

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS

CAMPUS DE JABOTICABAL

MÉTODOS DE CASTRAÇÃO DE MACHOS ABERDEEN ANGUS
x NELORE TERMINADOS EM PASTAGEM

Aline Domingues Moreira
Zootechnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Novembro de 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL

MÉTODOS DE CASTRAÇÃO DE MACHOS ABERDEEN ANGUS
x NELORE TERMINADOS EM PASTAGEM

Aline Domingues Moreira

Orientador: Prof. Dr. Flávio Dutra de Resende

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Novembro de 2013

Moreira, Aline Domingues
M837m Métodos de castração de machos Aberdeen Angus x Nelore
terminados em pastagem / Aline Domingues Moreira. -- Jaboticabal,
2013
x, 72p. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013

Orientador: Flávio Dutra de Resende

Banca examinadora: Izabelle Auxiliadora M. de Almeida Teixeira,
Pedro Veiga Rodrigues Paulino

Bibliografia

1. Acabamento de carcaça. 2. Castração cirúrgica. 3. Condição
sexual. 4. Cortes cárneos. 5. Imunocastração. 6. Qualidade de carne.

I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias.

CDU 636.2:637.5



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: MÉTODOS DE CASTRAÇÃO DE MACHOS ABERDEEN ANGUS X NELORE
TERMINADOS EM PASTAGEM

AUTORA: ALINE DOMINGUES MOREIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. FLAVIO DUTRA DE RESENDE

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA , pela
Comissão Examinadora:

Prof. Dr. FLAVIO DUTRA DE RESENDE

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Colina/SP

Profa. Dra. IZABELLE AUXILIADORA M. DE ALMEIDA TEIXEIRA

Departamento de Zootecnia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. PEDRO VEIGA RODRIGUES PAULINO

Cargill / Nutron / Campinas/SP

Data da realização: 28 de novembro de 2013.

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

ALINE DOMINGUES MOREIRA – nascida no dia 15 de novembro de 1988 na cidade de Ituiutaba, Minas Gerais, filha de Joana das Graças Domingues Moreira e Eurípedes Donizetti Moreira. Concluiu o curso de graduação em Zootecnia em fevereiro de 2011 nas Faculdades Associadas de Uberaba, em Uberaba, sob a orientação da Profa. Dra. Sarita Bonagurio Gallo. Durante a graduação foi monitora das disciplinas de Biologia Celular e Forragicultura. Ingressou no Mestrado em Zootecnia (bolsista CNPq), em agosto de 2011, pelo programa de pós - graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, campus de Jaboticabal, sob orientação do Professor Dr. Flávio Dutra de Resende.

"Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser. Mas graças a Deus não sou o que era antes."

Martin Luther King

Aos meus pais, que sempre estiveram de prontidão e me ensinaram que o estudo é a maior herança que podiam me deixar...

Aos meus mestres e amigos, que sempre me incentivaram a lutar pelo meu sonho...

...dedico.

A essa profissão que vivo todos os dias intensamente do começo ao fim...

...ofereço.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à família maravilhosa que tenho a honra de pertencer: meu pai Eurípedes Donizetti Moreira pelo incentivo para tornar mais esse *nosso* sonho realidade... *Obrigada por ser um herói em minha vida...*, minha amada mãe Joana Domingues Moreira que mesmo longe me guia emocional e espiritualmente... *A você que dedico a minha vida...*, e aos meus irmãos Aldo Moreira e Ana Cláudia Silva e os sobrinhos Ana Gabriely, Guilherme, Gabriel e Enzo.

Ao meu mestre/orientador, Prof. Dr. Flávio Dutra de Resende, a quem respeito e admiro muito. Professor, muito obrigada por tudo: por me receber, pela orientação, apoio, paciência, dedicação, carinho e ainda por me confiar a boiada mais “TOP” que já passou pela APTA de Colina! *É uma honra ter a sua orientação e poder subir esse degrau debaixo das suas asas!*

Ao pesquisador Gustavo Rezende Siqueira pela grandiosa contribuição na condução e elaboração deste trabalho e pela oportunidade de participar do Grupo de Estudos em Produção de Ruminantes, o GEPROR o qual este trabalho pertence... *Sou e serei muito grata a você!*

Ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, UNESP – campus de Jaboticabal e seus professores pelos ensinamentos e oportunidade de realização do mestrado.

Ao CNPq pela bolsa de estudos concedida.

A Profa. Dra. Izabelle Auxiliadora Molina de Almeida Teixeira por aceitar participar das bancas de defesa de projeto, qualificação e defesa dessa dissertação. *Professora, obrigada pelos ensinamentos que muito somaram a essa pesquisa.*

Ao Dr. Pedro Veiga Rodrigues Paulino por despende um pouco do seu tempo em favor deste trabalho. *Sinto-me honrada com sua presença.*

Aos funcionários do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico do Agronegócio, Apta – Alta Mogiana, pelo convívio e auxílio no desenvolvimento do projeto.

Aos vários estagiários do UNIFEB pela ajuda na condução deste projeto.

Ao Minerva Foods® por ter permitido que parte desta pesquisa fosse realizada em suas instalações.

A empresa Bellman Nutrição Animal, pelo apoio com o suplemento utilizado no experimento.

A Josiane Lage, “*Armandinha*”, técnica responsável pela realização das avaliações com ultrassom dos *Pretinhos* e ainda mais por fazê-los conhecer a América! *Obrigada por toda ajuda, companheirismo e por oferecer a mim um pouco da sua imensa simpatia...*

Ao João Paraíba, Jhonny, Verônica, Ivanna, Naiara e demais moradores/irmãos que passaram pela Hospedaria e deixam na minha lembrança incontáveis momentos de alegria e cumplicidade... *Vocês não percebem o carinho que lhes devoto e a absoluta necessidade que tenho de vocês!*

Ao Matheus Moretti, agradeço a generosidade e afeto. *Não preciso dizer o que você significou pra mim, você sabe...*

As minhas irmãs de coração Danielle Borges, Maíra Gonçalves e Flaviana Muniz que embora distantes sempre me apoiam e incentivam. *Amo vocês!*

E por fim, agradeço a Deus, que tem sido fiel e desde o princípio desta trajetória tem me dado forças para tornar possível mais este sonho, para que agora eu possa dividi-lo com vocês: pessoas que fazem a minha vida cada dia melhor...

"A amizade além de contagiosa é totalmente incurável."

Vinicius de Moraes

SUMÁRIO

	Pág.
RESUMO	ix
ABSTRACT.....	x
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	1
Introdução.....	1
Métodos de castração.....	2
Castração cirúrgica.....	3
Imunocastração.....	4
Condição sexual x crescimento animal.....	6
Castração x qualidade da carcaça e da carne.....	9
Referências.....	11
CAPÍTULO 2 – MÉTODOS DE CASTRAÇÃO, DESEMPENHO PRODUTIVO E DEPOSIÇÃO DE TECIDO MUSCULAR E ADIPOSEO EM MACHOS ABERDEEN ANGUS x NELORE TERMINADOS EM PASTAGEM.....	20
Resumo.....	20
Introdução.....	20
Material e métodos.....	21
Resultados.....	29
Discussão.....	38
Conclusões.....	41
Referências.....	42
CAPÍTULO 3 – MÉTODOS DE CASTRAÇÃO, CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E DA CARNE DE MACHOS ABERDEEN ANGUS x NELORE TERMINADOS EM PASTAGEM.....	45
Resumo.....	45
Introdução.....	46
Material e métodos.....	46
Resultados.....	54

Discussão.....	64
Conclusões.....	68
Referências.....	69

MÉTODOS DE CASTRAÇÃO DE MACHOS ABERDEEN ANGUS x NELORE TERMINADOS EM PASTAGEM

RESUMO – O objetivo do estudo foi avaliar o efeito do método de castração (cirúrgico ou imunológico) sobre a deposição de tecido muscular e adiposo, desempenho, características da carcaça e da carne de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore. Foram utilizados 30 animais com peso corporal de $233,0 \pm 38,2$ kg e 8 meses de idade, divididos em três grupos distintos: animais não castrados (NC), castrados cirurgicamente (CC) e imunocastrados (IC) com Bopriva® (anti-GnRH). Para o estudo da dinâmica de deposição de tecido muscular e adiposo foi feita ultrassonografia no início do experimento e posteriormente a cada 42 dias, juntamente com pesagem e coleta de sangue para determinar a concentração sérica de testosterona. Ao final do período experimental todos os animais foram abatidos e suas carcaças avaliadas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado. Houve interação entre tratamento e período de avaliação para ganho médio diário, peso corporal, testosterona, circunferência escrotal, e deposição de músculo e gordura. Em média, as estratégias de castração reduziram o ganho em peso em 12,7 %, conferindo pesos ao abate 7 % superior aos animais não castrados. Não houve diferença significativa para a taxa de deposição de tecido muscular entre os tratamentos, porém o grupo CC teve a maior taxa de deposição de gordura, seguido do IC e NC, resultando em maior espessura de gordura final na carcaça. Os animais NC apresentaram maiores pesos de carcaça quente e fria em relação aos castrados (CC e IC). Os grupos castrados apresentaram as menores perdas por resfriamento em relação aos NC. Em relação aos cortes primários os machos NC tiveram maiores pesos absolutos e rendimentos de dianteiro e menor de ponta de agulha. Quanto ao peso de traseiro, região onde se concentra a maior parte dos cortes nobres da carcaça, os IC apresentaram os menores pesos, porém em relação à participação do corte no peso total da carcaça os animais castrados apresentaram os maiores rendimentos em relação aos NC. Independente do método utilizado, a castração afeta o desempenho de bovinos, resultando em pesos de abate inferiores ao de bovinos não castrados. No entanto, a castração melhora as características da carcaça por conferir melhor acabamento promovendo menor perda de peso durante o resfriamento, aumentar o percentual de traseiro e a proporção de cortes nobres em relação a carcaça fria, diminuir dianteiro na carcaça e influenciar positivamente a qualidade da carne dos animais devido ao menor pH, aparência e gordura intramuscular, sendo o método cirúrgico o mais eficiente para estas variáveis.

Palavras-chave: acabamento de carcaça, castração cirúrgica, condição sexual, cortes cárneos, imunocastração, qualidade de carne

CASTRATION METHODS FROM CROSSBREED ABERDEEN ANGUS x NELORE FINISHED IN PASTURES

ABSTRACT - The objective of the study was to evaluate the effect of castration methods (surgical or immunological) on the deposition of muscular and subcutaneous fat tissues, performance, carcass traits and meat quality traits of beef cattle F1 males Aberdeen Angus x Nelore . Thirty animals were used with body weights of $38.2 \text{ kg} \pm 233.0$ and 8 months old. These were divided into three groups: non-castrated animals (NC), castrated (CC) and immunocastrated (IC) with Bopriva® (anti - GnRH). To study the dynamics of deposition of muscle and adipose tissues was performed ultrasonography at baseline and then every 42 days, along with weighing and blood sampling to determine the serum testosterone concentration. At the end of the experiment all animals were slaughtered and their carcasses evaluated. The experimental design was a completely randomized design. There was an interaction between treatment and evaluation period for average daily gain, body weight, testosterone, CE, and deposition of muscle and fat. On average strategies castration reduced the weight gain of 12.7 %, giving slaughter weights 7 % higher than the uncastrated animals. There was no significant difference in the rate of deposition of muscle tissue between treatments, but the CC group had a higher rate of fat deposition, followed by the IC and NC, resulting in greater fat thickness end of the housing. NC animals showed higher hot and cold carcass than steers (CC and IC). Castrated groups presented lower cooling losses compared to NC. Regarding the primary cuts NC males had higher absolute weights and yields lower front and side cut. Considering the weight of rear area which concentrates most prime cuts of the carcass, the IC had lower weights, but in relation to the participation of the cut on the total weight of the carcass castrated animals had the highest yields compared to NC. Regardless of the method used, castration affects the performance of cattle, resulting in slaughter weights lower than uncastrated cattle. However, castration improved carcass characteristics by: promoting better finish give less weight loss during cooling , increasing the percentage of rear and the proportion of prime cuts over cold carcass decrease front housing and positively influence the quality the flesh of animals because of the lower pH, appearance and intramuscular fat , and the surgical method more efficient for these variables .

Keywords: fat thickness, immunocastration, meat cuts, meat quality, sexual condition, surgical castration

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

A pecuária de corte brasileira constitui-se em atividade de extrema importância social e econômica para o país, sofrendo intensas transformações na última década, resultado da aplicação de técnicas modernas de produção, que permitiram ao setor ganhos em volume e produtividade, determinantes para colocar o Brasil em condição de destaque no cenário mundial, detendo o maior rebanho comercial do mundo e sendo o maior exportador mundial de carne bovina (ABIEC; IBGE, 2013). Essas transformações levaram a alterações importantes em toda a cadeia, desde a produção até o consumo.

No intuito de aumentar a eficiência do sistema produtivo e adequar-se às exigências do mercado consumidor, o pecuarista vem cada vez mais se aprimorando e adotando tecnologias. A manipulação da dieta, uso de diferentes raças e cruzamentos, bem como diferentes condições sexuais representam estas ferramentas disponíveis ao pecuarista, como forma de obter associação positiva dentro de sua realidade de produção (PAULINO et al., 2008).

Adicionalmente, a demanda por produtos com qualidade superior tem incentivado a indústria frigorífica brasileira a criar programas de bonificação, premiando produtores que produzam animais com carcaças com atributos extrínsecos e intrínsecos de qualidade como precocidade, peso, rendimento e principalmente acabamento de gordura ideal. Como exemplo, pode-se citar o Programa de Premiação Angus Marfrig®, que premia em até 10% o valor pago pela arroba, em algumas regiões do país (MARFRIG GROUP, 2013) e o Programa Boi no Ponto do JBS Friboi®, que bonifica em até R\$ 8,00 a arroba do boi castrado (JBS Friboi, 2013).

Posto isso, a utilização de animais castrados é alternativa bastante discutida atualmente, uma vez que, embora se obtenha menor ganho em peso corporal, quando comparado a animais não castrados, pode-se obter carcaças com qualidade superior devido maior deposição de gordura, bem como facilidade no manejo dos animais por

reduzir a frequência de comportamentos sexuais e agressivos indesejáveis, os quais influenciam negativamente a qualidade da carne.

No entanto, a castração apresenta constantes questionamentos como a própria necessidade da técnica, melhor época, idade e método a ser utilizado. O método cirúrgico, mais utilizado nacionalmente, ocasiona prejuízos ao sistema, devido ao fato de provocar dor e estresse fisiológico, refletindo em pior desempenho, podendo ocasionar, em alguns casos, o óbito do animal (CARVALHO et al., 2011).

Assim sendo, a utilização de métodos menos invasivos e estressantes, como a imunização ativa contra o hormônio GnRH (imunocastração), tecnologia recém chegada ao mercado nacional (aprovada para uso em bovinos pelo MAPA, 2010), coloca em discussão a necessidade de utilização dos métodos físicos, uma vez que a técnica consiste em aplicação de doses de uma vacina, o que pode garantir o bem estar do animal, tornando essa tecnologia tema de grande relevância na pecuária atual.

A realização de pesquisas com este foco tem por finalidade aprimorar e validar o uso desta tecnologia no âmbito nacional e auxiliar os integrantes do setor na tomada de decisões, assegurando retorno econômico da atividade e atendimento aos anseios, tanto da indústria quanto dos consumidores finais.

Posto isso, objetivou-se avaliar a produção de testosterona, desenvolvimento testicular, desempenho produtivo, deposição de tecido muscular e adiposo (CAPÍTULO 2) e as características qualitativas da carcaça e da carne (CAPÍTULO 3) de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados pelo método cirúrgico ou não castrados recriados e terminados em pastagem.

2. Métodos de castração

Os métodos de castração podem ser classificados em três grandes grupos: físicos, químicos e hormonais, divididos ainda pela técnica, que em geral é realizada através de remoção cirúrgica dos testículos, ou danificando-os irremediavelmente pela morte dos tecidos ou levando-os a atrofia.

O melhor método de castração é controverso, sendo as circunstâncias e preferência do criador consideradas na escolha da técnica. Para um método ser considerado superior, deve resultar no mínimo de complicações pós-operatórias, desencadear menor estresse no animal e, conseqüentemente, influenciar o mínimo possível no ganho em peso na fase de recuperação pós-operatória (SILVA et al., 2001). Segundo Feijó e Euclides Filho (1998) a escolha do método deve estar relacionada, ainda, com a época do ano, clima da região e objetivos do sistema de produção.

2.1. Castração cirúrgica

Dentre as técnicas de castração mais utilizadas no Brasil está a cirúrgica (SILVA et al., 2003), na qual há extirpação total dos testículos através de duas incisões laterais na bolsa escrotal ou com a remoção do ápice do escroto (ablação) (Figura 1). O método cirúrgico provoca dor e estresse fisiológico, que de acordo com a AVMA (2012) são fatores que devem ser minimizados para prever o bem-estar animal, tema de grande destaque atualmente.

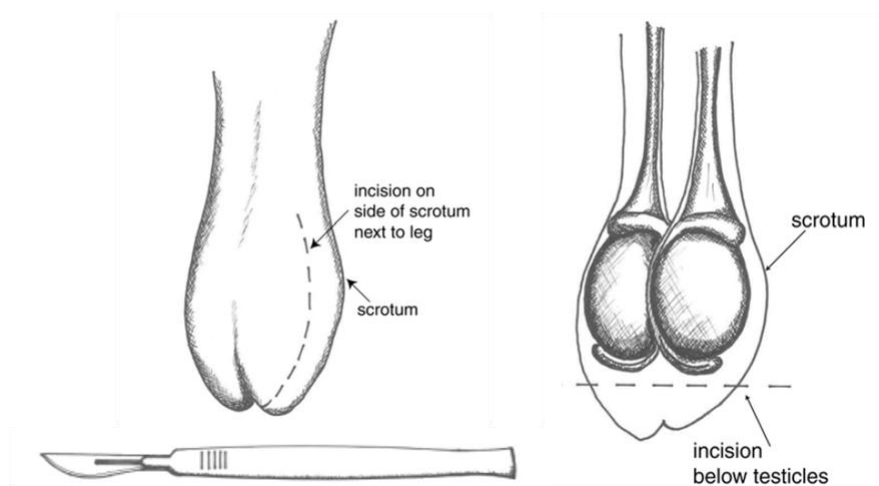


Figura 1. Incisões laterais (a esquerda) e ablação (a direita), realizadas no método cirúrgico. Fonte: ANDERSON (2007).

De acordo com Silva et al. (2001) diversas complicações podem ocorrer após a castração, como edema, miíases, retenção de coágulos, hemorragia e granuloma. Estudo realizado por Carvalho, Silva e Hoe (2011) revela os impactos negativos que a

castração cirúrgica pode trazer aos pecuaristas que adotam esta técnica. Em quatro propriedades foram castrados 500 bovinos por ablação ou incisão lateral da bolsa escrotal. Os animais foram pesados no dia da castração e 28 dias após a cirurgia, sendo avaliados quanto às complicações pós-operatórias. Constataram-se 14,8% de miíase, 1,8% de hemorragia, 3,8% de funiculite, 5,4% de abscesso, 1,6% de granuloma e 0,4% de óbito. Em todas as propriedades houve impacto no ganho em peso nos primeiros 28 dias após a castração, sendo que em uma das fazendas avaliadas, 34,6% dos animais perderam peso neste período.

Estes resultados corroboram com outros estudos (AMATAYAKUL-CHANTLER et al., 2013; SILVA et al., 2003; SILVA et al., 2009 e PÁDUA et al., 2003) refletindo a realidade da castração cirúrgica em bovinos e trazendo à tona a necessidade de técnicas alternativas ao método utilizado atualmente.

2.2. Imunocastração (imunização ativa contra GnRH)

Ao atingir a puberdade, por volta dos 11 aos 15 meses (JANETT et al., 2012a; FRENEAU et al., 2006) o bovino passa por aumento na produção de hormônios que definem características reprodutivas secundárias, sendo o principal hormônio responsável o liberador de gonadotrofinas, o GnRH (HAFEZ & HAFEZ, 2004).

O GnRH é um decapeptídeo produzido no hipotálamo e fornece ligação humoral entre sistemas endócrino e nervoso, agindo na hipófise anterior, induzindo secreção de hormônios gonadotróficos (hormônio luteinizante - LH e hormônio folículo-estimulante - FSH). Estas duas gonadotrofinas agem nas gônadas, estimulando o crescimento testicular, espermatogênese e esteroidogênese. O LH e FSH têm influência em diversos aspectos da espermatogênese. O FSH atua em fases críticas da maturação dos espermatócitos, por meio da estimulação das células de Sertoli, enquanto o LH estimula o crescimento testicular e secreção de testosterona, entre outros hormônios esteroides nas células de Leydig (HAFEZ e HAFEZ, 2004).

A testosterona, bem como outros esteroides testiculares, são liberados na circulação e transportados a vários tecidos, atuando em diversas funções, incluindo

feedback de regulação da secreção de GnRH, LH e FSH, tal como no desenvolvimento das características sexuais masculinas (HAFEZ e HAFEZ, 2004; STANISLAUS et al., 1998; METZ et al., 2002; JAROS et al., 2005).

O princípio da imunocastração baseia-se na aplicação de doses de uma vacina contendo uma forma modificada de GnRH conjugada a uma proteína, capaz de estimular o sistema imunológico do animal a produzir anticorpos específicos contra o GnRH (ZAMARATSKAIA et al., 2007; ROBERTSON et al., 1979).

A utilização do próprio sistema imune do animal para suprimir o GnRH interrompe o eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal, através do estabelecimento de barreira imunológica, a qual interrompe a passagem de GnRH do local de liberação no hipotálamo ao local de ação, na hipófise. A supressão do GnRH, impede o estímulo da secreção de LH e FSH pela glândula pituitária, e conseqüentemente, reduz o desenvolvimento dos testículos, síntese de hormônios esteroides e espermatogênese (OONK et al., 1998; ADAMS, 2005; CLAUS et al., 2007; BAUER et al., 2008; PAULY et al., 2009; ZANELLA et al., 2009).

O protocolo de vacinação consiste na aplicação da primeira dose, que atua sensibilizando o sistema imunológico do bovino, produzindo efeito após segunda dose (reforço), administrada entre 4 a 12 semanas após a primeira dose (ROBERTSON et al., 1979).

Em touros imunocastrados com Bopriva®, Janett et al. (2012a) encontraram forte resposta imune (pico de anticorpos anti - GnRH) acompanhada de supressão na secreção de testosterona, a partir da segunda semana, garantindo somente a partir deste momento a efetiva castração do animal. Comportamento similar nas curvas de produção de testosterona e desenvolvimento testicular são relatados no estudo, onde concomitante com a inibição da secreção de testosterona foi a supressão do crescimento testicular. Porém, 12 semanas após o reforço houve aumento na concentração do hormônio e retomada no crescimento do perímetro escrotal.

Destes resultados, conclui-se que para inibição sustentada da reprodução, a revacinação (3ª reforço) é necessária, que de acordo com Janett et al. (2012b) deve ser por volta de 22 semanas após o segundo reforço, quando os testículos retomam o

crescimento, e os níveis de testosterona e comportamento do macho começam a ser expressos. Geralmente esta situação ocorre em sistemas de produção que castram bovinos à desmama, onde os animais passam por longo período de recria antes de serem terminados.

Esta técnica é aprovada em mais de 50 países e aplicada com sucesso há mais de uma década na produção de suínos, para redução do odor de macho inteiro (*boar taint*), melhorando a qualidade da carne e produtividade no período de terminação. Bonneau e Enright (1995), numa ampla revisão bibliográfica sobre imunocastração em bovinos e suínos, concluíram que a imunocastração, realizada por meio do anti-GnRH, pode ser solução para se ter animais com temperamento e características de carcaça e carne semelhantes aos castrados, sem os riscos e mão de obra que as operações cirúrgicas implicam.

Estudos têm mostrado redução na frequência do comportamento agressivo em grupos de machos imunizados com anti-GnRH quando comparados aos grupos de animais não castrados. Quando comparado ao grupo de animais castrados cirúrgicamente, os resultados se equivalem (PRICE et al., 2003; HUXSOLL, PRICE e ADAMS, 1998 e JAGO et al., 1997).

Adicionalmente, questões relacionadas ao estresse decorrente da castração convencional, vista por muitas pessoas como eticamente questionável, tem motivado a condução de pesquisas no mundo com objetivo de controlar o sofrimento animal e garantir o benefício econômico máximo, sem negligenciar as condições de bem-estar animal (SILVA et al., 2003; STAFFORD e MELLOR, 2005; ROLLIN, 2003; PÁDUA, et al., 2003 e MOURA, et al. 2010).

3. Condição sexual x crescimento animal

De acordo com Bonilha et al. (2007), o conhecimento sobre o padrão de deposição dos principais constituintes corporais permite tomar decisões gerenciais e de grande impacto econômico dentro do sistema de produção. Dessa forma, estratégias

que permitam controlar ou alterar a curva de crescimento dos bovinos, bem como manipular a dinâmica de deposição dos tecidos são de grande valia dentro de um sistema produtivo. Fatores de ordem genética e ambiental são os principais determinantes do padrão de deposição dos tecidos e constituintes corporais e, conseqüentemente, da composição corporal de bovinos de corte (LOHMAN, 1971).

Luchiari Filho (2000) definiu como crescimento o processo pelo qual a massa corporal do animal aumenta em determinado espaço de tempo, sendo característica peculiar de cada espécie. O crescimento dos componentes corporais, em relação ao corpo, segue padrão de crescimento alométrico, seguindo curva típica sigmoide, ao longo da vida; durante primeira etapa da vida é lento, seguido por período de autoaceleração, até atingir ponto máximo por volta da puberdade, e após, passando por fase de autodesaceleração (BERG e BUTTERFIELD, 1976). A medida que o animal se aproxima do peso à maturidade, a porcentagem de músculo depositado por quilo de ganho tende a diminuir, enquanto a proporção de gordura tende a aumentar (ABERLE, 1975).

A regulação do processo de formação do músculo esquelético (hiperplasia), que ocorre no período pré natal, envolve ativação, proliferação e diferenciação de várias linhagens de células miogênicas que, posteriormente, sofrem influencia dos fatores de regulação miogênica, sendo denominadas mioblastos (células uninucleadas e mitoticamente ativas). No período pós-natal, o crescimento do tecido muscular ocorre por hipertrofia, onde é observado aumento no número de núcleos e miofibrilas nas fibras musculares pré-existentes. O aumento no tamanho celular ocorre a partir da proliferação e diferenciação de células satélites, as quais proliferam-se e fundem-se com a fibra muscular pré existente. Posteriormente, as células satélites começam a sintetizar proteínas, aumentando o volume das fibras musculares (OWENS, DUBESKI e HANSON, 1993; DAL PAI-SILVA e CARVALHO, 2007).

A testosterona, hormônio presente no macho, é responsável pelo dimorfismo sexual, diferenciação dos órgãos reprodutivos internos e externos, desenvolvimento e manutenção das características sexuais secundárias do macho, comportamento sexual e início da espermatogênese, estando associada ao balanço positivo de

nitrogênio, aumento de proteína e redução da gordura na carcaça (BARDIN e CATTERALL, 1981; SCHANBACHER e CROUSE, 1980). A testosterona atua estimulando a proliferação de células-satélites aumentando significativamente a capacidade de síntese protéica do músculo (FLORINI, 1987; SPENCER, 1985 citados por PAULINO et al., 2009). De acordo com Fletcher et al. (1986), a maior taxa de acréscimo de proteína no corpo vazio de machos não-castrados em relação aos machos castrados relaciona-se à secreção e ao efeito anabólico desse hormônio sobre a síntese de proteína corporal.

Os efeitos benéficos dos testículos e suas secreções endócrinas sobre a eficiência da produção pelo macho são bem documentados (GORTSEMA et al., 1974; FRITSCHÉ e STEINHART, 1998; FIELD, 1971; SEIDEMAN et al., 1982). A taxa de deposição de proteína no corpo vazio é maior em machos não castrados (PAULINO et al., 2009), refletindo assim em maior eficiência alimentar e taxa de crescimento, quando comparados a machos castrados (EUCLIDES FILHO et al., 2001).

Como a composição do corpo vazio é determinante das exigências nutricionais, a condição sexual é fator determinante dos requerimentos de energia líquida para manutenção (ELm) e ganho (ELg) utilizada para síntese e deposição de proteína e gordura (NRC, 1996). O Agricultural Research Council - ARC (1980) estimou, com base em estudos calorimétricos, o requerimento de ELm em $0,53 \text{ MJ/kg}^{0,67}/\text{dia}$ para machos castrados e para machos não castrados recomendou acréscimo de 15%, devido a à maior quantidade de proteína no corpo do animal, que é mais ativa metabolicamente que o tecido adiposo, uma vez que a reciclagem proteica e o transporte de íons através das células representam mais de 50% do gasto total da energia para manutenção (BALDWIN, SMITH e TAYLOR, 1980).

Para que um animal deposite tecido muscular é necessário que seu crescimento líquido (diferença entre síntese e degradação– ambos processos são contínuos), seja positivo (aumento do anabolismo ou redução no catabolismo) (OWENS, DUBESKI e HANSON, 1993). De acordo com o NRC (2000), a ELg para machos castrados são 18% superiores às exigências de machos não castrados, sendo que diferenças observadas na composição do ganho de corpo vazio explicam a maior exigência de energia para

ganho de machos castrados em relação aos não castrados. Como a concentração de gordura no ganho de peso possui tendência de elevar-se à medida que os animais ficam mais pesados e alcançam a maturidade, há aumento nas exigências líquidas de energia para ganho de peso devido ao maior custo energético para deposição de gordura (NRC, 1996).

As exigências líquidas de proteína para crescimento e terminação são dependentes do conteúdo de matéria seca livre de gordura no peso ganho, portanto, em decorrência da variação na composição e da taxa de ganho, observa-se que requerimentos líquidos de proteína para ganho são maiores em machos não castrados (GEAY, 1984).

Quando realizada antes da puberdade, a castração impõe a completa interrupção do desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários e torna o novilho diferente do touro. Animais castrados antes da puberdade não apresentam impulso sexual e adquirem comportamento menos sujeito ao estresse. Realizada após a puberdade, os efeitos são menos pronunciados e a regressão dos caracteres sexuais secundários varia em intensidade. Rapidamente desaparece a libido, assim como se atrofiam as glândulas anexas do trato genital, principalmente as vesículas seminais e a glândula bulbo uretral (KOLB, 1987; FEIJÓ, 1997).

De acordo com Euclides Filho et al. (2001) quando se trabalha com tourinhos mestiços o ideal é que a castração seja realizada na desmama, considerando a precocidade reprodutiva e a maior facilidade de manejo, além da provável redução no efeito do estresse. No entanto, para Freitas et al. (2008), sendo necessária a castração o interessante seria prolongar ao máximo o efeito destes andrógenos sobre o desenvolvimento dos animais.

4. Condição sexual x características de carcaça e carne

De acordo com Seideman et al. (1982), o dimorfismo provocado pela testosterona pode influenciar as características da carcaça dos bovinos. Maiores pesos ao abate, peso de carcaça quente e fria, melhor conformação muscular e maior

proporção do quarto dianteiro (local de cortes de menor valor agregado) e menor deposição de gordura em tourinhos em relação a animais castrados são relatados em diversos estudos (RIBEIRO et al., 2004; FREITAS et al., 2008; SILVA et al., 2008; VITTORI et al., 2006; EUCLIDES FILHO et al., 2001; RESTLE et al., 1994; RESTLE, GRASSI e FIEJÓ 1996; SEIDEMAN et al., 1982).

Quanto ao método de castração, Bonneau e Enright (1995) em revisão, concluíram que o desenvolvimento corporal e características de carcaça de bovinos imunocastrados foram intermediárias entre animais não castrados e castrados de forma convencional. Ribeiro et al. (2004) estudando crescimento, características da carcaça e carne de bovinos *Bos indicus* não castrados, imunocastrados ou castrados cirurgicamente criados em pasto, encontraram valores médios de peso corporal, ganho de peso diário, rendimento e percentagem de músculo na carcaça superiores para o grupo de animais não castrados e maior percentagem de gordura em animais imunocastrados e castrados. Por outro lado, observou em animais imunocastrados e castrados de forma convencional maior porcentagem de gordura na composição da carcaça e maiores escores de marmoreio.

Amatayakul-Chantler et al. (2013) relataram maior taxa de ganho diária, com pesos e rendimentos de carcaça quente superiores em animais imunocastrados comparados ao grupo castrado cirúrgico, não havendo efeitos negativos sobre as características da carcaça. Entretanto, Roça et al. (2011) demonstraram que bovinos imunizados anti-GnRF apresentaram maior área de olho de lombo em relação aos castrados pelo método tradicional.

Dentre as características de qualidade da carne, as de maior relevância são a cor no momento da compra e a maciez durante o consumo (RAMOS e GOMIDE, 2007). Segundo Felício (1993), por animais não castrados serem mais ativos, são mais susceptíveis a apresentar carne “DFD” (“dark, firm and dry”, ou seja, escura, dura e seca) com pH elevado (acima de 5,8), representando assim, desvantagem na comercialização da carne desses animais.

O pH influencia diretamente a capacidade de retenção de água, pois determina o número de cargas livres das cadeias de actomiosina e sua capacidade para ligar a água

(BOND, CAN e WARNER, 2004). O seu declínio está intimamente ligado com o metabolismo de glicogênio, portanto, músculos que perdem reservas de glicogênio durante a condição de estresse pré-abate apresentam suprimento inicial de energia pequeno, diminuindo a formação de ácido lático e, conseqüentemente, impedindo que o pH decresça normalmente (JUDGE et al., 1989).

A intensidade de declínio do pH é um dos fatores mais importantes no processo de amaciamento da carne pós-abate, pois alteram a estrutura do músculo, a liberação de cálcio e a atividade das enzimas cálcio- dependentes (calpaínas) (DRANSFIELD, 1994). Field (1971) e Vaz, Restle e Feijó (2001) descreveram vantagem dos animais castrados sobre os não castrados quanto à maciez da carne. Morgan et al. (1993) verificaram que animais não castrados apresentaram maiores valores de força de cisalhamento, e relataram menor fragmentação das miofibrilas na carne de animais não castrados, o que estaria associado ao maior nível da calpastatina.

Amatayakul-Chantler et al. (2013) não observaram diferenças entre imunocastrados e castrados cirurgicamente para pH, maciez, cor da carne, perda por cocção e cor da gordura em animais terminados em pastagem.

4. Referências

ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; GERRARD, D. E.; MILLS, E. W. Principles of meat science. 4th ed. Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque, IA. 354p. 1975.

ADAMS, T.E. Using gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and GnRH analogs to modulate testis function and enhance the productivity of domestic animals. **Animal Reproduction Science**, v.88, 127-139, 2005.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1980. The nutrient requirements of ruminants livestock. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 351p.

AMATAYAKUL-CHANTLER, S.; HOE F.; JACKSON, J.A.; ROCA, R.O.; STEGNER, J.E.; KING, V.; & HOWARD R. Effects on performance and carcass and meat quality attributes following immunocastration with the gonadotropin releasing factor vaccine

Bopriva or surgical castration of *Bos indicus* bulls raised on pasture in Brazil. **Meat Science**, 95, 78–84, 2013.

ANDERSON N. Castration of calves. Ontario. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. **Fact Sheet Animal Science**. Order NO. 07-029. June, 2007. AGDEX 420/26.

ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE – ABIEC. Balanço da pecuária. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br/texto.asp?id=8>>. Acesso em 10 de junho de 2013.

AVMA - AMERICAN VETERINARY MEDICAL ASSOCIATION. Welfare Implications of Castration of Cattle. 2012. Disponível em: <<https://www.avma.org/KB/Resources/Backgrounders/Documents/castration-cattle-bgnd.pdf>>. Acesso em 27 jun. 2013.

BALDWIN, R.L.; SMITH, N.E.; TAYLOR, J. et al. Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. **Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.1416-1428, 1980.

BARDIN C. W. e CATTERALL, J. F. Testosterone: A Major Determinant of Extragenital Sexual Dimorphism. **Science**, VOL. 211, 20, 1981.

BAUER, A; LACORN, M.; DANOWSKI, K. e CLAUS, R. Effects of immunization against GnRH on gonadotropins, the GH-IGF-I-axis and metabolic parameters in barrows. **Animal**, v. 2, supp. 8, p. 1215-1222, 2008.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. New concepts of cattle growth. Sydney: University Press, 1976. 240p.

BOND, J.J.; CAN, A.B.; WARNER, R.D. The effect of exercise in quality attributes and proteins in Semimembranosus muscle of lamb. **Meat Science**, v.68, p.469-477, 2004.

BONILHA, S.F.M.; PACKER, I. U.; FIGUEIREDO, L. A.; RESENDE, F. D.; ALLEONI, G. F. e RAZOOK, A. G. Efeito da seleção para peso pós-desmame sobre a composição corporal de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1282-1287, 2007.

BONNEAU, M. e ENRIGHT, W. J. Immunocastration in cattle and pigs. **Livestock Production Science**, 42, 192–200, 1995.

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

CLAUS, R.; LACORN, M.; DANOWSKI, K.; PEARCE e BAUER, B. Short-term endocrine and metabolic reactions before and after second immunization against GnRH in boars. **Vaccine**, 40 v.25, p.4689-4696, 2007.

DAL PAI-SILVA, M. e CARVALHO, R.F. Mecanismos celulares e moleculares que controlam o desenvolvimento e o crescimento muscular. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, suplemento especial, p.21-31, 2007.

DRANSFIELD, E. Optimisation of tendernisation, ageing and tenderness. **Meat Science**, vol. 36, n.1, p.105-121, 1994.

EUCLIDES FILHO, K.; FEIJÓ, G. L. D.; FIGUEIREDO, G. R.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA L. O. C.; CUSINATO, V. Q. Efeito de Idade à Castração e de Grupos Genéticos sobre o Desempenho em Confinamento e Características de Carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30 n.1, p. 71-76, 2001.

FEIJÓ, G. L. D. Castração de bovinos de corte: a decisão é do produtor. **Gado de Corte Divulga – EMBRAPA**, n. 22, 1997, 4p.

FEIJÓ, G.L.D. e EUCLIDES FILHO, K. Efeito de diferentes sistemas de produção sobre as características das carcaças de bovinos de dois grupos genéticos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. v.4, p.659-661.

FELICIO, P.E. Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne vermelha. In: SIMPÓSIO DA REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Niterói: SBZ, 1993. p.43-52, 1993.

FIELD, R. A. Effect of castration on meat quality and quantity. **Journal of Animal Science**, 32 (5), 849–858, 1971.

FLETCHER, J.M.; LOBLEY, G.E.; CONNELL, G.E. Effects on growth and body composition of androgen deprivation by castration or autoimmunization to LH-releasing hormone in the male rat under conditions of controlled food intake. **Endocrinology**, v.110, n.1, p.97-102, 1986.

FLORINI, J.R. Hormonal control of muscle growth. **Muscle & Nerve**, v.10, n.7, p.577-598, 1987.

FRENEAU, G. E.; VALE FILHO, V. R.; MARQUES JR, A. P. e MARIA, W. S. Puberdade em touros Nelore criados em pasto no Brasil: características corporais, testiculares e seminais e de índice de capacidade andrológica por pontos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.6, p.1107-1115, 2006.

FREITAS, A. K.; RESTLE, J.; PACHECO, P. S.; PADUA, J. T.; LAGE, M. E.; MIYAGI, E. S. e SILVA, G. F. R. Características de carcaças de bovinos Nelore inteiros vs castrados em duas idades, terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1055-1062, 2008.

FRETSCHE, S. e STEINHART, H. Differences in natural steroid hormone patterns of beef from bulls and steers. **Journal of Animal Science**, 76:1621-1625, 1998.

GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.766-778, 1984.

GORTSEMA, S. R.; JACOBS, J. A.; SASSER, T. L.; GREGORY, T. L. e BULL, R. C. Effects of endogenous testosterone on production and carcass traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**, 39:680-686, 1974.

HAFEZ, E.S.E. e HAFEZ, B. **Reprodução Animal**. São Paulo, Brasil: Manole, 7ed, 24 2004, 513p.

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

IBGE. Indicadores IBGE. Estatística da Produção Pecuária. Junho de 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201301_publ_completa.pdf>. Acesso em 20 de julho de 2013.

JAGO, J. G. Evaluation of a vaccine to control bull behaviour. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production**, vol. 57, 1997.

JANETT, F., GERIG, T., TSCHUOR, A. C., AMATAYAKUL-CHANTLER, S., WALKER, J., HOWARD, R., BOLLWEIN, H. & THUN, R. Vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with Bopriva significantly decreases testicular development, serum testosterone levels and physical activity in pubertal bulls. **Theriogenology**, 78, 182–188, 2012a.

JANETT, F., GERIG, T., TSCHUOR, A. C., AMATAYAKUL-CHANTLER, S., WALKER, J., HOWARD, R., BOLLWEIN, H.; HARTNACK e THUN, R. Effect of vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with Bopriva® in the prepubertal bull calf. **Animal Reproduction Science**, 131(1-2):72-80, 2012b.

JAROS, P.; BÜRGI, E.; STÄRK, K.D.C. et al. Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. **Livestock Production Science**, v.92, p.31-38, 2005.

JUDGE, M. D.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; HEDRICK, H. B.; MERKEL, R. A. **Principles of meat science**. 2nd ed. Dubuque: Kendall Hunt, 1989. 351 p.

KOLB, E. **Fisiologia Veterinária**. 4^o ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987, 612 p.

LOHMAN, T.G. Biological variation in body composition. **Journal of Animal Science**, v.32, n. 4, p. 647-653, 1971. London and New York: Elsevier Applied Science.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

MARFRI GROUP. **Tabela de Premiação Angus Marfrig.** Disponível em: <<http://www.marfrig.com.br/fomento/premiacoes/programa-premiacao-angus/index.asp>>. Acesso em: 01 de junho de 2012.

METZ, C.; HOHL, K.; WAIDELICH, S. DROCHNER, W. e CLAUS, R. Active immunization of boars against GnRH at an early age: consequences for testicular function, boar taint accumulation and N-retention. **Livestock Production Science**, v.74, p.147-157, 2002.

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

MOURA, M. I. ; GOULART, D. S. ; ORLANDO, C. F. P. ; FRANCO, L. G. ; SILVA, O. C. E SILVA, L. A. F. Dermatite digital em bovinos da raça nelore: avaliação do ganho de peso, medidas testiculares e epididimárias, no pós-operatório das lesões. **Veterinária e Zootecnia**. 17(2): 239-249, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 rev. ed. National Academy Press, Washington, D.C.: 2000. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National AcademicPress, 1996. 242p.

OONK, H.B.; TURKSTRA, J.A.; SCHAAPER, W.M.M.; ERKENS, J. H.; SCHUITMAKER-DE WEERD, M. H.; VAN NES, A. VERHEIJDEN, J. H. e MELOEN, R. H. New GnRH-like peptide construct to optimize efficient immunocastration of male pigs by immunoneutralization of GnRH. **Vaccine**, v.16, p.1074-1082, 1998.

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

PÁDUA, J. T.; OLIVEIRA, M. P.; SILVA, L. A. F.; VIEIRA, L. S.; FIGUERÊDO, E. J.; MORALES, D. C. S. P. Efeito de métodos de castração e do uso de vermífugos sobre o ganho em peso de bovinos mestiços leiteiros. **Ciência Animal Brasileira**, v.4, n.1, 2003.

PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; FONSECA, M. A.; VÉRAS, R. M. L.; OLIVEIRA, D. M. Desempenho produtivo de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais alimentados com dietas contendo dois níveis de oferta de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1079-1087, 2008.

PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHO, S. C.; S. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; FONSECA, M. A.; MARCONDES, M. I. Deposição de tecidos e componentes químicos corporais em bovinos Nelore de diferentes classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.12, p.2516-2524, 2009.

PAULY, C.; SPRING, P.; O'DOHERTY, J.V.; AMPUERO KRAGTEN, S. e BEE, G. Growth performance, carcass, characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated immunocastrated (Improvac®) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. **Animal**, p.1-10, 2009.

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

RAMOS, E. M. e GOMIDE, L. A. M. Avaliação da qualidade de carnes. Fundamentos e metodologias. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007.

RESTLE, J.; GRASSI, C. e FIEJÓ, G. L. D. Características das carcaças e da carne de bovinos inteiros ou submetidos a duas formas de castração, em condições de pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 2, 1996.

RESTLE, J.; GRASSI, C.; FIEJÓ, G. L. D. Evolução do peso de bovinos de corte inteiros ou castrados em diferentes idades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.10, p.1631-1635, 1994.

RIBEIRO, E. L. A.; HERNANDEZ, J. A.; ZENELLA, E. L.; SHIMOKOMAKI, M.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H.; YOUSSEF, E.; RIBEIRO, H. J. S. S.; BOGDEN, R. e REVEES, J.J. Growth and carcass characteristics of pasture fed LHRH immunocastrated, castrated and intact Bos indicus bulls. **Meat Science**, Exeter, v.68, p.285-290, 2004.

ROBERTSON, I. S., et al. Immunological castration in male cattle. **Veterinary Record**, 105:556, 557, 1979.

ROÇA, R. O.; JACKSON, J. A.; HOE, F.; STEGNER, J.; CARVALHO, F. S. R.; DA SILVA, C. R.; LOPEZ, E.; KING, V.; AMATAYAKUL-CHANTLER, S. Bopriva®: Its effect on meat and carcass quality in male cattle on pasture. In: 57th International Congress of Meat Science and Technology, 7 – 12 August 2011, Ghent, Belgium.

ROLLIN, B.E. An ethicist's commentary on the elastrator for older bulls. **Canadian Veterinary Journal**, v. 44, p.624, 2003.

SCHANBACHER, B. D. e CROUSE, J. D. Growth and performance of growing-finishing lambs exposed to long or short photoperiods. **Journal of Animal Science**, vol.51, n. 4, 943-948, 1980.

SEIDMAN, S. C.; CROSS, H. R.; OLTJEN, R. R. e SCJANBACHER, B. D. Utilization of the intact male for red meat production. **Journal of Animal Science**, vol.55, n.4, 826–840, 1982.

SILVA, F. V.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; BARROS, R. C.; PIRES, D. A. A.; MENEZES, G. C. C. e CALDEIRA, L. A. Ganho de peso e características de carcaça de bovinos Nelore castrados ou não-castrados terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2199-2205, 2008.

SILVA, L. A. F.; FILHO, P. R. L. V.; ALMEIDA, C. F.; RABELO, R. E.; FIORAVANTI, M. C. S.; EURIDES, D. Complicações pós-operatórias em bovinos submetidos a duas técnicas de orquiectomia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BUIATRIA, 4., 2001, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2001. p. 140.

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

SILVA, L. A. F.; COSTA, A.C.; SOARES, L.K., BORGES, N.C., FERREIRA, J.L.; CARDOSO, L.L. Orquiectomia em bovinos empregando abraçadeira de náilon na hemostasia preventiva: efeito da estação do ano, método de contenção e técnica cirúrgica. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 261-270, 2009.

SPENCER, G.S.G. Hormonal systems regulating growth. A review. **Livestock Production Science**, v.12, n.1, p.31-46, 1985.

STAFFORD, K.J.; MELLOR, D.J. The welfare significance of the castration of cattle: a review. New Zeland. **Veterinary Jour Journal**, v.53, p.271-278, 2005.

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

VAZ, F.N.; RESTLE, J.; FEIJÓ, G.L.D. et al. Qualidade e composição química da carne de bovinos não-castrados ou castrados de diferentes grupos genéticos Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.518-525, 2001.

VITTORI, A.; QUEIROZ, A.C.; RESENDE, F.D.; GESUALDI JÚNIOR, A.; ALLEONI, G. F.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A. e GESUALDI, A. C. L. S. Características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos, castrados e não castrados, em fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2085-2092, 2006.

ZAMARATSKAIA, G.; RYDHMER, L.; ANDERSSON, H.K.; CHEN, G.; LOWAGIE, S.; ANDERSON, K. e LUNDSTROM, K. Long –term effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone, using Improvac™, on hormonal profile and behavior of male pigs. **Animal Reproduction Science**, v.108, 29 p.37-48, 2007.

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

CAPÍTULO 2 - MÉTODOS DE CASTRAÇÃO, DESEMPENHO PRODUTIVO E DEPOSIÇÃO DE TECIDO MUSCULAR E ADIPOSEO EM MACHOS ABERDEEN ANGUS x NELORE TERMINADOS EM PASTAGEM

RESUMO – Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito do método de castração (cirúrgico ou imunológico) sobre o desempenho produtivo e a deposição de músculo e gordura em 30 machos F1 Aberdeen Angus x Nelore com pesos corporais médio de $233,0 \pm 38,2$ kg e 8 meses de idade ao início da fase experimental. Os animais foram mantidos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu recebendo 3 g/ kg de peso corporal de suplemento proteico energético. Os animais foram divididos em três grupos distintos: não castrados (NC), castrados pelo método cirúrgico (CC) e imunocastrados (IC) com Bopriva®. A vacina foi aplicada no início da fase experimental, com reforços 84 e 237 dias após a primeira dose. A cirurgia no grupo CC foi realizada juntamente com a primeira dose da imunovacina. Para o estudo da dinâmica de crescimento dos animais (deposição de tecido muscular e adiposo), foi realizada ultrassonografia no início do experimento e posteriormente a cada 42 dias, juntamente com pesagem precedida de jejum de sólidos e líquidos de 16 horas. A significância foi declarada a $P \leq 0,10$. Houve interação ($P < 0,10$) para todas características avaliadas. O ganho de peso dos animais NC foi superior a ambos os grupos de animais castrados. Em média as duas estratégias de castração reduziram o ganho de peso em 12,7% ($P < 0,10$) e em 7% o peso final dos animais ($P < 0,10$). Não houve diferença significativa ($P > 0,10$) para a taxa de deposição de área de olho de lombo (AOL) entre condição sexual, porém o grupo CC teve a maior ($P < 0,10$) taxa de deposição de gordura subcutânea (EGS), seguido do IC e NC. Independente do método utilizado, a castração afetou o desempenho de machos Aberdeen Angus x Nelore, resultando em pesos de abate inferiores aos não castrados. No entanto, a castração melhorou as características da carcaça por conferir melhor acabamento (espessura de gordura subcutânea), sendo o método cirúrgico o mais eficiente para esta característica.

Palavras-chave: anti-GnRH, área de olho de lombo, condição sexual, gordura subcutânea, ultrassonografia, testosterona

1. Introdução

Existem na literatura científica informações sobre a vantagem do uso de animais não castrados em comparação aos castrados, quanto à eficiência biológica de transformar alimento em peso e a maior qualidade da carcaça (GORTSEMA et al.,

1974; SEIDEMAN et al. 1982; RESTLE et al., 1994; EUCLIDES FILHO et al., 2001; PAULINO et al., 2008; SILVA et al., 2008).

Tradicionalmente o método de castração cirúrgico é o mais utilizado no Brasil, e a recente chegada da técnica da imunocastração (imunização ativa contra o hormônio GnRH) no mercado nacional coloca em discussão a necessidade de utilização de métodos físicos de castração. No entanto, nacionalmente, como grande parte da terminação de bovinos dá-se em pastagens tropicais, há uma carência de estudos que avalie a eficácia dessa tecnologia neste tipo de sistema de produção, principalmente comparada ao método tradicional de castração, tornando-se então tema de grandes questionamentos no cenário pecuário atual.

Adicionalmente, o crescente incentivo de frigoríficos brasileiros através de programas de bonificação para animais castrados, que produzam carcaças com atributos específicos de qualidade, estimula a produção dos mesmos por equiponderar o seu menor desempenho em relação aos animais não castrados.

Posto isso, objetivou-se com este estudo avaliar o desempenho produtivo, deposição de tecido muscular e adiposo em machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem.

2. Material e métodos

Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso dos Animais (CEUA) da Universidade Estadual Paulista – *Campus* Jaboticabal, (Protocolo nº 004465/13), estando todos os procedimentos aqui realizados de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA).

2.1. Local e clima

O experimento foi executado no período de 21/07/2011 a 11/07/2012, na unidade de pesquisa do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da

Alta Mogiana, órgão da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, em Colina/SP, Brasil;; localizada na latitude de 20° 43' 05" S e Longitude 48° 32' 38"W, sendo o clima da região do tipo Aw (segundo classificação de Köppen) e o solo classificado como latossolo vermelho-escuro, fase arenosa, com topografia quase plana e de boa drenagem.

Os dados de precipitação e temperatura máxima e mínima durante todo período experimental foram obtidas no banco de dados do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO–IAC, Campinas/SP) referente ao município de Colina/SP, cuja estação meteorológica está situada na Unidade de Pesquisa. A precipitação total em 356 dias foi de 1128 mm e temperatura máxima e mínima de 29,2 e 15,4 °C, respectivamente (Figura 1).

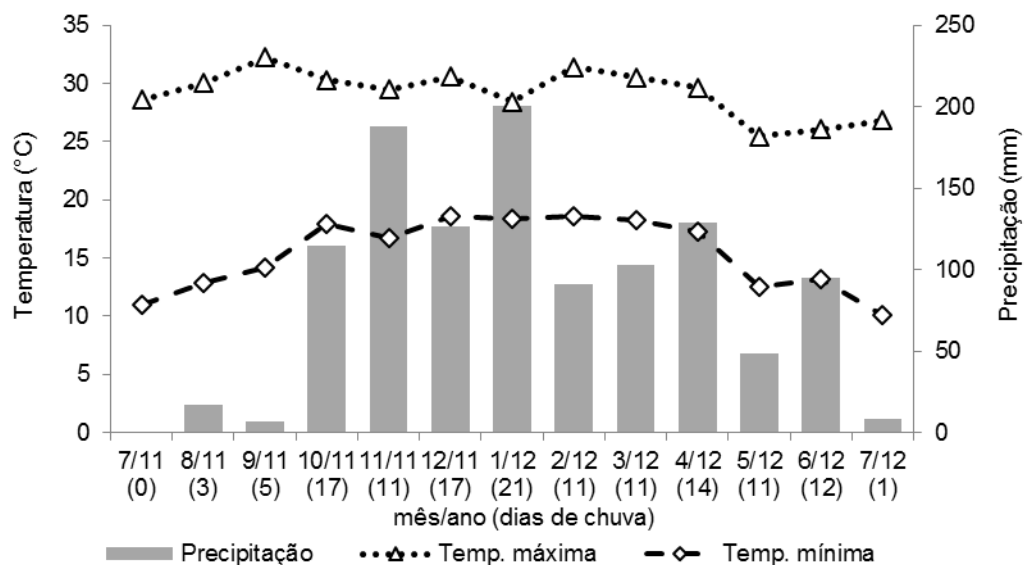


Figura 1. Dados climáticos (precipitação, dias de chuva e temperatura máxima e mínima) registrados no município de Colina – SP, no durante o período experimental

2.2. Animais e tratamentos

No estudo foram utilizados trinta bovinos machos cruzados F1Aberdeen Angus x Nelore recém desmamados com peso inicial médio de $233,0 \pm 38,2$ kg e 8 meses de

idade. No dia 21/07/2011 os animais foram alocados na área experimental, iniciando o período de adaptação de 20 dias.

Ao final da adaptação os animais foram pesados e sorteado em três lotes com 10 animais cada. Os lotes foram sorteados entre três tratamentos, onde: T1 - grupo controle, animais não castrados (NC); T2 - grupo de animais castrados pelo método cirúrgico (CC) e T3 - grupo de animais imunocastrados (IC) com Bopriva® (Pfizer, Animal Health). Os animais foram identificados com brincos na orelha e marcação a ferro na perna, de acordo com o grupo pertencente, vermifugados (ivermectina 1%). Brincos inseticida (a base de diazinon, Neocidol B40®) foram colocados para o controle da mosca-do-chifre.

O experimento foi dividido em 20 dias de adaptação (d-20 até d0) e oito períodos de 42 dias cada, totalizando 336 dias de avaliação, conforme Figura 2.

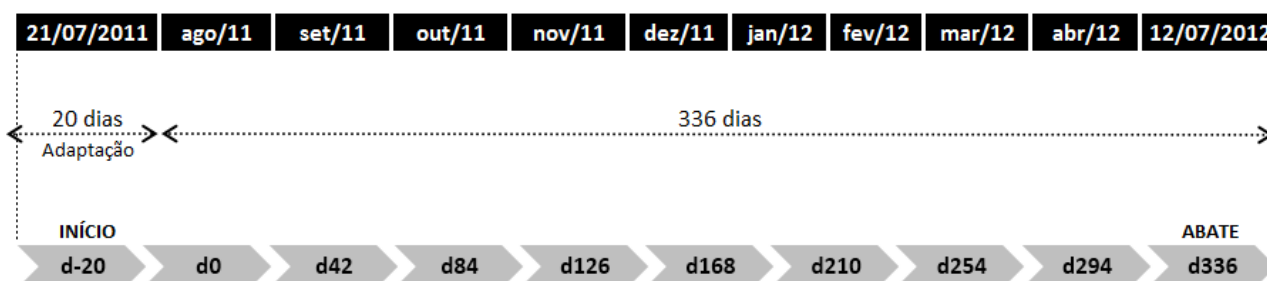


Figura 2. Cronograma do período experimental.

d-20=21/07/2011; d0=10/08/2011; d42=21/09/2011; d84=04/11/2011; d126=15/12/2011; d168=26/01/2012; d210=05/03/2012; d252=16/04/2012; d294=26/05/2012; d336=12/07/2012

2.2.1. Procedimento cirúrgico e imunocastração

O procedimento cirúrgico foi realizado por Médico Veterinário da Unidade de Pesquisa do Pólo da Alta Mogiana. Para a cirurgia os animais foram mantidos em tronco de contenção individual; foi realizada antissepsia do saco escrotal com água e sabão, seguido do uso de polivinilpirrolidona-iodo (PVPI) e aplicação de anestesia a base de lidocaína 1%, acima da linha de incisão da pele, em volume suficiente para contornar a bolsa escrotal. Removeram-se os testículos por ablação, através da remoção do ápice da bolsa escrotal. Após a cirurgia, foi aplicada penicilina por via

intramuscular (10,000 UI/kg de peso corporal) e anti-inflamatório piroxicam (0,3 mg/kg de peso corporal). Até a cicatrização foi realizada limpeza da ferida com água oxigenada e pomada tópica. A castração foi realizada no primeiro dia de avaliação (d0).

Para a imunocastração, realizada por técnico credenciado da Pfizer®, foi aplicado 1 mL da imunovacina em cada animal, por via subcutânea, no d0 (após adaptação), com revacinação (reforço) no d84 e d237, conforme ilustra a Figura 3.

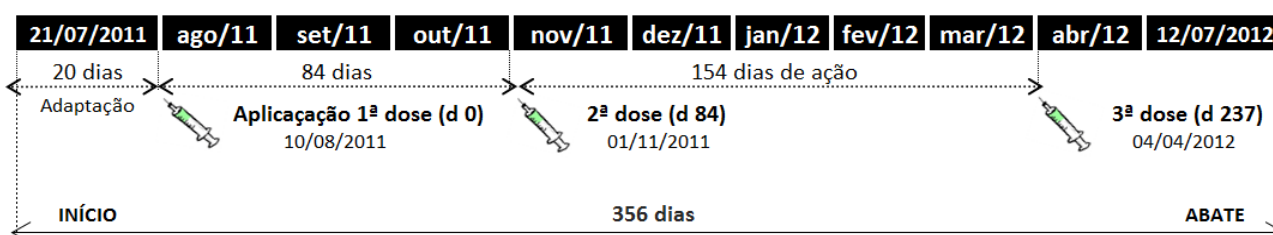


Figura 3. Protocolo de aplicação da imunovacina

2.3. Área experimental e manejo alimentar

Durante todo período experimental os animais foram mantidos em área de 17,3 ha, dividida em seis piquetes de 3,46 ha cada, formada com pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, sob pastejo com lotação contínua. A área de pastejo foi diferida por 95 dias a partir de 16/04/2011. Todos os piquetes possuíam bebedouro e cochos para suplementação dos animais.

Adotou-se o critério de passar os lotes por todos os piquetes dentro de cada período, permitindo completo rodízio dos grupos pelos seis piquetes, a cada ciclo de 42 dias. Trinta animais contemporâneos dos animais experimentais foram distribuídos em três lotes, seguindo os mesmos critérios adotados na formação dos tratamentos. Estes foram mantidos juntos aos três grupos no sistema de pastejo, totalizando dentro da área seis grupos de animais. A sequência com que os lotes de animais passavam pelos piquetes foi sorteada previamente. Este manejo permite a redução da influência das condições individuais dos piquetes sobre qualquer tratamento (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição dos lotes (L) de animais pelos piquetes experimentais durante um período (42 dias) de avaliação

Semana	Piquete 1	Piquete 2	Piquete 3	Piquete 4	Piquete 5	Piquete 6
1ª Semana	L1	L2	L3	L4	L5	L6
2ª Semana	L4	L1	L5	L2	L6	L3
3ª Semana	L5	L3	L1	L6	L4	L2
4ª Semana	L2	L4	L6	L1	L3	L5
5ª Semana	L3	L6	L2	L5	L1	L4
6ª Semana	L6	L5	L4	L3	L2	L1

Durante todo período experimental, os animais receberam suplemento proteico/energético na quantidade de 3g/kg de peso corporal, fornecido com base no peso médio do lote, em cochos com área de 15/cm por animal, sendo a quantidade ajustada sempre após pesagem dos animais. O horário de fornecimento era às 13h00min. A composição do suplemento constam na Tabela 2 e os níveis de garantia do suplemento comercial contam na Tabela 3.

Tabela 2. Composição do suplemento comercial com base na matéria seca

Ingredientes	(% na mistura)
Farelo de algodão 38	15,07
Farelo de soja	13,77
Polpa cítrica moída	57,78
Sal comum	3,40
Uréia pecuária	3,18
Calcita 37	3,75
Caulim	1,02
Monocálcio	1,68
Rumensin 200 ^{®1}	0,04
Enxofre 70S	0,23
NBM 1.2 Corte ²	0,09

¹ Monensina granulada (20%) – ELANCO; ² Núcleo de minerais

Tabela 3. Níveis de garantia do suplemento comercial com base na matéria seca

Proteína Bruta Estimada (Mín.)	25,0
NDT ¹ Estimado (Mín.)	60,0
Extrato etéreo (Mín.)	0,10
Matéria fibrosa (Mín.)	16,0
Matéria mineral (Mín.)	25,0
Cálcio	23 g
Fósforo	6 g
Magnésio	1 g
Enxofre	3 g
Sódio	13 g
Cobre	40 mg
Manganês	30 mg
Zinco	148 mg
Iodo	3 mg
Cobalto	2,4 mg
Selênio	0,8 mg
Flúor (Máx.)	60 mg

¹NDT=nutrientes digestíveis totais

2.4. Determinação das características quantitativas do dossel forrageiro

A cada período de avaliação foram feitas estimativas da massa de forragem nos piquetes, utilizando-se o método da dupla amostragem (SOLLENBERGER e CHERNEY, 1995), onde estimativas destrutivas são associadas à altura do dossel (comprimido) pelo uso do prato ascendente.

A altura média comprimida foi obtida medindo-se 50 pontos aleatórios no piquete. Para a obtenção da equação de calibração do prato ascendente foi mensurada a altura do dossel comprimido e realizada coleta da massa de forragem em nove pontos do dossel, três pontos na altura média, três pontos na altura maior e três pontos na altura menor. A altura alta e baixa de coleta foi obtida somando e subtraindo dois desvios padrões da altura média, respectivamente.

As amostras colhidas foram pesadas para determinação da massa de forragem, e posteriormente, obteve-se duas sub amostras da planta inteira para cada altura de

coleta, as quais foram picadas e secas em estufa com circulação de ar a 55° C por 72 horas, sendo novamente pesadas para o cálculo da matéria seca (MS).

Na avaliação dos componentes quantitativos e estruturais do dossel forrageiro foram utilizadas amostras colhidas na altura média de cada piquete, sendo separadas em quatro frações: colmo verde, folha verde, colmo morto/senescente e folha morta/senescente. Na sequência, as diferentes frações foram pesadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 55° C por 72 horas e novamente pesadas para cálculo da MS.

2.5. Determinação das características qualitativas do dossel forrageiro

Para estimativa do valor nutritivo da dieta, foram coletadas amostras pelo método de simulação do pastejo, que consiste na coleta manual da forragem, após prévia observação do hábito de pastejo dos animais. As amostras obtidas, somando-se três por piquete, foram homogeneizadas, resultando em duas sub amostras compostas, as quais foram colocadas em estufa de ventilação forçada a 55° C por 72 horas e novamente pesadas para cálculo da MS. Depois de secas, as amostras foram moídas em moinho de facas tipo “Willey”, utilizando-se peneira com malha de 1,0 mm e guardadas em recipientes apropriados para posteriores análises.

A análise bromatológica da forragem foi realizada no Laboratório de Análise de Produtos de Origem Vegetal e Animal (LAPROVA), localizada na APTA – Alta Mogiana. Foram avaliados os teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas de acordo com metodologia descrita pela AOAC (1995) (umidade: método 950.46, proteína bruta: método 928.080, extrato etéreo: método 960.39 e cinzas: método 920.153). As fibras em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas como proposto por Van Soest e Robertson (1991).

2.6. Desempenho e crescimento animal

A cada 42 dias foi realizada pesagem para determinação do peso corporal e ganho médio diário por período de avaliação. Para acompanhamento animal, dado pelo crescimento de músculos e deposição de gordura na carcaça dos animais, no momento da pesagem, foi mensurada a área de olho de lombo (AOL), em cm², e espessura de gordura subcutânea (EGS), em mm, no músculo *M. Longissimus* na altura da 12^a e 13^a costelas, bem como espessura de gordura, em mm, na inserção do músculo *Gluteus medius* e *Biceps femoris* (EGP8). Utilizou-se o aparelho de ultrassonografia ALOKA 500 V, com transdutor linear de 3,5 MHz, sendo este equipado com guia acústica. A EGS foi mensurada a $\frac{3}{4}$ de distância a partir do lado medial do músculo para o seu lado lateral da linha dorso-lombar. Todas as imagens tomadas e as leituras realizadas, foram feitas por técnico certificado pela UGC (Ultrasound Guidelines Council).

2.7. Desenvolvimento testicular e produção de testosterona

O crescimento testicular dos animais ao longo do período experimental foi avaliado medindo-se a circunferência escrotal (CE) com fita métrica milimetrada, no ponto de maior largura, envolvendo as duas gônadas e a pele escrotal.

Para determinação das concentrações séricas do hormônio testosterona, coletou-se sangue na veia jugular, utilizando tubos vacutainer, sem anticoagulante, ao final de cada período, no momento da pesagem. O sangue foi centrifugado a 5.000 rpm, por 5 minutos, para obtenção do soro e em sequência armazenados a -18°C, para posterior análise, que realizou-se ao final do experimento, sendo estas avaliadas ao mesmo tempo. A testosterona total foi determinada por radioimunoensaio de fase sólida (Kit Coat-A-Count® Total Testosterone) com sensibilidade analítica de 4 ng/dL (0,14 nmol/L), conforme recomendação do fabricante.

2.8. Análises estatísticas

Para analisar as variáveis de crescimento e desempenho animal (PV, GMD, AOL, EG e EGP8), testosterona e circunferência escrotal ao longo dos períodos, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com medidas repetidas no tempo, onde os períodos de avaliação (8 graus de liberdade - GL) foram inseridos no modelo e sua interação com o efeito fixo condição sexual (imunocastrados, castrados cirurgicamente e não castrados, com 2 GL). Avaliou-se as estruturas de erro, e determinou-se a melhor matriz em função do critério de informação bayesiano (BIC). O peso inicial entrou na análise como covariável (1 GL).

Para analisar o ganho de peso diário ao longo de todo o experimento, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado sendo o efeito fixo condição sexual (imunocastrados, castrados cirurgicamente e não castrados, com 2 GL) e o peso inicial como covariável (1 GL). Na análise estatística utilizou-se o procedimento MIXED do SAS, versão 9,0 (SAS, 2002). Quando significativa, as médias entre tratamentos foram comparadas usando a diferença mínima significativa de Fisher (i.e., a opção DIFF do comando LSMEANS). Significância foi declarada a $P \leq 0,10$. Os dados de produção e qualidade da forragem são descritivos.

3. Resultados

3.1. Características quantitativas e qualitativas do dossel forrageiro

No início do experimento a massa disponível (7536 kg MS/ha) no dossel possuía elevada proporção de material morto (41 %) em relação a folhas e colmo verdes (29 e 30%, respectivamente), resultado do período de diferimento (Figura 4). Durante o primeiro ciclo de avaliação (d42), período caracterizado pela escassez de chuva, houve aumento no acúmulo de material morto (87 %); neste momento, as amostras de pastejo simulado apresentaram 5% de proteína bruta (PB) (Tabela 3).

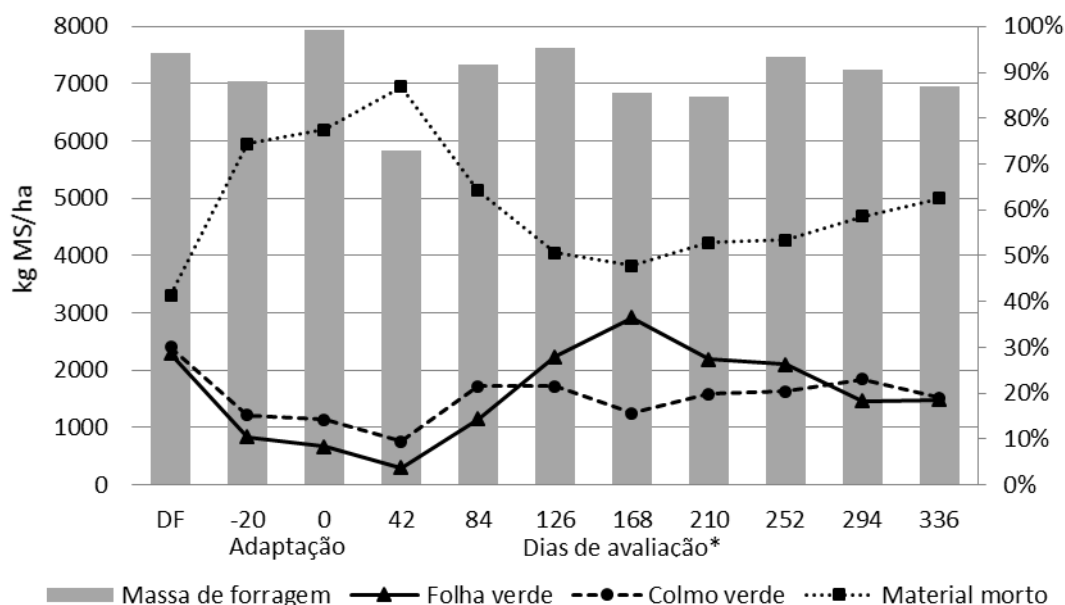


Figura 4. Variação dos componentes do dossel do pasto de capim *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o período experimental

*DF(diferimento)=16/04/2011; d-20=21/07/2011; d0=10/08/2011; d42=21/09/2011; d84=04/11/2011; d126=15/12/2011; d168=26/01/2012; d210=05/03/2012; d252=16/04/2012; d294=26/05/2012; d336=12/07/2012

Tabela 3. Composição bromatológica do pastejo simulado de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu durante o período experimental

% na MS	Dias de avaliação*							
	d24	d68	d126	d168	d196	d230	d292	d330
PB	4,97	16,05	10,78	17,59	15,94	14,96	11,96	13,57
EE	3,01	1,83	2,33	2,36	3,13	3,98	4,91	4,11
FDN	72,26	61,79	64,29	64,76	63,24	63,84	64,11	60,85
FDA	35,75	30,85	29,95	29,54	28,91	28,45	26,36	27,52
MM	3,16	3,37	3,21	3,28	3,27	3,11	3,20	2,96

MS=matéria seca; PB=proteína bruta; EE=extrato etéreo; FDN=fibra insolúvel em detergente neutro; FDA=fibra insolúvel em detergente ácido; MM=matéria mineral

*d24=03/09/2011; d68=17/10/2011; d126=14/12/2011; d168=25/01/2012; d196=23/02/2012; d230=27/03/2012; d292=28/05/2012; d330=05/07/2012

Após início das chuvas (d68) houve aumento na rebrota do capim e participação de folhas emergentes, aumentando, conseqüentemente, a concentração da PB nas amostras de pastejo simulado (16,05 %); no ciclo posterior (d126) houve queda no teor de PB da mesmas (10,78 %), associada a menor precipitação no período (Figura 1). O

pico na proporção de folhas verdes (37 %), e consequente valor máximo de PB (17,59 %) do pastejo simulado, ocorreu entre d126 e d168, consequência do grande número de dias de chuva.

3.2. Efeitos de tratamentos e períodos de avaliação

Os tratamentos influenciaram significativamente ($P < 0,10$) todos os parâmetros avaliados, exceto área de olho de lombo. Foi observado efeito significativo da interação entre período de avaliação e condição sexual em todos os parâmetros avaliados.

3.2.1. Testosterona e desenvolvimento testicular

Ao início do experimento a concentração média de testosterona de todos os animais foi de 0,66 ng/mL de sangue. Devido à remoção cirúrgica dos testículos, a partir de 42 dias o hormônio já não foi detectado no sangue dos animais castrados cirurgicamente, não havendo então efeito de período para este grupo. Não houve diferenças significativa ($P > 0,10$) para a produção de testosterona entre os métodos de castração, porém, houve entre condição sexual a partir de d126. Para os grupos de animais imunizados e não castrados partir desde momento, diferenças significativas ($P < 0,10$) foram observadas entre os dias de avaliação (Figura 5).

No d126, 42 dias após o segundo reforço da imunovacina, observou-se a supressão na produção de testosterona (0,02 ng/mL) acompanhada por diferenciação no crescimento da circunferência escrotal entre os grupos imunizados e não castrados, evidenciando o efeito da imunização sobre os fêmeas animais (Figura 6). No entanto, no d210, 18 semanas após segunda vacinação, notou-se aumento ($P < 0,10$) nos níveis de testosterona (1,87 ng/mL) semelhantes aos do d84 e aos d253 houve retorno no crescimento dos testículos dos animais imunizados.

No grupo não castrado o crescimento da circunferência escrotal ocorreu em taxa diária de 0,032 cm e no d210 iniciou um aumento da produção de testosterona, com pico na sua concentração no d252 de avaliação. Ao final, a diferença ($P < 0,10$) na CE

entre os grupos era de 8,78 cm (34,61 e 25,83 cm para NC e IC, respectivamente). Na última avaliação (d336), os animais imunocastrados apresentavam testículos completamente disformes, com consistência flácida, o que chegou a dificultar em alguns animais a mensuração da sua circunferência.

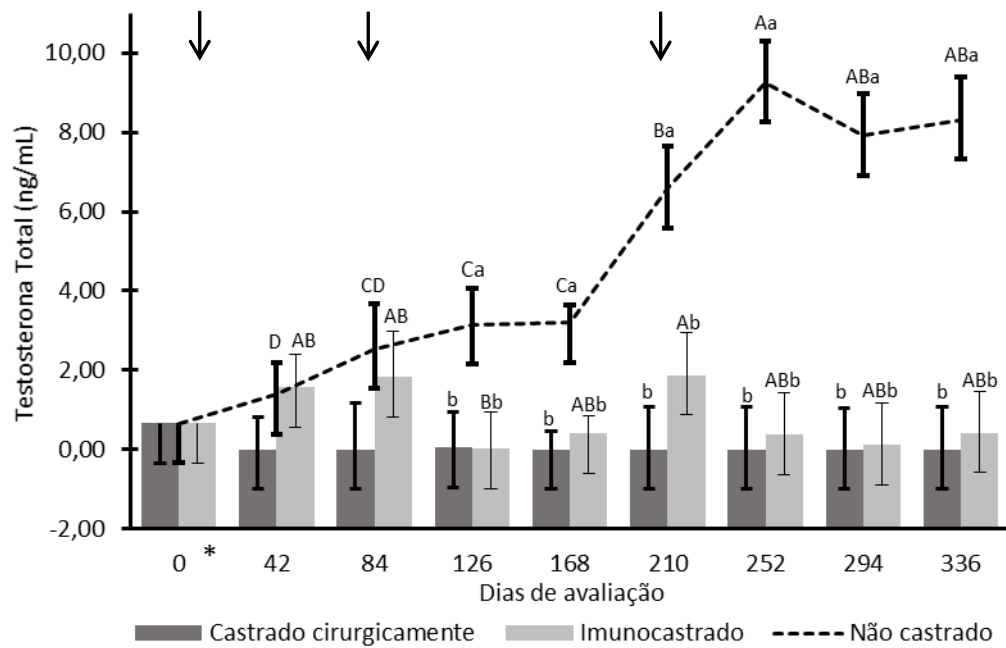


Figura 5. Concentrações séricas de testosterona no sangue de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

a, b, c Médias entre seguidas de letras diferentes minúsculas diferem entre tratamentos ($P < 0,10$) no dia de avaliação. A, B, C Médias seguidas de letra diferentes maiúsculas diferem entre dias de avaliação ($P < 0,10$). (↓) Aplicação de Bopriva®: primeira dose (d0), segunda dose (d84), terceira dose (d237)

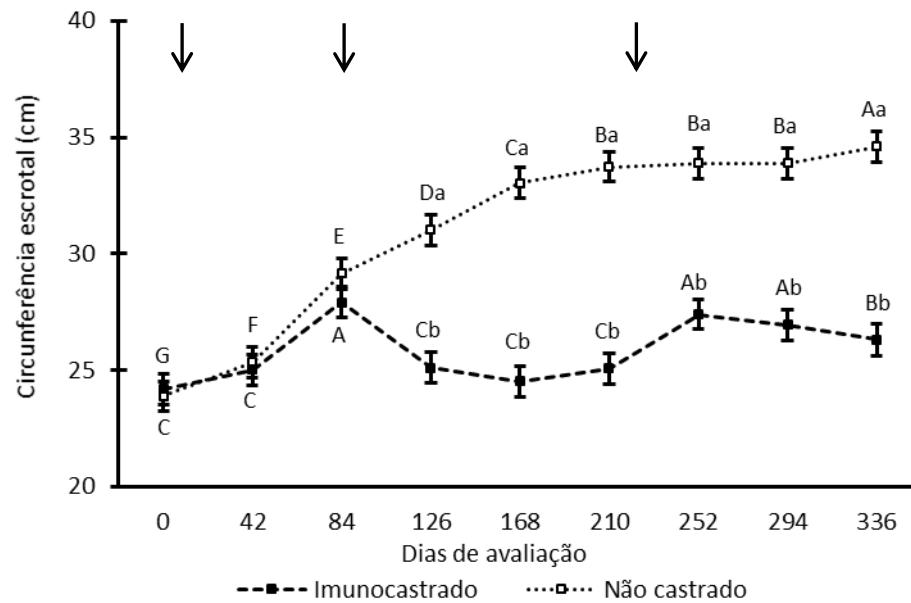


Figura 6. Circunferência escrotal (CE) de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

a, b Médias entre seguidas de letras diferentes minúsculas diferem entre tratamentos ($P < 0,10$) no dia de avaliação. A, B, C Médias seguidas de letra diferentes maiúsculas diferem entre dias de avaliação ($P < 0,10$). (V) Aplicação de Bopriva®: primeira dose (d0), segunda dose (d84), terceira dose (d237)

3.2.2. Desempenho e peso corporal

A diferença no ganho de peso entre grupos é evidenciada a partir de 43 dias de avaliação, quando o grupo castrado cirurgicamente apresentou baixo ganho de peso em relação aos demais grupos, e a diferença se mantém nos demais períodos (Tabela 5). Durante seis semanas após o segundo reforço da imunovacina, concomitante com a supressão na produção de testosterona, o ganho de peso dos animais imunocastrados foi menor, porém nas 12 semanas subsequentes o desempenho foi similar aos animais não castrados, sendo ambos superiores aos castrados cirurgicamente.

Tabela 5. Ganho de peso médio (kg/dia) de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Dias de avaliação	Tratamento			EPM ²
	IC	CC	NC	
-20 - 0	0,283	0,330	0,195	0,143
0 – 42*	0,488	0,484	0,485	0,054
43 - 84	0,350 ^a	0,045 ^b	0,349 ^a	0,055
85 – 125**	0,816 ^b	1,109 ^a	1,266 ^a	0,070
126 - 168	1,019 ^{ab}	0,989 ^b	1,110 ^a	0,051
169 - 210	1,113 ^a	0,927 ^b	1,205 ^a	0,051
211 – 254***	0,819 ^b	1,104 ^a	1,160 ^a	0,055
255 - 294	0,470 ^b	0,754 ^a	0,495 ^b	0,092
295 - 336	0,877 ^a	0,749 ^b	0,926 ^a	0,043
Efeito	T (P=0,017)	P (P<0,001)	T*P (P<0,001)	

^{a-c} Médias com a mesma letra subscrita na linha não diferem (P<0,10). IC= imunocastrado; CC= castrado cirurgicamente; NC= não castrado; EPM= erro padrão da média; T= tratamento; P= período; T*P= tratamento x período. Aplicação de Bopriva®: *primeira dose (d0); **segunda dose (d84); ***terceira dose (d237)

Após o segundo reforço da vacina (d237), nota-se efeito negativo no ganho de peso dos animais imunizados no período. No período experimental total (356 dias) as estratégias de castração reduziram (P<0,10) em média 12,7% o ganho em peso corporal em relação ao grupo não castrado (0,813 kg/dia; 0,698 kg/dia e 0,722 kg/dia para não castrados, imunocastrados e castrados cirurgicamente, respectivamente).

A partir de d126, o peso dos animais não castrados foi maior (P<0,10) em relação a ambos os grupos castrados, sendo essa diferença mantida até o final do experimento, resultando em peso ao abate 7% superior para animais não castrados em relação aos grupos de animais castrados (522,8 vs 486,4 kg, respectivamente).

Tabela 6. Peso corporal de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Dias de avaliação	Tratamento			EPM
	IC	CC	NC	
-20	233,57	233,53	233,60	5,050
0*	239,22	240,13	237,50	5,050
42	259,72	260,48	257,85	5,050
84**	275,12 ^a	262,48 ^b	273,20 ^{ab}	5,050
126	308,57 ^b	307,93 ^b	325,10 ^a	5,050
168	351,37 ^b	349,49 ^b	371,70 ^a	5,050
210	394,77 ^b	385,63 ^b	418,70 ^a	5,050
252***	429,17 ^b	432,01 ^b	467,40 ^a	5,050
294	447,87 ^b	461,43 ^c	486,70 ^a	5,050
336	482,07 ^b	490,63 ^b	522,80 ^a	5,050
Efeito	T(P=0,008)	P(P=<0,001)	T*P(P=<0,001)	

^{a-c} Médias com a mesma letra subscrita na linha não diferem (P<0,10). IC= imunocastrado; CC= castrado cirurgicamente; NC= não castrado; EPM= erro padrão da média; T= tratamento; P= período; T*P= tratamento x período. Aplicação de Bopriva®: *primeira dose (d0); **segunda dose (d84); ***terceira dose (d237)

3.2.3. Crescimento - Deposição de tecido muscular

No início das avaliações os grupos apresentavam valores diferentes para AOL (P>0,10), e em alguns períodos houve diferenciação nas taxas de acréscimo na AOL, havendo interação (P<0,10) entre tratamentos e períodos de avaliação. Com taxa média de acréscimo de 0,094 cm²/dia (P<0,10), a AOL final não diferiu (P<0,10) entre condição sexual (66,36; 70,73 e 70,91 cm² para castrados cirurgicamente, imunocastrados e não castrados, respectivamente) (Tabela 7).

Tabela 7. Área de olho de lombo (AOL), expressa em cm², machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Dias de avaliação	Tratamento			EPM
	IC	CC	NC	
0*	41,53 ^a	39,13 ^{ab}	36,80 ^b	1,611
42	41,40	41,25	38,32	1,556
84**	46,49 ^a	44,41 ^{ab}	41,23 ^b	1,710
126	51,49	50,67	49,69	1,520
168	53,31	53,09	51,74	1,865
210	61,37	59,33	59,43	1,698
252***	66,19 ^a	61,83 ^b	65,01 ^{ab}	1,804
294	68,02	64,68	68,43	1,869
336	70,73	66,36	70,91	2,276
Efeito	T (P=0,519)	P (P=<0.001)	T*P (P=0,003)	

^{a-c} Médias com a mesma letra subscrita na linha não diferem (P<0,10). IC= imunocastrado; CC= castrado cirurgicamente; NC= não castrado; EPM= erro padrão da média; d-20=21/07/2011; d0=10/08/2011; d42=21/09/2011; d84=04/11/2011; d126=15/12/2011; d168=26/01/2012; d210=05/03/2012; d252=16/04/2012; d294=26/05/2012; d336=12/07/2012; T= tratamento; P= período; T*P= tratamento x período. Aplicação de Bopriva®: *primeira dose (d0); **segunda dose (d84); ***terceira dose (d237)

3.2.4. Deposição de gordura

A taxa de deposição diária de EGS foi de 0,024; 0,017 e 0,010 mm para castrados cirurgicamente, imunocastrados e não castrados, respectivamente (P<0,10). A partir do d126 de avaliação animais castrados cirurgicamente passaram a depositar maior quantidade de gordura subcutânea (P<0,10), enquanto que somente a partir do d252, animais imunocastrados passam a depositar gordura de forma intermediária em relação aos animais castrados cirurgicamente e não castrados, mantendo esta diferença (P<0,10) até o final do período experimental (7,72 mm; 5,93 mm e 3,33 mm, para castrados cirurgicamente, imunocastrados e não castrados, respectivamente). Os valores de EGS ao longo do período experimental estão ilustrados na Figura 7.

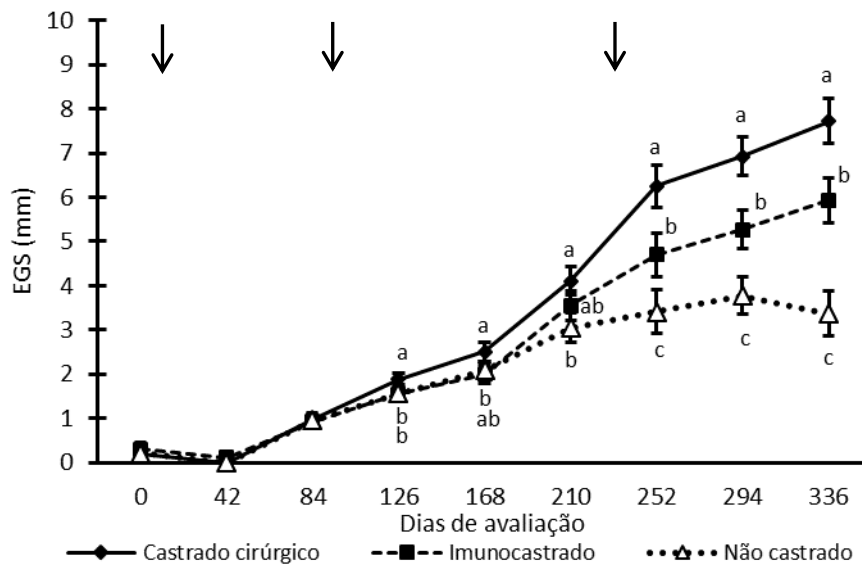


Figura 7. Espessura de gordura subcutânea (EGS) medida no *M. Longissimus* de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a, b, c Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nos dias de avaliação diferem entre si pelo Teste F ($P < 0,10$). (↓) Aplicação de Bopriva®: primeira dose (d0), segunda dose (d84), terceira dose (d237)

Quanto a deposição da EGP8, observou-se para os animais castrados cirurgicamente e imunocastrados comportamento similar à EGS medida no *M. Longissimus* até d210, quando os animais imunizados tornaram-se intermediários aos castrados cirurgicamente e não castrados por 12 semanas. Porém, durante o último ciclo de avaliação, houve desaceleração na deposição deste tecido no grupo castrados cirurgicamente, e neste momento os grupos castrados se equiparam (8,81 e 7,27 mm, para castrados cirurgicamente e imunocastrados, respectivamente) sendo superiores ($P < 0,10$) aos animais não castrados (4,03 mm) (Figura 8). A taxa de deposição diária da EGP8 foi de 0,027; 0,021 e 0,011 mm para castrados cirurgicamente, imunocastrados e não castrados, respectivamente ($P < 0,10$).

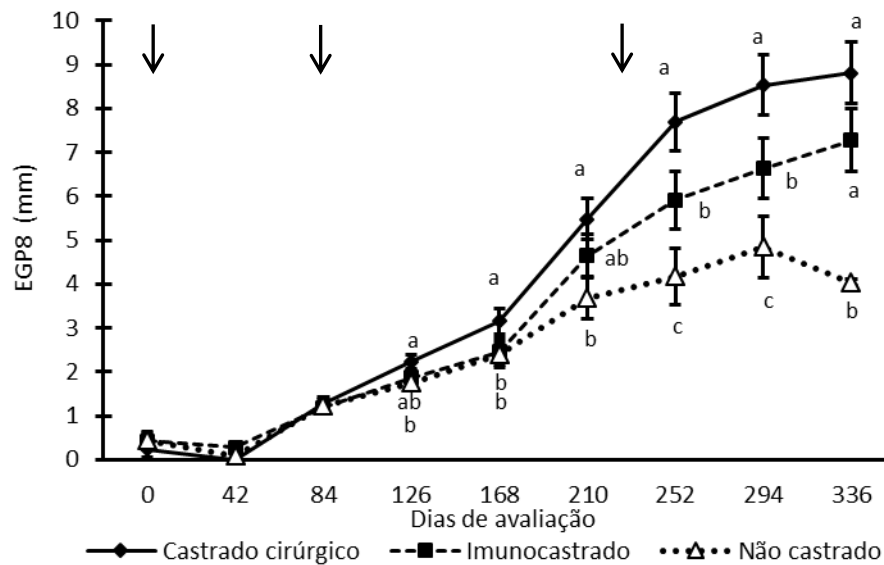


Figura 8. Espessura de gordura medida na inserção do músculo *Gluteus medius* e *Biceps femoris* (EGP8) machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente e não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

a, b, c Médias seguidas de letras diferentes minúsculas nos dias de avaliação diferem entre si pelo Teste F ($P < 0,10$). (▼) Aplicação de Bopriva®: primeira dose (d0), segunda dose (d84), terceira dose (d237)

4. Discussão

As características quantitativas e qualitativas do dossel forrageiro exerceram influência sobre o desempenho dos animais. Nos 84 dias iniciais de avaliação, final do período da seca, a baixa oferta de folhas verdes aliada a alta proporção de material morto, refletiu em taxas de ganho de peso de aproximadamente 0,500 kg/dia em todos os grupos experimentais, evidenciando o comportamento seletivo que os animais exercem em pastejo (CARVALHO et al., 2001), e efeito positivo da suplementação proteico/energética em pastagem com baixo teor de PB.

Logo após o início das chuvas, com o aumento na disponibilidade de folhas verdes permitindo ao animal seletividade ao ingerir material com melhor qualidade (maior porcentagem de PB), ganhos na ordem de 1 kg/dia foram observados. Com o rodízio dos tratamentos por todos os piquetes dentro de um ciclo de avaliação, as

diferenças encontradas no ganho de peso entre os grupos nos diferentes períodos, deu-se exclusivamente pelos tratamentos impostos.

De acordo com Carvalho, Silva e Hoe (2011) uma desvantagem da castração cirúrgica seria o impacto negativo sobre o ganho de peso dos animais nos primeiros 28 dias após a cirurgia. No entanto, neste estudo isso não foi observado, possivelmente pela castração ter sido realizada nos animais ainda jovens (recém desmamados) com peso corporal leve, bem como devido aos cuidados durante o pós operatório, permitindo completa cicatrização da ferida em seis semanas. É interessante ressaltar que a imunocastração permitiu que os animais apresentassem ganho em peso similar aos animais não castrados no intervalo entre a primeira imunização e o reforço, não sendo observada nenhuma reação provocada pela imunovacina durante ou após este intervalo.

A imunovacina age estimulando o sistema imunológico do animal a produzir anticorpos específicos contra o GnRH impedindo o estímulo da secreção de LH e FSH pela glândula pituitária, reduzindo, conseqüentemente, o desenvolvimento dos testículos e a síntese de hormônios esteroides (ROBERTSON et al., 1979; ADAMS, 2005; ZANELLA et al., 2009). Segundo Janet et al. (2012a) animais vacinados com Bopriva mostraram uma forte resposta imune, com pico nos valores de títulos anti-GnRH duas semanas após a segunda dose da vacina, com diminuição na concentração de testosterona após o reforço para valores abaixo de 0,5 ng/mL de soro, garantindo somente a partir deste momento a efetiva castração do animal.

Os resultados obtidos neste estudo corroboram com as respostas encontradas pelos autores anteriormente citados, pois no d126 foi observada nos animais imunocastrados redução nos níveis de testosterona e na circunferência escrotal. Antes do primeiro reforço da imunovacina, os animais tiveram o mesmo comportamento dos animais não castrados, para GMD, peso corporal, concentração de testosterona e circunferência escrotal, reforçando que animais imunizados só passam a ter comportamento de animal castrado após a segunda dose da vacina.

Com base nos valores de testosterona dos animais não castrados, pôde-se relacionar a elevação na produção do hormônio (a partir de d210) com o início da

puberdade, com pico na produção deste esteroide aos d252 de avaliação, aproximadamente aos 17 meses de idade. Nos animais imunocastrados, a posição intermediária que o valor de testosterona observado em d168 ocupa entre a mensuração anterior e a posterior, que diferem entre si, sugere o retorno da função reprodutiva dos testículos a partir deste ponto, o que foi confirmado pelo aumento na concentração do hormônio observado no d210 e o crescimento dos testículos refletido na mensuração no d252.

De acordo com Janett et al., (2012b) um terceiro reforço da imunovacina faz-se necessário por volta de 22 semanas após o segundo, quando os testículos retomam o crescimento e os níveis de testosterona aumentam. Sendo o d210 caracterizado pelo período com o maior nível hormonal mensurado de todas as avaliações no grupo imunocastrado, a partir dos dados do presente estudo, pode-se sugerir que a terceira dose da imunovacina seja realizado seis semanas antes do recomendado, ou seja, em até 16 semanas após a segunda dose.

O efeito anabólico da testosterona que é produzida nos testículos é bem conhecido por provocar maior hipertrofia muscular como consequência do maior equilíbrio positivo de nitrogênio, favorecendo assim o aumento na deposição de proteína em detrimento da deposição de gordura na carcaça do animal (BARDIN e CATTERALL, 1981). Embora não tenha sido encontrada diferença significativa no crescimento muscular estimado pelo aumento da AOL, entre os diferentes métodos de castração, os animais não castrados apresentaram maior desenvolvimento corporal, comprovado pelo maior ganho diário e peso final ao abate, bem como menor deposição de gordura de acabamento, evidenciando o efeito anabolizante do hormônio sobre a taxa de crescimento destes tecidos.

Segundo Field (1971), animais não castrados convertem melhor o alimento em peso. As taxas de deposição de músculo e gordura exercem efeito direto sobre a conversão alimentar, uma vez que segundo Medeiros, Almeida e Lanna (2010), a eficiência bruta (kg de alimento por kg de peso) é pior para deposição de gordura que de músculo, apesar da eficiência energética (kcal de alimento por kcal depositado) de retenção de lipídeos ser bem melhor que a de proteína (65% e 35%, respectivamente).

A melhor eficiência bruta ocorre pela maior densidade energética do lipídeo em relação a proteína (9,4 kcal/g e 5,5 kcal/g, respectivamente) além do fato do tecido adiposo ter apenas 10 % de umidade, enquanto o tecido muscular algo próximo a 75% de água (BERCHIELLI e CARVALHO, 2011).

Como a taxa de deposição de músculo e gordura depende da fase do crescimento, à medida que o animal se aproxima do peso à maturidade, a porcentagem de músculo depositado por quilo de ganho tende a diminuir, enquanto a proporção de gordura tende a aumentar (ABERLE, 1975). A partir de d126, os animais castrados cirurgicamente começaram a depositar maior quantidade de gordura subcutânea, em relação aos outros tratamentos, indicando maior mobilização da energia de ganho para deposição de gordura e precocidade de terminação provocada pela atual condição sexual. Somente aos d252, duas semanas após a terceira dose da imunovacina, os animais assumiram posição intermediária, depositando mais gordura subcutânea que os animais não castrados, e menos que os castrados cirurgicamente, corroborando resultados relatados por Bonneau e Enright (1995).

A imunocastração mostra-se vantajosa em relação ao método físico de castração pois além de promover o bem estar do animal eliminando os riscos da cirurgia, proporciona grau de acabamento de carcaça satisfatório ao padrão exigido pelos frigoríficos brasileiros que é de 3 mm (acabamento mediano). No entanto, os custos relacionados adoção da tecnologia devem ser considerados e somados à menor eficiência produtiva do animal.

5. Conclusões

A castração de bovinos é uma estratégia interessante de manejo, pois antecipa a deposição de gordura na carcaça, sendo o método cirúrgico mais eficiente para esta característica.

A vacinação anti-GnRH mostra-se efetiva, com supressão temporária na produção de testosterona e crescimento testicular, porém quando feita na desmama, a

revacinação torna-se necessária, e adequações nos protocolos de imunização devem ser estudados, buscando maior eficiência dessa tecnologia.

Neste estudo, a imunocastração proporcionou aos animais desempenho semelhantes aos de animais castrados de forma convencional, porém com grau de acabamento de carcaça inferior.

6. Referências

ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; GERRARD, D. E.; MILLS, E. W. **Principles of meat science**. 4th ed. Kendall/Hunt Publ. Co., Dubuque, IA. 354p. 1975.

ADAMS, T.E. Using gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and GnRH analogs to modulate testis function and enhance the productivity of domestic animals. **Animal Reproduction Science**, v.88, 127-139, 2005.

AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis**. Washington, DC. AOAC, 16 ed., 1995. 2000 p.

BARDIN C. W. e CATTERALL, J. F. Testosterone: A Major Determinant of Extragenital Sexual Dimorphism. **Science**, VOL. 211, 20, 1981.

BERCHIELLI, T. T e CARVALHO, I. P. C. Manejo alimentar na recria em pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 9, 2011, Piracicaba: ESALQ, **Anais...**2011. p.315-340, 2011.

BONNEAU, M., & ENRIGHT, W. J. Immunocastration in cattle and pigs. **Livestock Production Science**, 42, 192–200, 1995.

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

CARVALHO, P.C.F., RIBEIRO FILHO, H. M. N., POLI, C.H.E.C., MORAES, A., DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p.883-871, 2001.

EUCLIDES FILHO, K.; FEIJÓ, G. L. D.; FIGUEIREDO, G. R.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA L. O. C.; CUSINATO, V. Q. Efeito de Idade à Castração e de Grupos Genéticos sobre o Desempenho em Confinamento e Características de Carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30 n.1, p. 71-76, 2001.

FIELD, R. A. Effect of castration on meat quality and quantity. **Journal of Animal Science**, 32 (5), 849–858, 1971.

GORTSEMA, S. R.; JACOBS, J. A.; SASSER, T. L.; GREGORY, T. L. e BULL, R. C. Effects of endogenous testosterone on production and carcass traits in beef cattle. **Journal of Animal Science**, 39:680-686, 1974.

JANETT, F., GERIG, T., TSCHUOR, A. C., AMATAYAKUL-CHANTLER, S., WALKER, J., HOWARD, R., BOLLWEIN, H. & THUN, R. Vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with Bopriva significantly decreases testicular development, serum testosterone levels and physical activity in pubertal bulls. **Theriogenology**, 78, 182–188, 2012a.

JANETT, F., GERIG, T., TSCHUOR, A. C., AMATAYAKUL-CHANTLER, S., WALKER, J., HOWARD, R., BOLLWEIN, H.; HARTNACK e THUN, R. Effect of vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with Bopriva® in the prepubertal bull calf. **Animal Reproduction Science**, 131(1-2):72-80, 2012b.

MEDEIROS, S. R.; ALMEIDA, R.; LANNA, D. P. D. Manejo da recria-Eficiência do crescimento da desmama à terminação. In: PIRES, A. V. (org). Bovinocultura de corte. Piracicaba: Fealq, 2010, v.I, p.159-170, 2010.

PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; FONSECA, M. A.; VÉRAS, R. M. L.; OLIVEIRA, D. M. Desempenho produtivo de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais alimentados com dietas contendo dois níveis de oferta de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1079-1087, 2008.

RESTLE, J.; GRASSI, C.; FIEJÓ, G. L. D. Evolução do peso de bovinos de corte inteiros ou castrados em diferentes idades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.10, p.1631-1635, 1994.

ROBERTSON, I. S., et al. Immunological castration in male cattle. **Veterinary Record**, 105:556, 557, 1979.

SAS. Statistical System Institute "SAS User's Guide: Statistic". SAS Institute INC., Cary, NC, 2002.

SEIDMAN, S. C.; CROSS, H. R.; OLTJEN, R. R. e SCJANBACHER, B. D. Utilization of the intact male for red meat production. **Journal of Animal Science**, vol.55, n.4, 826–840, 1982.

SILVA, F. V.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; BARROS, R. C.; PIRES, D. A. A.; MENEZES, G. C. C. e CALDEIRA, L. A. Ganho de peso e características de carcaça de bovinos Nelore castrados ou não-castrados terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2199-2205, 2008.

SOLLENBERGER, L.E.; CHERNEY, D.J.R. Evaluating Forage Production and Quality. **The Science of Grassland Agriculture**. Iowa: State University Press, p.97-110, 1995.

VAN SOEST, P. J. e ROBERTSON, J. D.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, Chanpaign, v. 74, p. 3583- 3597, 1991.

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

CAPÍTULO 3 – MÉTODOS DE CASTRAÇÃO, CARACTERÍSTICAS QUALITATIVAS DA CARÇA E DA CARNE DE MACHOS ABERDEEN ANGUS x NELORE TERMINADOS EM PASTAGEM

RESUMO - Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito do método de castração (cirúrgico ou imunológico) sobre as características qualitativas da carça e da carne de 30 machos F1 Aberdeen Angus x Nelore com pesos corporais de $233,0 \pm 38,2$ kg e 8 meses de idade ao início da fase experimental. Durante todo o experimento (de 21/07/2011 a 11/07/2012) os animais foram mantidos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu recebendo 3g/ kg de peso corporal de suplemento proteico/energético. Os animais foram divididos em três grupos distintos: não castrados (NC), castrados cirurgicamente (CC) e imunocastrados (IC) com Bopriva®. A vacina foi aplicada no início da fase experimental, com reforços 84 e 237 dias após a primeira dose. A castração cirúrgica foi realizada juntamente com a primeira dose da imunovacina. Após o abate foram avaliadas os pesos e rendimentos de carça, cortes primários, perda de peso por resfriamento, espessura de gordura subcutânea, área de olho de lombo (AOL) e medidas biométricas da carça. Foram coletadas amostras do *M. Longissimus* entre a 12ª e 13ª costelas da carça esquerda para determinação da maciez pela força de cisalhamento, perda de peso cocção (PPC), cor da carne e da gordura, composição centesimal e pH. Significância foi declarada a $P \leq 0,10$. Os animais NC apresentaram maiores ($P < 0,10$) pesos de carça quente e fria. Quanto a deposição de gordura na carça, o grupo CC foi superior aos IC, sendo estes superiores ao grupo NC para espessura de gordura subcutânea e gordura renal pélvica inguinal ($P < 0,10$). Animais IC e NC foram superiores ($P < 0,10$) para AOL. Os animais NC apresentaram maior rendimento de dianteiro ($P < 0,10$) e os animais castrados maior rendimento ($P = 0,003$) de traseiro em relação a carça. Ambas estratégias de castração promoveram maior ($P < 0,10$) proporção de cortes nobres do traseiro em relação ao peso da carça fria. Houve menor ($P < 0,10$) valor de pH para animais CC, sendo os animais IC intermediários. Os tratamentos não influenciaram a força de cisalhamento ($P > 0,10$), PPC e teor de proteína do músculo. Animais CC apresentaram maior teor de extrato etéreo e consequentemente menor umidade, sendo os animais IC intermediários para ambos parâmetros ($P < 0,10$). O quantidade de cinzas foi maior ($P < 0,10$) na carne dos animais NC. A carne de ambos grupos castrados apresentaram maior ($P < 0,10$) intensidade de vermelho, porém os animais CC tiveram carne mais clara ($P < 0,10$) com maior intensidade de amarelo ($P < 0,10$). A castração melhora a qualidade da carça por: conferir melhor acabamento reduzindo perdas durante o resfriamento, aumentar o percentual de traseiro e a proporção de cortes nobres da carça, e influenciar positivamente a qualidade da carne devido menor pH, aparência e gordura intramuscular, sendo o método cirúrgico o mais eficiente para estas variáveis.

Keywords: imunocastração, cortes comerciais, cortes primários, grau de acabamento, dimorfismo sexual

1. Introdução

O dimorfismo provocado pelo efeito anabólico da testosterona pode influenciar negativamente as características qualitativas da carcaça dos bovinos. Maior proporção do quarto dianteiro (local de cortes comerciais com menor valor agregado) e menor deposição de gordura em tourinhos em relação a animais castrados são relatados em diversos estudos (FIELD, 1971; RESTLE et al., 1994; KUSS et al., 2009; SILVA et al., 2008; VITTORI et al., 2006; EUCLIDES FILHO et al., 2001; RESTLE et al., 1996). A qualidade da carne também é influenciada, uma vez que, devido estes animais serem mais reativos, são mais susceptíveis a apresentar carne “DFD” (“dark, firm and dry”) com pH elevado (acima de 5,8), representando assim, desvantagem na comercialização da carne (FELÍCIO, 1993; MORGAN et al., 1993).

A utilização de castração como tecnologia para melhorar a qualidade da carcaça e da carne de bovinos vem sendo estudada ao longo dos anos, e a recente introdução no mercado nacional da técnica de imunocastração como método alternativo à castração física, método mais utilizado no país, passa a ser discutida e questionada no cenário pecuário atual. A padronização e melhora nos atributos qualitativos das carcaças gerariam cortes cárneos de qualidade superior para o mercado, com valor agregado, permitindo comercialização mais eficiente, proporcionando assim oportunidades para a indústria de remunerar o produtor, incentivando-o, assim, a produzir sempre preconizando qualidade, estratégia que já vem se sendo adotada pela indústria brasileira com tendência de crescimento.

Assim sendo, objetivou-se com este estudo avaliar as características qualitativas da carcaça e da carne de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados terminados em pastagem.

2. Material e métodos

Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso dos Animais (CEUA) da Universidade Estadual Paulista – *Campus* Jaboticabal, (Protocolo nº 004465/13),

estando todos os procedimentos aqui realizados de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotado pelo Colégio Brasileiro de Experimentação (COBEA).

2.1. Local e clima

O experimento foi executado no período de 21/07/2011 a 11/07/2012, na unidade de pesquisa do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana, órgão da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, em Colina/SP, Brasil; localizada na latitude de 20° 43' 05" S e Longitude 48° 32' 38"W, sendo o clima da região do tipo Aw (segundo classificação de Köppen) e o solo classificado como latossolo vermelho-escuro, fase arenosa, com topografia quase plana e de boa drenagem.

2.2. Animais e tratamentos

No estudo foram utilizados trinta bovinos machos cruzados F1Aberdeen Angus x Nelore, recém desmamados com peso inicial médio de $233,0 \pm 38,2$ kg e 8 meses de idade. No dia 21/07/2011 os animais foram alocados na área experimental, iniciando o período de adaptação de 20 dias.

Ao final da adaptação os animais foram pesados e sorteado em três lotes com 10 animais cada. Os lotes foram sorteados entre três tratamentos, onde: T1 - grupo controle, animais não castrados (NC); T2 - grupo de animais castrados pelo método cirúrgico (CC) e T3 - grupo de animais imunocastrados (IC) com Bopriva® (Pfizer, Animal Health). Os animais foram identificados com brincos na orelha e marcação a ferro na perna, de acordo com o grupo pertencente, vermifugados (ivermectina 1%). Brincos inseticida (a base de diazinon, Neocidol B40®) foram colocados para o controle da mosca-do-chifre.

O experimento foi dividido em 20 dias de adaptação (d-20 até d0) e oito períodos de 42 dias cada, totalizando 336 dias de avaliação, conforme Figura 2.

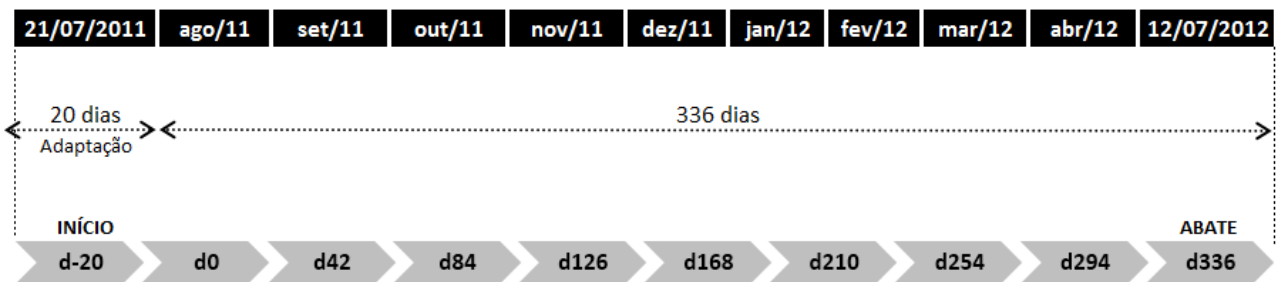


Figura 2. Cronograma do período experimental.

d-20=21/07/2011; d0=10/08/2011; d42=21/09/2011; d84=04/11/2011; d126=15/12/2011; d168=26/01/2012; d210=05/03/2012; d252=16/04/2012; d294=26/05/2012; d336=12/07/2012

2.2.1. Procedimento cirúrgico e imunocastração

O procedimento cirúrgico foi realizado por Médico Veterinário da Unidade de Pesquisa do Pólo da Alta Mogiana. Para a cirurgia os animais foram mantidos em tronco de contenção individual; foi realizada antissepsia do saco escrotal com água e sabão, seguido do uso de polivinilpirrolidona-iodo (PVPI) e aplicação de anestesia a base de lidocaína 1%, acima da linha de incisão da pele, em volume suficiente para contornar a bolsa escrotal. Removeram-se os testículos por ablação, através da remoção do ápice da bolsa escrotal. Após a cirurgia, foi aplicada penicilina por via intramuscular (10,000 UI/kg de peso corporal) e anti-inflamatório piroxicam (0,3 mg/kg de peso corporal). Até a cicatrização foi realizada limpeza da ferida com água oxigenada e pomada tópica. A castração foi realizada no primeiro dia de avaliação (d0).

Para a imunocastração, realizada por técnico credenciado da Pfizer®, foi aplicado 1 mL da imunovacina em cada animal, por via subcutânea, no d0 (após adaptação), com revacinação (reforço) no d84 e d237, conforme ilustra a Figura 3.

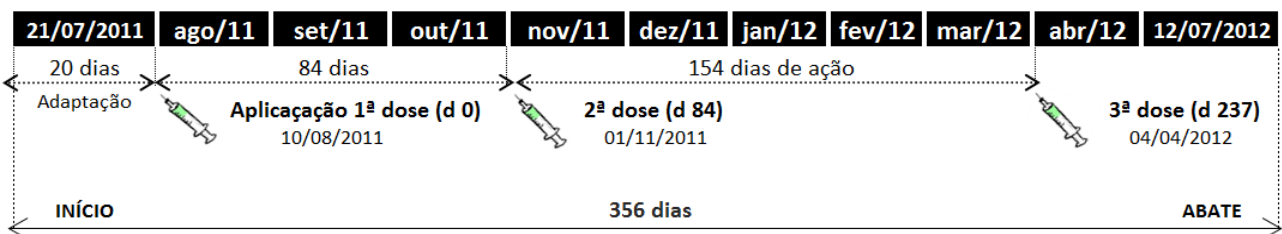


Figura 3. Protocolo de aplicação da imunovacina

2.3. Área experimental e manejo alimentar

Durante todo período experimental os animais foram mantidos em área de 17,3 ha, dividida em seis piquetes de 3,46 ha cada, formada com pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, sob pastejo com lotação contínua. A área de pastejo foi diferida por 95 dias a partir de 16/04/2011. Todos os piquetes possuíam bebedouro e cochos para suplementação dos animais.

Adotou-se o critério de passar os lotes por todos os piquetes dentro de cada período, permitindo completo rodízio dos grupos pelos seis piquetes, a cada ciclo de 42 dias. Trinta animais contemporâneos dos animais experimentais foram distribuídos em três lotes, seguindo os mesmos critérios adotados na formação dos tratamentos. Estes foram mantidos juntos aos três grupos no sistema de pastejo, totalizando dentro da área seis grupos de animais. A sequência com que os lotes de animais passavam pelos piquetes foi sorteada previamente. Este manejo permitiu a redução da influência das condições individuais dos piquetes sobre qualquer tratamento (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição dos lotes (L) de animais pelos piquetes experimentais durante um período (42 dias) de avaliação

Semana	Piquete 1	Piquete 2	Piquete 3	Piquete 4	Piquete 5	Piquete 6
1ª Semana	L1	L2	L3	L4	L5	L6
2ª Semana	L4	L1	L5	L2	L6	L3
3ª Semana	L5	L3	L1	L6	L4	L2
4ª Semana	L2	L4	L6	L1	L3	L5
5ª Semana	L3	L6	L2	L5	L1	L4
6ª Semana	L6	L5	L4	L3	L2	L1

Durante todo período experimental, os animais receberam suplemento proteico/energético na quantidade de 3 g/kg de peso corporal, fornecido com base no peso médio do lote, em cochos com área de 15/cm por animal, sendo a quantidade ajustada sempre após pesagem dos animais. O horário de fornecimento era às 13h00min. A composição e os níveis de garantia do suplemento comercial contam na Tabela 2.

Tabela 2. Composição do suplemento comercial com base na matéria seca

Ingredientes	(% na mistura)
Farelo de algodão 38	15,07
Farelo de soja	13,77
Polpa cítrica moída	57,78
Sal comum	3,40
Uréia pecuária	3,18
Calcita 37	3,75
Caulim	1,02
Monocálcio	1,68
Rumensin 200 ^{®1}	0,04
Enxofre 70S	0,23
NBM 1.2 Corte ²	0,09
Níveis de garantia do produto (%)	
Proteína Bruta Estimada (Mín.)	25,0
NDT ³ Estimado (Mín.)	60,0
Extrato etéreo (Mín.)	0,10
Matéria fibrosa (Mín.)	16,0
Matéria mineral (Mín.)	25,0
Cálcio	23 g
Fósforo	6 g
Magnésio	1 g
Enxofre	3 g
Sódio	13 g
Cobre	40 mg
Manganês	30 mg
Zinco	148 mg
Iodo	3 mg
Cobalto	2,4 mg
Selênio	0,8 mg
Flúor (Máx.)	60 mg

¹ Monensina granulada (20%) – ELANCO; ² Núcleo de minerais; ³ NDT=nutrientes digestíveis totais

2.4. Abate

Ao final do período experimental, após jejum de sólidos de 16 horas, os animais foram abatidos seguindo as normas estabelecidas pelo Regulamento da Inspeção

Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) no Frigorífico Minerva Foods®, o qual é dotado de Serviço de Inspeção Federal (SIF), localizado a 20 km da instituição de pesquisa no município de Barretos, SP.

2.4.1. Avaliação da qualidade da carcaça

Durante o abate, foram coletadas as massas de gordura presentes na região inguinal e pélvica e sobre os rins (GRPI) para a determinação do peso. Ao final da linha de abate, as carcaças foram divididas em duas metades e pesadas, obtendo-se o peso de carcaça quente (PCQ) para o cálculo do rendimento de carcaça quente (RCQ), sendo em seguida enviadas à câmara fria por 24 horas à uma temperatura de 2°C. Após o resfriamento as carcaças foram pesadas novamente, obtendo-se o peso de carcaça fria (PCF). O RCQ foi calculado pela proporção da carcaça em relação ao peso corporal dos animais. A perda por resfriamento (PPR), expressa em %, foi determinada pela diferença entre o PCQ e PCF.

Na meia carcaça direita, seguindo metodologia descrita por Müller (1987), foram feitas medidas de comprimento de carcaça, tomada do bordo cranial medial da primeira costela e o bordo anterior da sínfisis ísquiopubiana; profundidade, medida na borda inferior do canal medular entre a quinta e a sexta vértebra dorsal e a borda inferior da cartilagem externa; comprimento do traseiro, correspondente à distância entre a borda anterior da sínfisis ísquiopubiana e o centro da articulação tarso-metatarsiana e a espessura de coxão, medindo a circunferência do coxão com auxílio de uma fita métrica.

Posteriormente, a meia carcaça direita foi separada nos cortes primários: dianteiro (entre a quinta e a sexta costela), ponta de agulha e traseiro especial conforme preconiza a PADRONIZAÇÃO DE CORTES DE CARNE BOVINA, aprovada pela Portaria SIPA nº 5, de 08 de novembro de 1988. Foi determinado o peso do corte primário e o seu rendimento em relação ao PCF.

Na meia carcaça esquerda, a partir da secção do *M. Longissimus* entre a 12ª e a 13ª costela, determinou-se a área de olho de lombo (AOL), a largura e comprimento

do músculo e a espessura de gordura subcutânea (EGS).

Posteriormente, pela EGS, as carcaças foram classificadas pelo grau de acabamento de gordura de acordo com o padrão comercial nacional em: ausente (0 mm), escasso (de 1 a 3 mm), mediano (de 4 a 6 mm), uniforme (de 7 a 10 mm) e excessivo (acima de 10 mm).

2.4.1.1. Rendimento de cortes comerciais

Após a divisão das meias carcaças direita, os traseiros foram desossados por profissionais treinados do frigorífico, nos seguintes cortes comerciais: ponta do contrafilé (noix), contrafilé, miolo da alcatra, picanha, filé mignon, coxão duro, coxão mole, patinho, lagarto, fraldinha, maminha, e músculos conforme preconiza a PADRONIZAÇÃO DE CORTES DE CARNE BOVINA, aprovada pela Portaria SIPA nº 5, de 08 de novembro de 1988.

Os cortes comerciais noix, contrafilé, miolo da alcatra, picanha e filé mignon foram agrupados e denominados cortes nobres por apresentarem maior valor agregado. Foram pesados os cortes comerciais brutos (não aparados), aparados e suas respectivas aparas. O procedimento de preparação dos cortes comerciais para atendimento do mercado (retirada das aparas) foi realizado por profissionais treinados do frigorífico e seguiram os padrões para atendimento do mercado interno. Posteriormente, foi determinado o rendimento do corte comercial aparado do traseiro em relação ao corte não aparado, ao peso do traseiro e ao peso de carcaça fria.

2.4.2. Avaliação da qualidade da carne

Colheram-se amostras (bifes) de 2,5 cm de espessura do músculo *Longissimus dorsi* da meia carcaça esquerda entre a 12^a e 13^a costelas, as quais foram embaladas a vácuo e congeladas a -18°C. As análises de qualidade de carne foram realizadas no Laboratório de Carnes da Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, em Botucatu, SP.

2.4.2.1. pH final da carne

Para a realização da análise de pH foi utilizado peagâmetro Hanna, HI 8314, com sistema de identificação digital, sensor de compensação de temperatura (Tec 530) e eletrodo de vidro apropriado para determinação de pH em profundidade. A medida foi realizada a uma profundidade média de 1,5 cm após o descongelamento das amostras. Ao mesmo tempo aferiu-se a temperatura da mesma. As análises foram realizadas 30 dias após o abate.

2.4.2.2. Coloração da carne e da gordura de cobertura

A avaliação da cor da carne foi realizada com auxílio de colorímetro Konica Minolta DL65, ângulo de visão de 0°, com iluminação difusa e componente especular, modelo CR 400, (Konica Minolta, Sensing, Osaka, Japan). As embalagens plásticas nas quais as amostras estavam armazenadas foram abertas e a superfície da seção de carne foi exposta ao ar por 30 minutos para permitir oxigenação superficial (AMSA, 2012).

Os parâmetros avaliados foram L*, a* e b* do sistema CIELab onde L* representa a luminosidade (L*=0 preto e L*=100 branco), a* representa intensidade de vermelho, variando de verde (0 a -60) a vermelho (0 a +60) e b* intensidade do amarelo, variando de azul (0 a -60) ao amarelo (0 a +60). Foram realizadas três leituras em diferentes pontos da superfície da amostra e da gordura de cobertura.

2.4.2.3. Força de cisalhamento

A força de cisalhamento foi determinada de acordo com AMSA (1995). Após descongelamento de 24 horas foi retirada a gordura subcutânea e as amostras foram submetidas à cocção em chapa elétrica até atingir temperatura interna de 71°C aferida no centro geométrico da amostra. Posteriormente, as amostras foram levadas a resfriamento de 4°C por 12h e após esse período foram obtidos seis cilindros de 1,27

cm que foram cisalhados perpendicularmente a orientação das fibras musculares por meio da probe Warner-Bratzler acoplada em texturômetro TA-TX2i (Stable Micro System, Surrey, United Kingdom) capacidade de 25kg e velocidade do seccionador de 20 cm/min.

2.4.2.4. Composição centesimal

A avaliação da composição centesimal foi obtida nas amostras de carne *in natura*, sendo trituradas, homogeneizadas e avaliadas segundo os métodos recomendados pela AOAC (1990) para: umidade (método 950.46), proteína bruta (método 928.080), extrato etéreo (método 960.39) e cinzas (método 920.153).

2.5. Análises estatísticas

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado sendo o efeito fixo condição sexual (imunocastrados, castrados cirurgicamente e não castrados, com 2 GL) e o peso inicial entrou na análise como covariável (1 GL). Na análise estatística utilizou-se o procedimento MIXED do SAS, versão 9.0 (SAS, 2002). Quando significativa, as médias entre tratamentos foram comparadas usando a diferença mínima significativa de Fisher (i.e., a opção DIFF do comando LSMEANS). Significância foi declarada a $P \leq 0,10$.

3. Resultados

3.1. Características qualitativas da carcaça

A condição sexual influenciou significativamente ($P < 0,10$) o peso corporal final e os pesos de carcaça quente e fria (Tabela 3). O grupo não castrado apresentou maior ($P < 0,10$) peso corporal e conseqüentemente maiores ($P < 0,10$) pesos de carcaça

quente e fria que ambos grupos castrados, porém o rendimento de carcaça quente não sofreu efeito de tratamento ($P>0,10$).

Maiores valores de espessura de gordura subcutânea e peso de gordura renal pélvica inguinal foram observados nos animais castrado cirurgicamente, seguido dos imunocastrados, e com os menores valores os animais não castrados ($P<0,10$). Ambos os métodos de castração permitiram redução na perda de peso durante o processo de resfriamento das carcaças ($P<0,10$) (Tabela 3).

Os animais imunocastrados e não castrados apresentaram similaridade na expressão muscular da carcaça estimada pelo tamanho e medidas da área de olho de lombo, sendo superiores aos castrados cirurgicamente ($P<0,10$). As medidas biométricas da carcaça não sofreram efeito de tratamento ($P>0,10$) (Tabela 4).

Tabela 3. Características da carcaça de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Variável	Tratamento			EPM	P value
	IC	CC	NC		
Peso corporal (kg)	482,06 ^b	490,62 ^b	522,82 ^a	7,348	0,001
PCQ (kg)	255,38 ^b	259,67 ^b	281,79 ^a	4,363	<0,001
PCF(kg)	253,20 ^b	258,05 ^b	278,27 ^a	4,350	<0,001
RCQ (%)	52,89	52,92	53,88	0,360	0,109
PPR (%)	0,87 ^b	0,76 ^b	1,26 ^a	0,125	0,024
EGS (mm)	3,26 ^b	5,76 ^a	1,81 ^c	0,551	<0,001
EGS/100 kg de CF (mm)	1,27 ^b	2,21 ^a	0,63 ^c	0,206	<0,001
GPRI (kg)	4,58 ^b	6,36 ^a	3,00 ^c	0,260	<0,001
AOL (cm ²)	78,9 ^a	71,3 ^b	82,3 ^a	2,747	0,027
AOL/100 kg de CF (cm ²)	32,13	27,68	29,52	1,637	0,176
ALT da AOL (cm)	7,00 ^{ab}	6,37 ^b	7,16 ^a	0,220	0,041
COMP da AOL (cm)	14,07 ^b	13,79 ^b	14,81 ^a	0,214	0,007
Relação ALT/COM	0,50	0,46	0,48	0,014	0,207

^{a-c} Médias com mesma letra na linha não diferem entre si ($P<0,10$)

IC=imunocastrado; CC=castrado cirurgicamente; NC=não castrado; PCQ=peso de carcaça quente; PCF=peso de carcaça fria; RCQ=rendimento de carcaça quente; PPR=perda de peso por resfriamento; EGS=espessura de gordura subcutânea; GPRI=gordura renal pélvica inguinal; AOL=área de olho de lombo; CF= carcaça fria; ALT= altura; COMP= comprimento; EPM=erro padrão da média

Tabela 4. Medidas biométricas da carcaça de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Variável	Tratamento			EPM	P value
	IC	CC	NC		
Comprimento (cm)	132,2	132,4	135,8	1,322	0,109
Profundidade (cm)	42,5	42,6	42,8	0,532	0,925
Tamanho do coxão (cm)	72,5	72,6	72,1	0,741	0,883
Perímetro do coxão (cm)	110,5	112,9	112,3	1,191	0,352

^{a-c} Médias com mesma letra na linha não diferem entre si ($P < 0,10$)

IC=imunocastrado; CC=castrado cirurgicamente; NC=não castrado;

Quando tipificadas pelo grau de acabamento de gordura, as carcaças dos animais castrados cirurgicamente foram as que apresentaram melhores escores, 60 % foram classificadas com acabamento mediano, 30 % uniforme e somente 10 % escasso (Figura 4). O lote de animais imunocastrados apresentaram 60 % das carcaças com acabamento escasso, 30 % mediano e 10 % ausente. O grupo não castrados apresentou 90 % das carcaças com acabamento escasso e 10 % ausente.

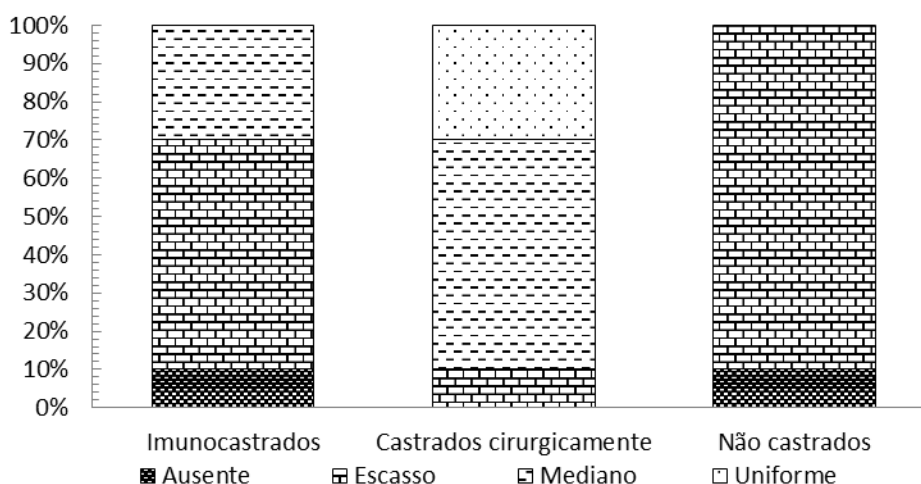


Figura 4. Classificação por acabamento de gordura de cobertura da carcaça de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu
Grau de acabamento: ausente (0 mm), escasso (de 1 a 3 mm), mediano (de 4 a 6 mm), uniforme (de 7 a 10 mm) e excessivo (acima de 10 mm).

Em relação aos cortes primários da carcaça, os machos não castrados apresentaram maiores ($P<0,10$) pesos absolutos e porcentagem de dianteiro e menor porcentagem de ponta de agulha (Tabela 5). O grupo imunocastrado apresentou o menor ($P<0,10$) peso de traseiro em relação aos demais grupos, porém em relação à participação do corte no peso total da carcaça, ambos os grupos castrados apresentaram maiores ($P<0,10$) rendimentos do corte em relação aos animais não castrados.

Tabela 5. Cortes primários da carcaça de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Corte	Tratamento			EPM	P value
	IC	CC	NC		
Dianteiro (kg)	50,29 ^b	49,81 ^b	59,08 ^a	0,790	<0,001
Ponta de agulha (kg)	16,63	17,68	16,29	0,467	0,109
Traseiro (kg)	60,72 ^b	62,34 ^{ab}	65,01 ^a	1,178	0,050
% da carcaça fria					
Dianteiro	39,55 ^b	38,37 ^c	42,07 ^a	0,370	<0,001
Ponta de agulha	12,99 ^b	13,58 ^a	11,59 ^c	0,204	<0,001
Traseiro	47,47 ^a	48,05 ^a	46,34 ^b	0,318	0,003

^{a-c} Médias com mesma letra na linha não diferem entre si ($P<0,10$)

IC=imunocastrado; CC=castrado cirurgicamente; NC=não castrado; PCF=peso de carcaça fria; EPM=erro padrão da média

Maior ($P<0,10$) peso total de cortes não aparados foi observado nos animais não castrados, sendo os castrados cirurgicamente intermediários entre estes e aos imunocastrados (Tabela 6). Ambos grupos castrados apresentaram menores ($P<0,10$) pesos de Noix, miolo da alcatra, lagarto, músculos e coxão mole em relação ao grupo não castrado. Os animais não castrados apresentaram maiores pesos de capa do filé e coxão mole. Os pesos do contrafilé, picanha, filé mignon, coxão duro, patinho e maminha não diferiram entre grupos ($P>0,10$). Os animais não castrados apresentaram ossos do traseiro mais pesados ($P<0,10$).

Tabela 6. Cortes comerciais não aparados do traseiro da carcaça de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Corte (kg)	Tratamento			EPM	P value
	IC	CC	NC		
Noix	2,850 ^b	2,940 ^b	3,397 ^a	0,109	0,003
Contrafilé	5,377	5,486	5,507	0,134	0,766
Miolo da Alcatra	3,626 ^b	3,660 ^b	3,925 ^a	0,096	0,074
Picanha	2,044	2,110	1,890	0,090	0,222
Filé mignon	2,516	2,426	2,586	0,063	0,223
Coxão duro	5,597	5,774	5,895	0,148	0,372
Lagarto	2,440 ^b	2,536 ^b	2,753 ^a	0,070	0,013
Patinho	5,624	5,702	5,897	0,168	0,504
Maminha	1,421	1,443	1,443	0,047	0,931
Músculos	4,680 ^b	4,636 ^b	4,949 ^a	0,102	0,081
Coxão mole	8,888 ^b	9,155 ^b	9,791 ^a	0,213	0,018
Capa do filé	1,442 ^c	1,617 ^b	1,821 ^a	0,073	0,004
Fraldinha	1,464 ^b	1,569 ^a	1,393 ^b	0,038	0,011
Total de cortes	48,236 ^b	49,381 ^{ab}	51,494 ^a	1,385	0,076
Ossos	12,490 ^b	12,960 ^b	13,520 ^a	0,268	0,038

^{a-c} Médias com mesma letra na linha não diferem entre si (P<0,10)

IC=imunocastrado; CC=castrado cirurgicamente; NC=não castrado; EPM=erro padrão da média

Após o processamento (toalete) dos cortes comerciais, o peso total dos mesmos nos animais não castrados manteve-se superior (P<0,10) em relação aos animais castrados (Tabela 7). Maiores pesos de noix, miolo da alcatra, lagarto, músculos e coxão mole foram observado no grupo não castrado em relação aos grupos castrados. Para o corte capa do filé os animais imunocastrados mostraram de posição intermediária (P<0,10). Mesmo após o toalete o peso dos cortes contrafilé, picanha, filé mignon coxão duro, patinho e maminha não diferiram entre os grupos (P>0,10). Ambos os métodos de castração proporcionaram maior (P<0,10) quantidade de aparas oriundas do refilamento dos cortes comerciais.

Tabela 7. Cortes comerciais aparados do traseiro da carcaça de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Corte (kg)	Tratamento			EPM	P value
	IC	CC	NC		
Noix	2,628 ^b	2,697 ^b	3,107 ^a	0,094	0,003
Contrafilé	5,217	5,345	5,327	0,130	0,756
Miolo da Alcatra	3,349 ^b	3,450 ^b	3,661 ^a	0,084	0,043
Picanha	1,690	1,777	1,632	0,086	0,494
Filé mignon	2,267	2,215	2,363	0,064	0,266
Coxão duro	4,938	5,056	5,297	0,136	0,182
Lagarto	2,330 ^b	2,419 ^b	2,669 ^a	0,099	0,006
Patinho	5,336	5,405	5,639	0,159	0,384
Maminha	1,360	1,33	1,36	0,046	0,702
Músculos	4,373 ^b	4,365 ^b	4,628 ^a	0,130	0,091
Coxão mole	8,757 ^b	9,010 ^b	9,653 ^a	0,214	0,019
Capa do filé	1,335 ^c	1,493 ^b	1,711 ^a	0,064	0,001
Fraldinha	1,350 ^{ab}	1,404 ^a	1,264 ^b	0,043	0,086
Total de cortes	44,875 ^b	45,964 ^b	48,309 ^a	0,940	0,046
Aparas	3,620 ^a	3,699 ^a	3,138 ^b	0,146	0,025

^{a-c} Médias com mesma letra na linha não diferem entre si ($P < 0,10$)

IC=imunocastrado; CC=castrado cirurgicamente; NC=não castrado; EPM=erro padrão da média

Quando avaliados em relação ao peso do traseiro verificou-se que não houve diferenças no total de cortes aparados ($P > 0,10$) e peso de osso entre tratamentos (Tabela 8). Porém, os animais não castrados apresentaram maior ($P < 0,10$) porcentagem de noix, capa do filé, lagarto e coxão mole. Os grupos castrados foram superiores ($P < 0,10$) para porcentagem de fraldinha e total de aparas resultantes do refilamento dos cortes comerciais em relação ao grupo não castrado. A porcentagem dos cortes contrafilé, miolo da alcatra, picanha, filé mignon, coxão duro, patinho, maminha e músculos em relação ao peso do traseiro não diferiram entre grupos ($P > 0,10$).

Tabela 8. Porcentagem dos cortes comerciais aparados e aparas do traseiro em relação ao peso do traseiro da carcaça de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Corte (%)	Tratamento			EPM	P value
	IC	CC	NC		
Noix	4,33 ^b	4,45 ^b	4,78 ^a	0,120	0,019
Contrafilé	8,55	8,55	8,17	0,145	0,126
Miolo da Alcatra	5,51	5,53	5,63	0,069	0,454
Picanha	2,78	2,85	2,52	0,112	0,109
Filé mignon	3,75	3,55	3,63	0,072	0,163
Coxão duro	8,11	8,10	8,14	0,131	0,970
Lagarto	3,82 ^b	3,87 ^b	4,11 ^a	0,085	0,056
Patinho	8,80	8,67	8,65	0,185	0,828
Maminha	2,16	2,14	2,09	0,060	0,704
Músculos	7,20	7,00	7,11	0,083	0,268
Coxão mole	14,39 ^b	14,46 ^b	14,85 ^a	0,141	0,063
Capa do filé	2,22 ^b	2,40 ^b	2,63 ^a	0,093	0,015
Fraldinha	2,23 ^a	2,25 ^a	1,94 ^b	0,058	0,001
Total de cortes	73,84	73,70	74,26	0,328	0,463
Aparas	6,05 ^a	5,97 ^a	4,85 ^b	0,254	0,004
Ossos	20,58	26,63	20,82	0,269	0,779

^{a-c} Médias com mesma letra na linha não diferem entre si (P<0,10)

IC=imunocastrado; CC=castrado cirurgicamente; NC=não castrado; EPM=erro padrão da média

Quando avaliados em relação ao peso de carcaça fria observou-se nos animais imunocastrados, peso total de cortes intermediário (P<0,10), sendo os animais castrados cirurgicamente superiores e os não castrados inferiores para esta variável (Tabela 9). Nesta comparação, o peso de osso não diferiu entre os tratamentos (P>0,10). As castrações proporcionaram maiores (P<0,10) participações de contrafilé, picanha, fraldinha e aparas na carcaça em comparação aos animais não castrados.

Tabela 9. Porcentagem dos cortes comerciais aparados e aparas do traseiro em relação ao peso da carcaça fria de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Corte	Tratamento			EPM	P value
	IC	CC	NC		
Carcaça direita (kg)	127,17 b	129,52 b	139,82 a	2,177	<0,001
	% da carcaça fria				
Noix	2,10	2,10	2,23	0,061	0,156
Contrafilé	4,10 ^a	4,12 ^a	3,80 ^b	0,711	0,008
Miolo da Alcatra	2,63	2,66	2,62	0,050	0,619
Picanha	1,32 ^a	1,37 ^a	1,17 ^b	0,056	0,045
Filé mignon	1,78	1,71	1,69	0,034	0,135
Coxão duro	3,86	3,90	3,79	0,065	0,476
Lagarto	1,82	1,87	1,91	0,045	0,378
Patinho	4,19	4,18	4,02	0,088	0,328
Maminha	1,03	1,03	0,97	0,029	0,288
Músculos	3,43	3,37	3,31	0,048	0,220
Coxão mole	6,86	6,96	6,91	0,087	0,704
Capa do filé	1,06 ^b	1,15 ^{ab}	1,23 ^a	0,062	0,036
Fraldinha	1,06 ^a	1,08 ^a	0,90 ^b	0,026	<0,001
Total de cortes	35,19 ^{ab}	35,50 ^a	34,54 ^b	0,271	0,056
Aparas	2,88 ^a	2,88 ^a	2,26 ^b	0,118	0,001
Ossos	9,81	10,03	9,69	0,155	0,321

^{a-c} Médias com mesma letra na linha não diferem entre si (P<0,10)

IC=imunocastrado; CC=castrado cirurgicamente; NC=não castrado; EPM=erro padrão da média

O rendimento do corte, que é a relação entre o corte aparado e não aparado, está apresentado na Tabela 10. Nos grupos castrados verificou-se menor (P<0,10) rendimento de coxão duro e lagarto do traseiro de animais castrados em relação aos não castrados. O rendimento da picanha dos animais castrados cirurgicamente foi intermediário (P<0,10), sendo maior que os imunocastrados e inferiores aos não castrados. O rendimento dos cortes noix, contrafilé, alcatra, filé mignon, patinho, maminha, músculos, coxão mole, capa do filé e fraldinha não diferiu entre tratamentos (P>0,10).

A soma dos cortes nobres, que envolvem noix, contrafilé, miolo da alcatra, picanha e filé mignon, aparados ou não, e aparados em relação ao traseiro não diferiu

($P>0,10$) entre condição sexual e método de castração (Tabela 11). No entanto, quando avaliados em relação ao peso de carcaça fria houve maior ($P<0,10$) participação destes cortes na carcaça de ambos grupos castrados em relação ao grupo não castrado.

Tabela 10. Rendimento dos cortes comerciais aparados do traseiro da carcaça de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Corte (%)	Tratamento			EPM	P value
	IC	CC	NC		
Noix	91,97	91,99	91,57	1,127	0,957
Contrafilé	97,09	97,50	96,68	0,387	0,338
Alcatra	92,55	94,25	93,41	0,621	0,171
Picanha	82,75 ^b	84,17 ^{ab}	86,35 ^a	1,009	0,056
Filé mignon	90,04	91,11	91,35	0,783	0,462
Coxão duro	88,00 ^b	87,63 ^b	89,80 ^a	0,541	0,020
Lagarto	95,39 ^b	95,40 ^b	96,92 ^a	0,472	0,046
Patinho	95,08	94,83	95,46	0,729	0,830
Maminha	91,82	92,22	94,10	1,164	0,351
Músculos	93,40	94,16	93,45	0,475	0,464
Coxão mole	98,51	98,38	98,57	0,263	0,878
Capa do filé	92,77	92,50	94,01	1,320	0,691
Fraldinha	92,14	89,77	90,61	1,789	0,642

^{a-c} Médias com mesma letra na linha não diferem entre si ($P<0,10$)

IC=imunocastrado; CC=castrado cirurgicamente; NC=não castrado; EPM=erro padrão da média

Tabela 11. Cortes comerciais nobres do traseiro de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Cortes nobres ¹	Tratamento			EPM	P value
	IC	CC	NC		
CNNA (kg)	16,41	16,62	17,30	0,359	0,204
CNAP (kg)	15,15	15,48	16,09	0,340	0,161
CNAP em % do traseiro	24,91	24,81	24,73	0,212	0,835
CNAP em % da carcaça	11,87 ^a	11,95 ^a	11,50 ^b	0,130	0,049

^{a-c} Médias com mesma letra na linha não diferem entre si ($P<0,10$)

IC=imunocastrado; CC=castrado cirurgicamente; NC=não castrado; CNNA= cortes nobres não aparados; CNAP=cortes nobres aparados; EPM=erro padrão da média;

¹ Noix, contrafilé, miolo da alcatra, picanha e filé mignon

3.2. Qualidade de carne

Animais castrados cirurgicamente apresentaram carne com menor valor de pH ($P<0,10$), sendo os animais imunocastrados intermediário aos não castrados (Tabela 12). A condição sexual e o método de castração não influenciou ($P>0,10$) a força de cisalhamento da das amostras de carne.

Tabela 12. Força de cisalhamento e pH do *M. Longissimus* de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Parâmetro	Tratamento			EPM	P value
	IC	CC	NC		
pH	5,65 ^{ab}	5,57 ^b	5,77 ^a	0,066	0,098
FC (kg/cm ²)	5,1	4,8	6,1	0,471	0,146

^{a-c} Médias com mesma letra na linha não diferem entre si ($P<0,10$)

IC=imunocastrado; CC=castrado cirurgicamente; NC=não castrado; EPM=erro padrão da média; FC=força de cisalhamento

A condição sexual e o método de castração não influenciaram ($P>0,10$) o teor de proteína da carne dos animais (Tabela 13). A carne dos castrados cirurgicamente apresentou maior ($P<0,10$) teor de extrato etéreo e, conseqüentemente, menor umidade em relação á dos animais não castrados, sendo os animais imunocastrados intermediários para ambos parâmetros. A carne dos animais não castrados apresentou maior ($P<0,10$) teor de cinzas em relação aos animais castrados independente do método de castração.

A carne de ambos grupos castrados apresentou maior intensidade de vermelho ($P<0,10$) em relação aos não castrados, embora tenha sido observada maior luminosidade e intensidade de amarelo na carne dos animais castrados cirurgicamente (Tabela 14). A carne dos animais não castrados apresentou a menor ($P<0,10$) intensidade de amarelo, sendo os imunocastrados intermediários. A gordura dos animais não castrados apresentou maior ($P<0,10$) luminosidade e teor de vermelho. O teor de amarelo da gordura não diferiu ($P>0,10$) entre os tratamentos.

Tabela 13. Composição centesimal do *M. Longissimus* de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Parâmetro	Tratamento			EPM ²	P value
	IC	CC	NC		
Umidade	74,53 ^b	73,64 ^c	75,01 ^a	0,187	<0,001
Cinzas	1,15 ^b	1,16 ^b	1,26 ^a	0,022	0,002
Proteína	22,72	22,71	22,34	0,245	0,477
Extrato etéreo	1,93 ^b	2,41 ^a	1,35 ^c	0,140	<0,001

^{a-c} Médias com mesma letra na linha não diferem entre si (P<0,10)

IC=imunocastrado; CC=castrado cirurgicamente; NC=não castrado; EPM=erro padrão da média

Tabela 14. Coloração da carne e da gordura do *M. Longissimus* de machos F1 Aberdeen Angus x Nelore imunocastrados, castrados cirurgicamente ou não castrados recriados e terminados em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

Parâmetro	Tratamento			EPM ²	P value
	IC	CC	NC		
	Coloração carne				
<i>L</i> [*]	35,53 ^b	37,39 ^a	34,46 ^b	0,597	0,006
<i>a</i> [*]	18,05 ^a	19,19 ^a	16,58 ^b	0,614	0,021
<i>b</i> [*]	7,09 ^b	8,52 ^a	5,84 ^c	0,477	0,002
	Coloração gordura				
<i>L</i> [*]	68,21 ^{ab}	66,18 ^b	69,99 ^a	0,895	0,021
<i>a</i> [*]	10,25 ^b	9,36 ^b	12,81 ^a	1,046	0,071
<i>b</i> [*]	17,62	19,35	17,02	1,180	0,365

^{a-c} Médias com mesma letra na linha não diferem entre si (P<0,10)

IC=imunocastrado; CC=castrado cirúrgico; NC=não castrado; *L*=luminosidade; *a*= intensidade de vermelho; *b*=intensidade do amarelo; EPM=erro padrão da média

4. Discussão

Em função do maior peso corporal ao abate, animais não castrados produziram carcaças mais pesadas. O peso da carcaça é um dos principais fatores que envolvem o processo de compra de animais entre o frigorífico e o produtor, e é medida de interesse da indústria na avaliação do valor do produto e nos custos operacionais (PASCOAL et al. 2011). Levando em consideração os pesos da carcaça dos animais castrados deste

estudo, seria necessária uma bonificação de 10,66 % sobre o valor da arroba paga pelo frigorífico ao produtor, para igualar o valor de venda dos animais castrados á dos animais não castrados, compensando assim seu menor desempenho e peso da carcaça.

A indústria tem preferência por carcaças mais pesadas, pois além de fornecerem cortes comerciais mais pesados, diluem os custos fixos por otimizarem o processo industrial. Carcaças de pesos diferentes demandam mão-de-obra e tempo de processamento similares, porém com rendimento industrial distinto (PAZDIORA, 2011). No entanto, carcaças de animais não castrados apresentam na maioria dos casos, escassa gordura de cobertura.

Os animais imunocastrados apresentaram gordura subcutânea intermediária entre animais castrados cirurgicamente e não castrados. Os programas de bonificação para boi castrado no Brasil utilizam como um dos critérios para bônus a tipificação de acabamento do lote (mediano ou uniforme). Apesar dos valores médios de espessura de gordura dos grupos castrados mostrarem-se satisfatórios, quando avaliada a distribuição total, a maior parte dos animais imunizados (60 %) apresentaram gordura escassa e somente 30 % estavam dentro do padrão mínimo exigido (mediano). No entanto, o lote de animais castrados cirurgicamente apresentou melhor padronização, com 90 % dos animais dentro dessa especificação, apontando a superioridade do método físico de castração para esta característica.

A gordura de cobertura possui relevante importância durante o processamento da carcaça na indústria, com destaque para o papel de evitar excessivas perdas de peso da carcaça durante o processo de resfriamento após abate e o escurecimento dos músculos externos da carcaça, provocado pela incidência direta de ar frio durante o *rigor mortis*, prejudicando assim o aspecto visual do corte comercial, e posteriormente a sua comercialização (LUCHIARI FILHO, 2000; KUSS et al. 2009). Neste estudo, ambos métodos de castração reduziram em 35,3 % a perda de peso das carcaças durante o tempo de resfriamento, o que representa uma vantagem para a indústria frigorífica.

A maior espessura de gordura subcutânea em animais castrados dá-se devido a supressão do efeito anabólico da testosterona, que favorece o aumento na deposição

de tecido muscular em detrimento da deposição de gordura na carcaça do animal (BARDIN e CATTERALL, 1981). Conforme dados apresentados no CAPÍTULO 2, a imunização confere castração temporária, podendo ser observado em alguns períodos da avaliação elevação na concentração de testosterona no sangue destes animais, o que possivelmente favoreceu o crescimento muscular e retardou a deposição de gordura na carcaça destes animais. Este fato pode ser corroborado pela similaridade entre os animais não castrados e imunocastrados para valores de área de olho de lombo.

Do ponto de vista comercial, o dimorfismo sexual provocado pelo efeito do hormônio testosterona (SEIDEMAN et al., 1982) é menos vantajoso pois, os animais não castrados apresentaram maior proporção do corte dianteiro e menor de traseiro, mesmo possuindo carcaças mais pesadas. Quando avaliado em relação ao peso da carcaça fria ambos os grupos castrados apresentam maior proporção de traseiro na carcaça. Esta característica é extremamente interessante pois é nesta porção da carcaça que se concentra os cortes comerciais de maior valor agregado, denominados cortes nobres da carcaça (noix, contrafilé, picanha, miolo da alcatra e filé mignon).

Quando avaliado o percentual do corte dianteiro e ponta de agulha na carcaça dos animais imunocastrados, novamente se evidenciou a influência dos baixos, porém existentes, níveis de testosterona em determinadas fases do período experimental (Capítulo 2). De acordo com Paulino et al. (2007) os hormônios esteroides estimulam a hipertrofia dos músculos do pescoço, cabeça, peito, paleta, lombo, explicando o maior rendimento do quarto dianteiro. Os maiores pesos de noix e capa do filé na carcaça dos animais não castrados apontam o dimorfismo entre condição sexual, uma vez que a localização destes cortes é na porção anterior do traseiro da carcaça.

A qualidade da carcaça e dos cortes comerciais afetam diretamente o processamento e as condições comerciais entre frigorífico, mercado interno e externo, que valoriza cada vez mais cortes cárneos com padrões de qualidade específicos, como peso mínimo e quantidade de gordura (PAZDIORA, 2011). Nos resultados apresentados neste trabalho, houve maior peso total de cortes do traseiro não aparados em animais não castrados, sendo o grupo imunizado intermediário a estes e ao

castrado cirurgicamente. Ossos mais pesados são observados nos animais não castrados, porém quando avaliados em relação a porcentagem do traseiro e da carcaça fria ocorre uma diluição do peso deste componente e os tratamentos não diferem.

Após o toalete dos cortes comerciais do traseiro, onde os mesmos são preparados para atender as exigências do mercado, os animais não castrados mantiveram o maior peso total de cortes. Em um primeiro momento, esta característica mostra-se vantajosa para os animais não castrados, porém, ambos métodos de castração proporcionaram maior participação de cortes comerciais nobres na carcaça dos animais, indicando superioridade destes no rendimento destes cortes cárneos. Esta característica associada a um melhor acabamento de gordura, confere uma melhor apresentação visual ao corte (com o exemplo do contra filé e da picanha), podendo assim direcioná-los para a produção de marcas específicas onde há maior valorização do produto.

A deposição de gordura no bovino ocorre numa sequência: primeiro na região cavitária; segundo no tecido subcutâneo e posteriormente no espaço intermuscular e por último no espaço intramuscular (marmoreio) (DI MARCO, BARCELLOS e COSTA et al. 2007). Os dados de deposição de gordura na carcaça deste estudo (subcutânea e GRPI) corroboram com estes autores. A castração, independente do método, proporcionou maior quantidade de aparas durante o processamento dos cortes, tanto em peso absoluto quanto em relação ao peso de traseiro e carcaça fria. É interessante ressaltar que cortes que depositam maior quantidade de gordura de cobertura ou intermuscular, possuem um menor rendimento no toalete, devido a necessidade de retirada deste tecido objetivando melhorar a apresentação visual do corte comercial.

Diferenças na quantidade de gordura depositada entre os tratamentos também pode ser observada pela composição centesimal nas amostras de carne. A menor umidade está relacionada ao maior teor de estrato etéreo, uma vez que a umidade presente no tecido adiposo é inferior à do tecido muscular (BERCHIELLI e CARVALHO, 2011).

De acordo com Felício (1993), os hormônios esteroides presentes no macho também respondem pelo comportamento reativo tornando-o mais susceptível ao

estresse crônico o que pode levar à exaustão das reservas de glicogênio muscular, e consequentemente, a ocorrência de carne “DFD” (“dark, firm and dry”) com pH acima de 5,8, o que inviabiliza a exportação deste produto. Nesta pesquisa, nenhum tratamento apresentou valor de pH acima deste valor (5,8), tendo os animais castrados cirurgicamente melhores valores de pH (5,57), sendo os animais imunocastrados intermediários (5,65) a estes e aos animais não castrados (5,77).

De acordo com Alves et al. (2005), o sistema enzimático denominado calpaínas é considerado o principal mecanismo relacionado com a proteólise que conduz ao amaciamento da carne ocorre que durante a estocagem refrigerada. Segundo Dransfield (1992), 65% da variação na maciez da carne pode ser explicada pela atividade dessas enzimas, que aumentam sua atividade de 15 % a 96 % da atividade máxima com o declínio do pH de 6,5 a 5,7. Provavelmente, a diferença no pH entre os tratamentos não tenha sido fator influente para diferenciação na força de cisalhamento das amostras analisadas.

Dentre as características de qualidade da carne, para o consumidor, a cor é o parâmetro de maior relevância no momento da compra (RAMOS e GOMIDE, 2007). A carne de ambos os grupos castrados apresentou maior intensidade de vermelho, porém, nos castrados cirurgicamente a carne foi mais clara com maior intensidade de amarelo, provavelmente, este fato esteja correlacionado com maior quantidade de gordura intramuscular mensurada pelo teor de extrato etéreo. Nos animais não castrados, a carne mais escura com menor intensidade de vermelho e amarelo indica a superioridade dos animais castrados para os aspectos visuais da carne.

A cor da gordura também é avaliada pelo consumidor, que relaciona a coloração branca da gordura à animais jovens, enquanto a gordura amarela é associada a carne de animais de maior idade (BRISKEY e KAUFFMAN, 1971). Os elevados valores de amarelo sugerem maior deposição de pigmentos carotenoides provenientes da forragem consumida pelos animais, visto que os animais foram abatidos aos 20 meses de idade e foram recriados e terminados em pastagem.

5. Conclusões

Animais imunocastrados e castrados cirurgicamente apresentam pesos de abate e de carcaça semelhantes, porém, inferiores aos de animais não castrados.

Havendo incentivo por parte da indústria frigorífica através de programas de bonificação, que viabilize sua adoção, a castração mostra-se uma alternativa eficiente para a produção de carcaças de qualidade, pois permite aumentar a proporção de cortes comerciais nobres da carcaça, confere melhor acabamento de gordura, promove menores perdas durante o processo de resfriamento, influencia positivamente a qualidade da carne favorecendo menor pH, melhora a aparência e o teor de gordura intramuscular, sendo o método cirúrgico o mais eficiente para estas variáveis.

6. Referências

ALVEZ, D. D.; GOES, R. H. T. B. e MANCIO, A. B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v. 6, n. 3, p. 135-149, jul./set. 2005

AMSA. Meat color measurement guidelines. American Meat Science Association. Champaign, IL, USA. 2012.

AMSA. Research guidelines for cookery, sensory evaluation and instrument tenderness measures in fresh meats. American Meat Science Association. Chicago, IL, USA, 1995.

AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis**. Washington, DC. AOAC, 15 ed., 1990.

BARDIN C. W. e CATTERALL, J. F. Testosterone: A Major Determinant of Extragenital Sexual Dimorphism. **Science**, VOL. 211, 20, 1981.

BERCHIELLI, T. T e CARVALHO, I. P. C. Manejo alimentar na recria em pasto. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 9, 2011, Piracicaba: ESALQ, **Anais...**2011. p.315-340, 2011.

BRISKEY, E. J. e KAUFFMAN, R. G. Quality characteristics of muscle as a food. In: PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, S. B. The science of meat and meat products. 2ed. San Francisco: Freeman e Company, 1971. p.367-401.

DI MARCO, O.N.; BARCELLOS, O.J.; COSTA, E.C. **Crescimento de bovinos de corte**. UFRGS. Porto Alegre - Brasil. 2007, 276 p.

DRANSFIELD, E. Modeling postmortem tenderization - III - Role of calpain I in conditioning. **Meat Science**, v. 31, n.1, p.85-94, 1992.

EUCLIDES FILHO, K.; FEIJÓ, G. L. D.; FIGUEIREDO, G. R.; EUCLIDES, V. P. B.; SILVA L. O. C.; CUSINATO, V. Q. Efeito de Idade à Castração e de Grupos Genéticos sobre o Desempenho em Confinamento e Características de Carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30 n.1, p. 71-76, 2001.

FELICIO, P.E. Fatores ante e post-mortem que influenciam na qualidade da carne vermelha. In: SIMPÓSIO DA REUNIÃO ANUAL SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Niterói: SBZ, 1993. p.43-52, 1993.

FIELD, R. A. Effect of castration on meat quality and quantity. **Journal of Animal Science**, 32 (5), 849–858, 1971.

KUSS, F. et al. Características da carcaça de novilhos não-castrados ou castrados terminados em confinamento e abatidos aos 16 ou 26 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 515-522, 2009.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

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

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

PASCOAL, L. L.; VAZ, F. N.; VAZ, R. Z.; RESTLE, J.; PACHECO, P. S.; SANTOS, J. P. A. Relações comerciais entre produtor, indústria e varejo e as implicações na diferenciação e precificação de carne e produtos bovinos não carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.82-92, 2011 (supl. especial).

PAULINO, P. V. R; FONSECA, J. F.; OLIVEIRA, I. M. de; MONNERAT, J. P. I. S. Aspectos fisiológicos sobre o crescimento de bovinos de corte. In: V Simpósio de Pecuária de Corte (SIMPEC). **Anais...**Lavras - MG: 2007.

PAZDIORA, R. D. **Influência de peso de abate em tourinhos Nelore terminados em confinamento**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2011. 135p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2011.

RAMOS, E. M. e GOMIDE, L. A. M. Avaliação da qualidade de carnes. Fundamentos e metodologias. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2007.

RESTLE, J.; GRASSI, C. e FIEJÓ, G. L. D. Características das carcaças e da carne de bovinos inteiros ou submetidos a duas formas de castração, em condições de pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 2, 1996.

RESTLE, J.; GRASSI, C.; FIEJÓ, G. L. D. Evolução do peso de bovinos de corte inteiros ou castrados em diferentes idades. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.10, p.1631-1635, 1994.

SAS. Statistical System Institute "SAS User's Guide: Statistic". SAS Institute INC., Cary, NC, 2002.

SEIDMAN, S. C.; CROSS, H. R.; OLTJEN, R. R. e SCJANBACHER, B. D. Utilization of the intact male for red meat production. **Journal of Animal Science**, vol.55, n.4, 826–840, 1982.

SILVA, F. V.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; BARROS, R. C.; PIRES, D. A. A.; MENEZES, G. C. C. e CALDEIRA, L. A. Ganho de peso e características de carcaça de bovinos Nelore castrados ou não-castrados terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 12, p. 2199-2205, 2008.

VITTORI, A.; QUEIROZ, A.C.; RESENDE, F.D.; GESUALDI JÚNIOR, A.; ALLEONI, G. F.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A. e GESUALDI, A. C. L. S. Características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos, castrados e não castrados, em fase de terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.2085-2092, 2006.