGHEY, W. J.; MCLACHLAN, W.; MCGAUGHEY, S. J.; KENNEDY, S. Effects of surgical and immunocastration of beef cattle on meat colour, *post-mortem* glycolytic metabolites and fibre type distribution. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, United Kingdom, v. 54, n. 1, p. 111-126, 1991.
- MOREIRA, F. B.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I. N.; NASCIMENTO, W. G. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 46, n. 4, p. 606-616, dec. 2003.

- MULLER, L.; MAXON, W. E.; PALMER, A. Z. Evaluacion de técnicas para determinar la composición de la canal. In: MEMORIA DE LA ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE PRODUCCIÓN ANIMAL, 1973, Guadalajara. *Anais...* Guadalajara: Asociación Latino Americana de Producción Animal, 1973. p. 75.
- OLIVER, W. T.; MCCAULEY, I.; HARRELL, R. J.; SUSTER, D.; KERTON, D. J.; DUNSHEA, F. R. A gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac) and porcine somatotropin have synergistic and additive effects on growth performance in group-housed boars and gilts. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 81, n. 8, p. 1959-1966, 2003.
- PATTERSON, T.; KLOPFENSTEIN, T. J.; MILTON, T.; BRINK, D. R. Evaluation of the 1996 beef cattle NRC model predictions of intake and gain for calves fed low or medium energy density diets. *Nebraska Beef Report*, Nebraska, p. 26-29, 2000. MP 73-A.
- RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; FATURI, C.; ROSA, J. R. P.; PASCOAL, L. L.; BERNARDES, R. A. C.; KUSS, F. Desempenho na fase de crescimento de machos bovinos inteiros ou castrados de diferentes grupos genéticos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 1036-1043, 2000.
- RIBEIRO, E. L. A.; HERNANDEZ, J. A.; ZANELLA, E. L.; SHIMOKOMAKI, M.; PRUDÊNCIO-FERREIRA, S. H.; YOUSSEF, E.; RIBEIRO, H. J. S. S.; BOGDEN, R.; REEVES, J. J. Growth and carcass characteristics of pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact *Bos indicus* bulls. *Meat Science*, Amsterdam, v. 68, n. 2, p. 285-290, 2004.
- RUIZ, M. R.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J. T.; HERNANDEZ, J. A.; RIBEIRO, E. L. A.; SHIMOKOMAKI, J. J.; REEVES, J. J.; SOUZA, N. E. Proximate chemical composition and fatty acid profiles of *Longissimus thoracis* from pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact *Bos indicus* bulls. *South African Journal of Animal Science*, South Africa, v. 35, n. 1, p. 13-18, 2005.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235 p.
- WHIPPLE, G. M.; KOOHMARAIE, M.; DIKEMAN, M.; CROUSE, J. D.; HUNT, M. C.; KLEMM, R. D. Evaluation of attributes that affect *longissimus* muscle tenderness in *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 68, n. 9, p. 2716-2728, sept. 1990.

