

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

VALIDAÇÃO DE PROTOCOLO DE IMUNOCASTRACÃO EM
SUÍNOS: DESEMPENHO ANIMAL E QUALIDADE DE CARNE

NARA LAIANE CASAGRANDE DELBEM

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Zootecnia como parte dos requisitos para
obtenção do título de Doutor em Zootecnia

Botucatu - SP

Abril – 2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

VALIDAÇÃO DE PROTOCOLO DE IMUNOCASTRACÃO EM
SUÍNOS: DESEMPENHO ANIMAL E QUALIDADE DE CARNE

NARA LAIANE CASAGRANDE DELBEM

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação
em Zootecnia como parte dos requisitos para
obtenção do título de Doutor em Zootecnia

Botucatu – SP

Abril – 2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

Delbem, Nara Laiane Casagrande, 1987-
D344v Validação de protocolo de imunocastração em suínos: desempenho animal e qualidade de carne / Nara Laiane Casagrande Delbem. - Botucatu: [s.n.], 2018
67 p.: ils. color., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2018
Orientador: Roberto de Oliveira Roça
Inclui bibliografia

1. Suínos. 2. Carne - Qualidade. 3. Castração. 4. Esteróides anabólicos. I. Roça, Roberto de Oliveira. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. III. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

Nara Laiane Casagrande Delbem – nascida em 01 de abril de 1987, na cidade de Cáceres- MT, filha de Claudemir Delbem e Fátima Maria Casagrande, concluiu o ensino médio em 2004 no colégio e curso Aptus, na cidade de Cuiabá- MT. Graduiu-se em Zootecnia pela Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Botucatu-SP em Dezembro de 2010. Em Agosto de 2011, ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, sob orientação do Prof. Dr. Roberto de Oliveira, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Botucatu-SP, onde foi bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), obtendo o título de Mestre em janeiro de 2014, na área de Nutrição e Produção Animal. Em agosto de 2015, iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Campus de Botucatu, sob orientação do Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça. Durante o curso de doutorado, a autora foi bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e de agosto a dezembro de 2017 a autora ministrou a disciplina de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal como professora bolsista no departamento Economia, Sociologia e Tecnologia da FCA - Unesp. A defesa da tese de doutorado realizou-se no dia 16 de abril de 2018.

Dedicatória

À minha mãe,

Fátima Maria Casagrande,

Mãe que ama, muito!

Te amo e admiro muito

Ao meu pai

Claudemir Delbem (in memoriam)

Com amor e saudade

À minha irmã

Ana Claudia Casagrande Delbem Romão

Melhor irmã e companheira

Amo você

Ao meu marido

Paulo Roberto Barbosa de Oliveira

Parceiro dedicado e fiel

Amo você

Agradecimentos

A Deus, porque d'Ele, por Ele e para Ele são todas as coisas.

À minha família, há muito tempo distante, mas sempre dentro do coração. Obrigada pelo amor, cuidado e incentivo.

- Mãe, Sua força é incrível! Sempre dedicada e íntegra. Nem o que dizer, então agradeço por tudo, não haveria ninguém melhor para mim. Te amo!

- Irmã, te amo muito! Obrigada por todo amor e companheirismo desde sempre.

- Marido, obrigada por assumir o desafio de uma vida compartilhada, são grandes os obstáculos, mas tão gratificantes as superações, nos fazem melhores. Obrigada pela força, paciência, cuidado e amor. Te amo!

Ao Prof. Roberto Roça pela oportunidade, orientação, paciência e compreensão.

À empresa CEVA – Saúde Animal, por todo apoio financeiro e parceria na realização desse trabalho.

Aos companheiros de departamento mais recentes Carolina Toledo Santos, Guilherme Sicca Lopes Sampaio, Renata Leonardo Lomele, Bruno Lala Silva, Bruna Domeneghetti Smaniotto, Nataly Chimini Sobral e também aos que já estão trilhando outros caminhos agradeço pela convivência, amizade, apoio e muitas risadas.

- Carol, agora já são 12 anos de convivência, obrigada por tudo!

Aos estagiários sempre disponíveis e queridos, a ajuda de vocês é de muito valor.

Aos amigos e grande família que tenho aqui em Botucatu, eu realmente não imaginava o que me esperava nessa cidade. Vocês deram sentido aos meus anos nessa cidade, seria injusta ao citar nomes, pois não caberiam todos.

À UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e FMVZ – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, seus docentes e equipe de funcionários por toda infraestrutura que proporcionaram minha formação acadêmica. Assim com a Pós-graduação em Zootecnia e sua competente equipe que permitiu a continuidade dessa formação.

Aos funcionários do departamento de Sociologia, Economia e Tecnologia Agroindustrial da FCA – Faculdade de Ciências Agronômicas pelo apoio e auxílio nos trabalhos.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de doutorado.

Aos professores Dr. Dirlei Antonio Berto e Dr. Marcos Livio Panhoza Tsé presentes na banca de qualificação e defesa desse trabalho pelo carinho, dedicação e sugestões de melhoria.

Ao professor Dr. Sérgio Bertelli Pflanze Junior e pesquisadora Dra. Simone Raymundo de Oliveira presentes na banca de defesa desse trabalho pela atenção, disponibilidade para se deslocarem até Botucatu, carinho e sugestões de melhoria.

A todos aqueles mais que contribuíram para a concretização dessa etapa, pois eu não conseguiria sozinha.

Muito obrigada!

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	2
1 Introdução	2
2 Revisão de literatura.....	4
2.1 Fisiologia reprodutiva de suínos machos	4
2.2 Odor sexual.....	6
2.2.1 Androstenona e Escatol	7
2.3 Castração cirúrgica de suínos	9
2.4 Imunocastração em suínos.....	10
2.5 Desempenho e qualidade da carcaça de suínos imunocastrados	11
2.6 Características físico-química e sensoriais da carne de suínos imunocastrados ...	14
3 Objetivos	16
3.1 Objetivo geral	16
3.2 Objetivos específicos.....	16
4 Referências bibliográficas	17
CAPÍTULO 2	24
Imunocastração com Valora [®] equivale a castração de cirúrgica em aspectos de desempenho e qualidade de carne de suínos machos.....	25
RESUMO	25
ABSTRACT.....	26
Introdução	27
Material e Métodos	30
Descrição experimental	30
Parâmetros de desempenho	32

Determinação da concentração sérica de LH e testosterona	32
Avaliação das características de carcaça	33
Determinação da concentração de escatol e androstenona.....	34
Análises da carne	35
Análise Estatística	39
Resultados e Discussão	40
Parâmetros de desempenho	40
Concentração sérica de LH e testosterona.....	42
Mensuração dos testículos e dos compostos do odor sexual.....	43
Características de carcaça.....	45
Análises da carne	46
Conclusão.....	50
Referências bibliográficas.....	60
CAPÍTULO 3	66
Implicações	67

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1 Introdução

A carne suína é a mais produzida e consumida no mundo, foram produzidas 111 milhões de toneladas em 2017. O Brasil é o quarto maior produtor, com aproximadamente 3 milhões e 600 mil toneladas de carne. A região Sul concentra a maior parte da produção nacional, sendo o estado de Santa Catarina o maior produtor com aproximadamente 27% da produção nacional. O consumo de carne suína no Brasil é de aproximadamente 15 kg/pessoa (ABPA, 2017; USDA, 2017).

O consumo de carnes cresce com o aumento da população mundial, da urbanização e do poder aquisitivo da população. Projeções de órgãos internacionais confirmam e indicam a permanência desse aumento nos próximos anos, o que gera expectativa de crescimento do setor produtivo de carnes, principalmente nos países em desenvolvimento (MAPA, 2017; OECD-FAO, 2017).

A disponibilidade de informação e o avanço tecnológico colaboraram com a mudança da preferência do consumidor, que busca carnes mais magras, qualidade dos produtos cárneos e se interessa pelo bem-estar animal na produção. O debate a respeito do bem estar ganha força no mundo, pois atualizações de normas e diretrizes têm sido frequentes, assim como acordos estabelecidos entre setores da cadeia produtiva para substituição dos métodos prejudiciais ao bem estar animal (MAPA, 2017a; UE, 2010). Dessa forma, as pesquisas buscam alternativas e novas tecnologias que possibilitem melhor desempenho, aumento da porcentagem de carne magra na carcaça e favoreça o bem estar dos animais (SILVA LUCAS, 2012; VASQUEZ BRUNO et al., 2013; PAULY et al., 2009).

Referente a qualidade da carne suína, um problema conhecido como odor sexual é comum quando ela provém de machos não castrados. Este é resultado do acúmulo de androstenona e escatol no tecido adiposo, que são substâncias lipofílicas, sequestradas pelo tecido adiposo que devido à alta volatilidade são liberadas principalmente durante o aquecimento e cozimento, gerando odor e sabor desagradáveis aos consumidores (BATOREK et al., 2012; SKRLEP et al., 2012). Por isso, o abate de suínos não castrados é proibido no Brasil pelo artigo 104 do Regulamento de Inspeção Sanitária e Industrial de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) (BRASIL, 2017).

A castração cirúrgica é um método efetivo de se controlar o odor sexual, sendo prática habitual nas granjas e realizada sem analgesia ou anestesia. Sem os testículos e suas funções hormonais ocorrem alterações no metabolismo dos suínos castrados cirurgicamente que resultam em desvantagens nos parâmetros produtivos (BATOREK et al., 2012). A ausência dos hormônios esteroides masculinos influenciam negativamente a deposição de proteína e, conseqüentemente, o desempenho, resultando em maior quantidade de gordura na carcaça (MILLET et al., 2011).

Sabe-se que a condição sexual é um dos fatores que influenciam o desempenho produtivo e a qualidade da carne e que animais não castrados apresentam maior produção de carne magra e melhor conversão alimentar em relação aos castrados cirurgicamente. Porém, os animais são mais agressivos, o que dificulta o manejo e pode afetar negativamente a qualidade da carne devido ao estresse (VASQUEZ BRUNO et al., 2013; BATOREK et al., 2012; PAULY et al., 2009). Considerando a maior eficiência produtiva dos machos não castrados juntamente com a demanda por manejos favoráveis ao bem-estar animal buscou-se uma maneira de conciliar a maior deposição muscular com produção de carne de boa qualidade, sem odor sexual.

A imunocastração é realizada por meio de vacina e atua neutralizando hormônios que regulam a função testicular. Surgiu como método inovador na maneira de se castrar os suínos machos e favorece o desempenho, pois permite a presença dos hormônios sexuais, diretamente relacionados com a deposição de músculo na carcaça, durante a fase de maior desenvolvimento do animal. Além disso, não provoca sofrimento ao animal e controla o odor sexual na carne (ČANDEK-POTOKAR et al., 2017).

Utilizar alternativas a castração cirúrgica ganhou destaque e incentivo em diversos países. Em 2008, o Conselho Diretivo da União Europeia estabeleceu que a castração sem analgesia e anestesia só poderia ser feita até os 7 dias de vida (CE, 2008), e em 2010, a Comissão Europeia, considerou que a partir de 2012 a castração deveria ser realizada sempre com anestesia/analgesia e por métodos reconhecidos, além de ter como objetivo cessar a castração cirúrgica a partir de janeiro de 2018 (CE, 2010).

Apesar da técnica estar difundida e bem aceita em diversos países há apenas um produto comercial testado e disponível no mercado. A falta de concorrência mantém

estáveis os preços de mercado do produto e acaba estimulando pouco a utilização da técnica pelos produtores.

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a eficiência da vacina Valora[®] em comparação com suínos castrados cirurgicamente e determinar qual protocolo de utilização promove o melhor desempenho e qualidade de carne.

2 Revisão de literatura

2.1 Fisiologia reprodutiva de suínos machos

O hipotálamo, a hipófise anterior e os testículos são as principais estruturas envolvidas no processo de regulação hormonal. A secreção primária de testosterona e a diferenciação das células de Leydig, presentes nos testículos, ocorrem ainda na vida embrionária do animal. Ambas são essenciais para a diferenciação sexual e formação das estruturas reprodutivas masculinas do embrião. Pouco antes do nascimento há um pico de LH (hormônio luteinizante) e a produção de testosterona se torna dependente de gonadotrofinas. Os hormônios LH e FSH (hormônio folículo-estimulante) são gonadotrofinas, produzidas pela hipófise a partir do estímulo do GnRH (hormônio liberador de gonadotrofinas) produzido pelo hipotálamo. Após a primeira semana de vida, a produção de testosterona diminui gradualmente e as células de Leydig ficam pouco ativas até o animal atingir puberdade (ČANDEK-POTOKAR et al., 2017; HAFEZ; HAFEZ, 2004).

Quando ocorre a ligação do LH com os receptores presentes nas células de Leydig, são estimuladas as enzimas esteroidogênicas e aumentam os níveis de esteroides testiculares, incluindo a androstenona. Além disso, existem receptores para fatores de crescimento, como IGF-1, nas células de Leydig e de Sertoli, indicando que os hormônios tireoidianos também são importantes para o desenvolvimento dos testículos (ČANDEK-POTOKAR et al., 2017).

A puberdade envolve mudanças fisiológicas que tornam o macho apto para liberar gametas e expressar comportamento sexual, ou seja, sexualmente maduro. Além disso, ocorrem mudanças na estrutura dos testículos e definição das características reprodutivas secundárias, conseqüentemente, há aumento na secreção de andrógenos e estrogênios,

sendo o GnRH principal responsável. Nos suínos essas transformações se iniciam por volta dos cinco meses de idade e a maturidade sexual é atingida próximo aos dez meses de idade (ČANDEK-POTOKAR et al., 2017; HAFEZ; HAFEZ, 2004).

O início da puberdade ocorre com a maturação do eixo hipotalâmico-adenohipofisário, sinalizado pelo aumento da secreção de LH e FSH pela hipófise anterior. A extensão e a frequência dos pulsos de GnRH, juntamente com o feedback dos andrógenos e estrogênios, são os controladores desse processo, enquanto o LH e o FSH regulam a função testicular (ČANDEK-POTOKAR et al., 2017; HAFEZ; HAFEZ, 2004). O GnRH se liga a receptores presentes na hipófise anterior e induz a secreção do LH e FSH. Desta forma, ocorre o aumento na secreção de gonadotrofinas que agem nas gônadas e estimulam o crescimento testicular, a espermatogênese e a esteroidogênese (HAFEZ; HAFEZ, 2004).

A testosterona e os esteroides testiculares são liberados na corrente sanguínea e transportados a diversos tecidos, realizando diferentes funções como o desenvolvimento das características sexuais masculinas, que aumentam os níveis de esteroides testiculares, e a regulação da secreção de GnRH, LH, FSH. Com isso, o desenvolvimento corporal atinge nível compatível com a reprodução (HAFEZ; HAFEZ, 2004). A Figura 1 ilustra o ciclo regulatório desses hormônios.

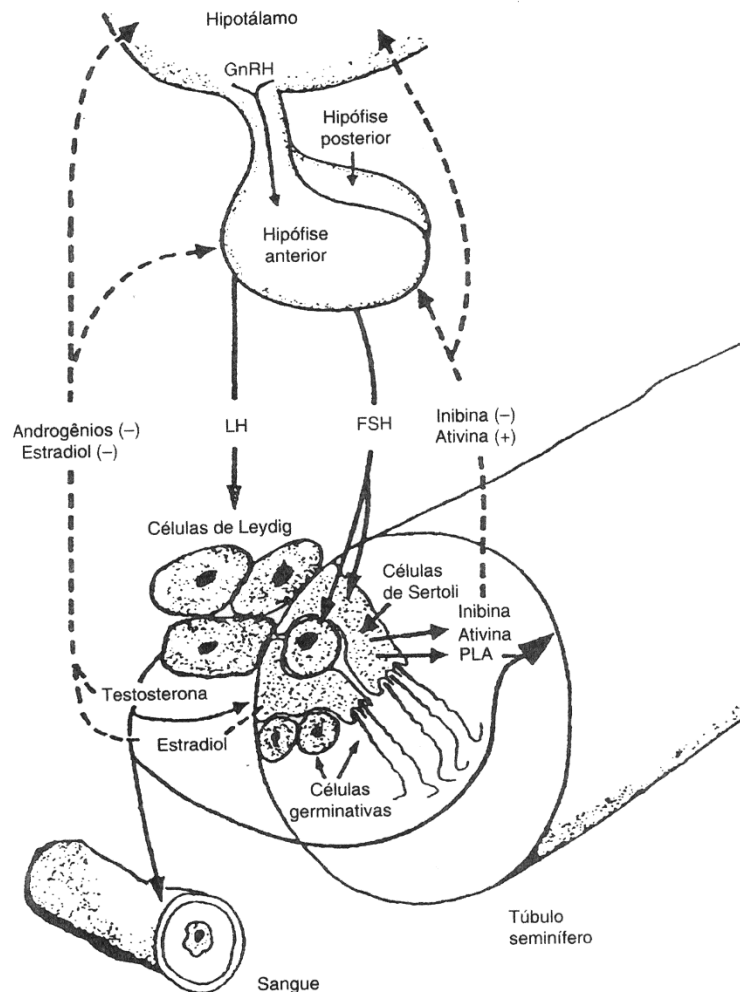


Figura 1. Controle endócrino da função testicular em mamíferos (HAFEZ; HAFEZ, 2004).

2.2 Odor sexual

O odor é um importante atributo sensorial da carne que está ligado a satisfação do consumidor em relação ao produto e pode influenciar a decisão de compra (FONT-I-FURNOLS, 2012). Odor sexual é caracterizado pelo odor e sabor desagradáveis liberados principalmente no cozimento da carne de suínos machos não castrados, sendo um problema significativo na qualidade da carne proveniente desses animais e está relacionado com a maturidade sexual (ZAMARATSKAIA et al., 2008; BONNEAU; SQUIRES, 2000).

Estudos realizados em diversos países para medir a aceitação da carne de suínos machos não castrados demonstraram grande variabilidade devido a diferentes hábitos alimentares. Os consumidores do Reino Unido foram os únicos que não apresentaram objeções. Franceses, alemães, espanhóis e suecos foram os que apresentaram maior rejeição ao odor e sabor. Os dinamarqueses e holandeses desaprovaram o odor, mas aceitaram o sabor. Além disso, também foram detectadas diferenças de sensibilidade aos compostos entre indivíduos, incluindo diferenças entre gêneros (SQUIRES; BONNEAU, 2014; FONT-I-FURNOLS et al., 2003; WEILER et al., 2000).

De maneira geral, o odor sexual afeta negativamente a aceitação da carne de suínos machos não castrados e a percepção é maior em mulheres e consumidores sensíveis a androstenona, devido à uma característica genética que afeta os receptores olfativos. O método de cozimento também influencia na percepção do odor, mas ainda existe discrepância nos métodos de avaliação utilizados nas pesquisas e, devido a isso, não foi possível estabelecer limites de aceitação (ALUWÉ et al., 2018; FONT-I-FURNOLS, 2012).

São duas as principais substâncias responsáveis pelo odor sexual, androsterona e escatol. A androstenona apresenta odor semelhante ao da urina e o escatol, acentuado odor fecal (ZAMARATSKAIA et al., 2008; BONNEAU; SQUIRES, 2000).

2.2.1 Androstenona e Escatol

A androstenona é um dos hormônios esteroides produzidos nos testículos pelas células de Leydig e não possui efeito androgênico, age apenas como feromônio e tem como precursor a pregnolona. Parte da androstenona produzida é transportada para a glândula salivar submaxilar e liberada na saliva como feromônio, estimulando a função reprodutiva das fêmeas e, a outra parte é armazenada no tecido adiposo devido a sua característica lipofílica, sendo responsável por parte do odor sexual presente na carne. O metabolismo desse hormônio no fígado é mediado por diversas enzimas, entretanto, existem alguns pontos do processo não elucidados, mas sugere-se que o seu acúmulo no tecido adiposo pode ser em função do excesso na síntese testicular ou da deficiência no metabolismo pelo fígado (SQUIRES; BONNEAU, 2014; ROBIC et al., 2008; ZAMARATSKAIA et al., 2008).

O escatol não é específico de animais machos, pois é produzida por bactérias presentes no intestino dos suínos a partir da degradação do triptofano oriundo da dieta, assim como, da renovação celular da mucosa intestinal. As maiores concentrações são encontradas no intestino grosso, onde são absorvidas pela mucosa intestinal. Parte do escatol é metabolizada pelo fígado e excretada na urina, e a outra parte é armazenada no tecido adiposo. Concentrações de escatol acima da taxa de metabolização, durante longo período, leva ao acúmulo no tecido adiposo, pois também é um composto com características lipofílicas. (ČANDEK-POTOKAR et al., 2017; SQUIRES; BONNEAU, 2014; WESOLY; WEILER, 2012).

O acúmulo de androstenona e escatol pode ser influenciado por características genéticas e alimentares (SQUIRES; BONNEAU, 2014). Altos níveis de escatol estão normalmente associados à altos níveis de hormônios esteroides no tecido adiposo, pois a atividade das enzimas que o degradam no fígado é influenciada por esses hormônios, incluindo a androstenona. Pesquisas detalharam a ação das enzimas no metabolismo do escatol e relataram a inibição da principal enzima do metabolismo do escatol (CYP2E1) com o aumento dos níveis de androstenona BRUNIUS et al., 2012; RASMUSSEN et al., 2011; ZAMARATSKAIA et al., 2008). A modificação da ação dessa mesma enzima pelos hormônios esteroides também foi verificada *in vitro* (DORAN et al., 2002).

A androstenona e os fatores de crescimento estimulam a multiplicação e apoptose das células do intestino grosso, aumentando a disponibilidade de triptofano no local onde o escatol é sintetizado, influenciando assim os níveis de escatol produzidos e armazenados, essa é outra sugestão de como a androstenona influencia o acúmulo de escatol (ČANDEK-POTOKAR et al., 2017; SQUIRES; BONNEAU, 2014; WESOLY; WEILER, 2012).

Fêmeas e machos castrados, imunológica ou cirurgicamente, costumam apresentar menores concentrações de escatol no tecido adiposo justamente por apresentarem menos hormônios esteroides (ČANDEK-POTOKAR et al., 2017; WESOLY; WEILER, 2012; BABOL; SQUIRES, 1998). Também sugeriu-se a possibilidade de utilizar estratégias de alimentação e aditivos alimentares, que reduzem a disponibilidade do aminoácido ou a ação das bactérias que degradam o triptofano, promovendo o controle da concentração do escatol (WESOLY; WEILER, 2012). É

possível verificar a concentração desses compostos na carne e na gordura, os limites aceitos foram propostos por Dunshea et al., (2001) e são de 0,5 a 1,0 µg/g para androstenona e 0,2 a 0,25 µg/g para o escatol.

2.3 Castração cirúrgica de suínos

A castração cirúrgica é eficiente no controle do odor sexual, mas é um processo traumático e invasivo, realizado na primeira semana de vida, sem analgesia e anestesia, de maneira não higiênica, e que provoca certo grau de sofrimento e dor ao animal (TEIXEIRA; TOCCHET, 2014). O abate de suínos não castrados ou com sinais de castração recente é proibido no Brasil pelo artigo 104 do RIISPOA (BRASIL, 2017). Portanto, a castração cirúrgica é realizada rotineiramente nas granjas brasileiras na primeira semana de vida do animal, para atender as exigências legais.

O debate a respeito de manejos favoráveis ao bem estar animal tem-se fortalecido e o estabelecimento de acordos internacionais podem se tornar barreiras comerciais, por exemplo, a União Europeia tem exigido presença do médico veterinário e o uso de anestesia ou analgesia no processo de castração de suínos desde 2012, sendo previsto o banimento da castração cirúrgica até janeiro de 2018 (CE, 2008; CE, 2010). Essas mudanças aumentam os custos do procedimento e pressionam a cadeia de produção de suínos a abandonarem o método cirúrgico. Devido a isso tem-se buscado alternativas para atender essas exigências (ČANDEK-POTOKAR et al., 2015; SQUIRES; BONNEAU, 2014).

Austrália e Nova Zelândia foram pioneiros na adesão a não castração de suínos ainda na década de 1980, assim como, na utilização da imunocastração (SQUIRES; BONNEAU, 2014). Na Europa os acordos surgiram depois dos anos 2000 (CE, 2008; CE, 2010), mas ambos estimularam a utilização de métodos alternativos de controle do odor sexual.

Diversos autores concluíram que os suínos castrados têm menor eficiência que os não castrados e os imunocastrados, pois apresentam maior consumo de ração, maior conversão alimentar e mais gordura na carcaça (ČANDEK-POTOKAR et al., 2015; BATOREK et al., 2012; MILLET et al., 2011), o que é atribuído a ausência do efeito

anabolizante dos hormônios esteroides. Porém, apesar da menor eficiência alimentar, os suínos machos castrados e imunocastrados apresentam qualidade de carne superior aos não castrados como, por exemplo, carnes com maior maciez (ČANDEK-POTOKAR et al., 2017).

Algumas situações tem sido atribuídas a castração cirúrgica como, maior incidência de leitões com baixo peso ao desmame, 22,5% dos castrados contra 17% dos não castrados (DALLANORA et al., 2010), aumento de 0,5 a 1,5% da mortalidade devido a complicações pós-cirúrgicas (CLARKE et al., 2008) e o retorno gradual do suíno a se alimentar normalmente no período pós-castração, podem aumentar o tempo de permanência dos animais na granja e trazer prejuízos ao produtor. Dessa forma, tem-se considerado cada vez mais a utilização de métodos alternativos ao método cirúrgico, como a imunocastração.

2.4 Imunocastração em suínos

Nas décadas de 80 e 90 foram realizados estudos (BONNEAU; ENRIGHT, 1995; MOLENAAR, et al., 1993; BROOKS, et al., 1986) com métodos de imunização contra o GnRH (hormônio liberador de gonadotrofinas) para elaboração de uma tecnologia com protocolo viável na prática. Isto aconteceu na primeira década dos anos 2000, tendo início o uso do método de imunocastração. Esse método tem sido difundido em diversos países, inclusive no Brasil (MARTINS et al., 2013; BATOREK et al., 2012; TONIETTI, 2008). No Brasil, a legislação brasileira permite a utilização de métodos não cirúrgicos de castração de suínos, desde que reconhecidos pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) (BRASIL, 2017).

A vacina para imunocastração não apresenta atividade hormonal ou farmacológica. A aplicação subcutânea, em duas doses, estimula o sistema imune a produzir anticorpos específicos contra o GnRH endógeno. A neutralização do GnRH resulta em diminuição temporária da função testicular e, conseqüentemente, menor produção de esteroides, incluindo a androstenona. A metabolização dos compostos do odor sexual passa a acontecer em velocidade maior que a produção diminuindo os níveis circulantes e o acúmulo de androstenona e escatol no tecido adiposo (ČANDEK-

POTOKAR et al., 2015). Dessa forma, essa vacina controla as duas substâncias responsáveis pelo odor indesejado (androstenona e escatol).

O peptídeo presente nessa vacina é análogo ao GnRH e tem função antigênica. Após a primeira dose, as células apresentadoras de antígeno do sistema imune do animal são ativadas e capturam esses peptídeos, que pela corrente sanguínea chegam aos linfonodos, onde se comunicam com os linfócitos T. Estes, por sua vez, estimulam os linfócitos B (células de memória), que se multiplicam, produzindo anticorpos específicos contra o GnRH. A primeira dose da vacina não tem efeitos fisiológicos sobre os testículos, promovendo apenas a sensibilização do organismo. Somente após da segunda dose ocorre grande produção de anticorpo, que promove a neutralização do GnRH endógeno por tempo prolongado, obtendo-se então o efeito semelhante a castração cirúrgica. A primeira dose pode ser aplicada a partir da oitava ou nona semana de idade e a segunda deve ser aplicada quatro a cinco semanas antes do abate, com intervalo de pelo menos quatro semanas entre elas.

Sem o estímulo do GnRH a hipófise produz menos LH e FSH, que significa menos estímulo nos testículos e menor produção de esteroides testiculares. Ocorre, portanto, redução no tamanho nos testículos e mudança no comportamento dos animais, ficando menos agressivos (ČANDEK-POTOKAR et al., 2015).

A imunocastração é vista como excelente alternativa a castração cirúrgica, tem menor custo e maior praticidade de realização do que a castração cirúrgica realizada com analgésicos e anestesia por médico veterinário, além de melhorar a eficiência produtiva e aumentar a lucratividade da produção de suínos (ČANDEK-POTOKAR et al., 2015; VASQUEZ BRUNO et al., 2013).

2.5 Desempenho e qualidade da carcaça de suínos imunocastrados

Diferenças no crescimento de castrados e não castrados estão relacionadas ao aproveitamento de nutrientes, principalmente a deposição de proteína, aspecto essencial para se desenvolver estratégias nutricionais. Pesquisas recentes mapearam as variações da deposição proteica durante o desenvolvimento dos suínos machos imunocastrados

(HUBER et al., 2013) para que, com o programa alimentar adequado, os animais expressem ao máximo seu potencial de crescimento (NRC, 2012).

Maior porcentagem de carne magra na carcaça tem estreita ligação com a retenção de nitrogênio. Os animais não castrados fazem melhor uso da energia da dieta e tem maior retenção de nitrogênio do que os animais castrados, dessa forma, resulta em maior desenvolvimento muscular. Quando castrado, a energia líquida disponível após o suprimento da necessidade de manutenção do organismo é direcionada em maior proporção para deposição de tecido adiposo, perdendo eficiência, pois o custo energético para deposição de gordura é maior que para deposição muscular (HUBER et al., 2013; NRC, 2012; FÁVERO; BELLAVAR, 2001).

Maior retenção de nitrogênio significa aproveitamento ótimo dos nutrientes e menor excreção nas fezes e na urina, aspecto de importância ambiental no posterior tratamento dos dejetos. Por isso, tem-se destacado a necessidade do estabelecimento das reais exigências nutricionais dos suínos imunocastrados (HUBER et al., 2013; NRC, 2012), pois um plano nutricional adequado irá propiciar menor custo e menor produção de dejetos, ou seja, melhoria das eficiências nutricional e econômica.

Realizar a castração cirúrgica logo após o nascimento priva o animal de produzir hormônios testiculares nas primeiras semanas de vida. Essa produção transitória, que acontece em leitões não castrados, é importante para determinar a quantidade de células de Leydig e influencia a taxa de crescimento, assim como, a composição do ganho de peso posteriormente (BOOTH, 1975). Um desses hormônios é a testosterona que tem reconhecida função anabólica, portanto, a sua ausência diminui a deposição de proteína, resultando em carcaça com mais gordura nos animais castrados (ČANDEK-POTOKAR et al., 2017; HUBER et al., 2013).

Antes da segunda dose, os suínos machos imunocastrados e não castrados tem mesmo perfil hormonal (HUBER et al., 2013), portanto expressam crescimento, desempenho produtivo e comportamento semelhantes como, menor consumo de ração, maior ganho de peso e melhor conversão alimentar em relação aos castrados. (ČANDEK-POTOKAR et al., 2015; PAULY et al., 2009; DUNSHEA et al., 2001).

Após a segunda dose acontece a redução gradativa da secreção dos hormônios reprodutivos, porque existe um intervalo de 7 a 10 dias até a ação efetiva da vacina. Nesse

período os imunocastrados aumentam a ingestão de alimento, mas a retenção de nitrogênio continua semelhante aos não castrados, resultando no aumento no peso das vísceras. Nesse período também aumenta gradativamente a conversão alimentar e a deposição de gordura, assemelhando-se aos castrados cirurgicamente (HUBER et al., 2013).

Mesmo com o aumento de consumo de ração após a segunda dose, os suínos imunocastrados apresentam melhor conversão alimentar (VICARI JÚNIOR et al., 2016; VASQUEZ BRUNO et al., 2013; MORALES et al., 2010) e ganho de peso diário 6,2% maior que os animais castrados (ANDRONIE et al., 2016). Considerando todo o período de criação, os imunocastrados consomem menos ração e crescem mais rápido em relação aos castrados cirurgicamente (BATOREK et al., 2012).

O consumo de ração aumenta porque o animal passa mais tempo se alimentando após a segunda dose, pois a baixa concentração dos hormônios sexuais diminui o comportamento sexual e agressivo. Os animais imunocastrados também apresentam menor nível de leptina circulante por também serem animais mais magros, aspecto que também favorece o consumo (BATOREK et al., 2012). A leptina é um sinalizador cerebral que indica o preenchimento dos depósitos de gordura. Após a sinalização da leptina, o cérebro envia sinais para o animal cessar o consumo ou aumentar o gasto energético (WENCESLAU et al., 2006).

As alterações no metabolismo dos imunocastrados, mesmo no final do período produtivo, devem ser consideradas na elaboração do plano nutricional, pois a quantidade de energia e proteína disponível na dieta, assim como o controle ou não da ingestão alimentar, são fundamentais para determinar as características da carcaça e carne exigidas pelo mercado (HUBER et al., 2013).

Em relação as características de carcaça, os suínos imunocastrados apresentam menor rendimento de carcaça em relação aos castrados, devido a presença dos testículos, trato reprodutivo mais desenvolvido, maior quantidade de gordura abdominal e maior peso do trato gastrointestinal, rins e fígado (BATOREK et al., 2012). Comparando castração cirúrgica pós-nascimento (4 dias), tardia (10 semanas), imunocastração e não castração, os castrados pós-nascimento apresentaram maior rendimento de carcaça e os

imunocastrados apresentaram valores intermediários entre castrados e não castrados (HUBER et al., 2018).

Imunocastrados apresentam menor espessura de toucinho e maior quantidade de carne magra que os castrados (HUBER et al., 2018; BATOREK et al., 2012; BOLER et al., 2011; MORAES et al., 2010; PAULY et al., 2009). Zamaratskaia et al. (2008) encontraram rendimento de carne magra dos imunocastrados 1,2% maior que os castrados. A maior porcentagem de carne magra nos imunocastrados condiz com a maior eficiência no metabolismo e deposição de proteína dos suínos imunocastrados em relação aos castrados (HUBER et al., 2013).

2.6 Características físico-química e sensoriais da carne de suínos imunocastrados

Os aspectos de maior importância na avaliação da qualidade de carne de suínos estão relacionados a alterações causadas pelo estresse, que são as carnes DFD (dura, escura e seca) e PSE (pálida, mole e exsudativa). Além disso, quando se fala em carne de animais imunocastrados é muito importante garantir a ausência do odor sexual. De maneira geral, não têm sido encontradas diferenças entre a qualidade da carne de suínos imunocastrados e castrados cirurgicamente. São encontradas diferenças quando se compara com a carne de animais não castrados (HUBER et al., 2018; BATOREK et al., 2012).

A carne dos imunocastrados apresentou maior perda de água por gotejamento, maior gordura intramuscular e maior maciez em relação a carne dos castrados cirurgicamente. Além disso, o pH final foi ligeiramente menor e apresentou maior luminosidade (L^*) (TREFAN et al., 2013; BATOREK et al., 2012). Os estudos realizados por Needham e Hoffman (2015) e Gispert et al. (2010) relataram que a carne dos imunocastrados apresentou cor igual à dos castrados cirurgicamente, entretanto, estava mais clara que a carne dos suínos não castrados. Apesar da alteração de cor indicada nesses estudos, não houve classificação de carnes PSE.

As possíveis causas dessa cor mais clara da carne dos imunocastrados não são esclarecidas nos trabalhos, mas na literatura encontra-se que, em condições de pH normal, qualquer aumento na velocidade de acidificação é prejudicial a capacidade de retenção

de água e cor, pois promove a desnaturação de proteínas (MONIN; SANTÉ-LHOUELIER, 2014). A não ocorrência de carnes PSE é desejável e mostra que os animais submetidos a imunocastração produzem carne com características normais e desejáveis, semelhante aos castrados cirurgicamente.

A carne dos imunocastrados apresentou maior maciez que a carne de não castrados e menos gordura subcutânea do que a carne de castrados (TREFAN et al., 2013). A razão dessa maior maciez não foi elucidada. Não foram encontrados muitos estudos que avaliam a maciez e a composição centesimal da carne suína comparando castrados e imunocastrados, mas de maneira geral não tem sido encontrada diferença entre a carne destes grupos para esses aspectos. A carne suína tem baixa quantidade de gordura intramuscular (ČANDEK-POTOKAR et al., 2017; NEEDHAM et al., 2015).

A análise sensorial da carne e da gordura de suínos é uma maneira de se verificar a presença de aroma ou sabor não característicos, assim como a capacidade de percepção dos provadores. De maneira geral os estudos não tem encontrado diferenças na qualidade sensorial da carne de suínos imunocastrados e castrados cirurgicamente (ČANDEK-POTOKAR et al., 2017). Quando comparada à carne dos não castrados a aceitação das pessoas varia com os hábitos alimentares dos diferentes países, além de ser influenciada pelo método de cozimento (ALUWÉ et al., 2018; SQUIRES; BONNEAU, 2014; FONT-I-FURNOLS, 2012; FONT-I-FURNOLS et al., 2003; WEILER et al., 2000). Portanto, a imunocastração se mostra eficiente no controle do odor sexual.

3 Objetivos

3.1 Objetivo geral

Avaliar a eficiência da tecnologia da imunocastração proposta pela vacina Valora® (Ceva Santé Animale, Lebourne, França) e selecionar o protocolo que mais favorece o desempenho, características de carcaça e a qualidade da carne.

3.2 Objetivos específicos

Verificar qual intervalo de aplicação entre a 1ª e 2ª dose dessa vacina resulta em:

- melhor ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar mais eficientes
- melhores rendimentos e características de carcaça
- melhor qualidade físico-química e sensorial da carne

O capítulo 2, intitulado “Imunocastração com Valora® equivale a castração cirúrgica em aspectos de desempenho e qualidade de carne de suínos machos”, está redigido de acordo com as normas para publicação do periódico científico Meat Science. Normas para publicação disponíveis em:< <https://www.elsevier.com/journals/meat-science/0309-1740/guide-for-authors>>.

4 Referências bibliográficas

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2017**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/suinocultura/publicacoes/relatorios-anuais/2017>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

ALUWÉ, M. et al. Consumer acceptance of minced meat patties from boars in four European countries. **Meat Science**, v. 137, p. 235-243, 2018. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174017312767>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

BABOL, J.; SQUIRES, E. J.; LUNDSTRÖM, K. Hepatic metabolism of skatole in pigs by cytochrome P4502E1. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 3, p. 822-828, 1998. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jas/article/76/3/822/4639037>>. Acesso em: 23 Jan. 2018.

BATOREK, N. et al. Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. **Animal**, v. 6, n. 8, p. 1330-1338, 2012. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/metaanalysis-of-the-effect-of-immunocastration-on-production-performance-reproductive-organs-and-boar-taint-compounds-in-pigs/9A76C7355E435AEE7A437F3B86076B75>>. Acesso em: 06 fev. 2018.

BOLER, D. D. et al. Effects of increasing lysine on carcass composition and cutting yields of immunologically castrated male pigs. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 7, p. 2189-2199, 2011. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jas/article/89/7/2189/4764336>>. Acesso em: 06 fev. 2018.

BONNEAU, M.; ENRIGHT, W. J. Immunocastration in cattle and pigs. **Livestock Production Science**, v. 42, n. 2-3, p. 193-200, 1995. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/030162269500020L>> Acesso em 10 nov. 2017.

BONNEAU, M.; SQUIRES, E. J. O uso de machos inteiros na produção de suínos. In: **1ª Conferência Internacional Virtual de Carne Suína**. Concórdia. 2000. p. 173-198. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_bonneau_pt.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2017.

BOOTH, W. D. Changes with age in the occurrence of C19 steroids in the testis and submaxillary gland of the boar. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 42, n. 3, p. 459-472, 1975. Disponível em: <<http://www.reproduction-online.org/content/42/3/459.full.pdf+html>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013 de 29 de março de 2017. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)**. Brasília, DF. 108 p.

BROOKS, R. I. et al. An immunological approach for prevention of boar odor in pork. **Journal of Animal Science**, v. 62, n. 5, p. 1279-1289, 1986. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jas/article/62/5/1279/4658688>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

BRUNIUS, C. et al. Expression and activities of hepatic cytochrome P450 (CYP1A, CYP2A and CYP2E1) in entire and castrated male pigs. **Animal**, v. 6, n. 2, p. 271-277, 2012. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/expression-and-activities-of-hepatic-cytochrome-p450-cyp1a-cyp2a-and-cyp2e1-in-entire-and-castrated-male-pigs/33D93746B8AE988875D84CEC8301BA24>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

ČANDEK-POTOKAR, M.; ŠKRLEP, M.; ZAMARATSKAIA, G. Immunocastration as Alternative to Surgical Castration in Pigs. In: CARREIRA, R. P. **Theriogenology**. InTech, 2017, cap. 6, p. 109-126. Disponível em: <<https://www.intechopen.com/books/theriogenology/immunocastration-as-alternative-to-surgical-castration-in-pigs>>. Acesso em: 8 fev. 2018.

ČANDEK-POTOKAR, M.; LUKAČ, N. B.; LABUSSIÈRE, E. Immunocastration in pigs. In: **Proceedings of the 4th International Congress - New Perspectives and Challenges of Sustainable Livestock Production**, p. 324 – 330, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Marjeta_Candek-Potokar/publication/282752555_IMMUNOCASTRATION_IN_PIGS/links/561b621a08aea8036722c116/IMMUNOCASTRATION-IN-PIGS.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2018.

CLARKE, I. et al. Inherent food safety of a synthetic gonadotropin-releasing factor (GnRF) vaccine for the control of boar taint in entire male pigs. **International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**, v. 6, n. 1, p. 7-14, 2008. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/5090/a33ac5789c34e53d071774f57bb426809bd9.pdf>>. Acesso em: 06 fev. 2018.

CONSELHO DA UNIÃO EUROPEIA. Diretiva do Conselho 2008/120/EC de 18 de dezembro de 2008. Estabelece as normas mínimas para proteção dos suínos (Versão Codificada). **Jornal Oficial da União Europeia**. n. L 47, 2009. p. 5 Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0120>> Acesso em: 18 jan. 2018.

COMISSÃO EUROPEIA. **Declaração europeia de alternativas para a castração cirúrgica de suínos**. Bruxelas, junho, 2010. Disponível em: <https://ec.europa.eu/food/animals/welfare/practice/farm/pigs/castration_alternatives_en> Acesso em: 20 jan. 2018.

DALLANORA, D. et al. Impact of surgical castration of piglets on growth performance, feed efficiency and health parameters. In: International Pig Veterinary Society. Congress, 21, 2010, Vancouver. **Proc. 21th Int. Pig Vet. Soc. Congr.** Vancouver, 2010. Disponível em: <http://orbit.dtu.dk/fedora/objects/orbit:63423/datastreams/file_5574380/content>. Acesso em: 07 fev. 2018.

DORAN, E. et al. Cytochrome P450IIE1 (CYP2E1) is induced by skatole and this induction is blocked by androstenone in isolated pig hepatocytes. **Chemico-Biological Interactions**, v. 140, n. 1, p. 81-92, 2002. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0009279702000157>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

DUNSHEA, F. R. et al. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 10, p. 2524-2535, 2001. Disponível em:

<<https://academic.oup.com/jas/article/79/10/2524/4683283>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

FÁVERO, J. A.; BELLAVER, C. Produção de carne de suínos. In: **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carnes**. São Pedro, SP: ITAL, Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2001. Disponível em:

<http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_q7t2f5k.pdf>. Acesso em: 1 mar. 2018.

FONT-I-FURNOLS, M. Consumer studies on sensory acceptability of boar taint: A review. **Meat Science**, v. 92, n. 4, p. 319-329, 2012. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174012001738>>. Acesso em: 05 fev. 2018.

FONT-I-FURNOLS, M. et al. Acceptability of boar meat by consumers depending on their age, gender, culinary habits, and sensitivity and appreciation of androstenone odour. **Meat Science**, v. 64, n. 4, p. 433-440, 2003. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174002002127>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

GISPERT, M. et al. Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. **Meat Science**, v. 85, n. 4, p. 664-670, 2010. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174010000938>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**. 7ed. São Paulo: Manole, 2004.

HUBER, L.; SQUIRES, E. J.; DE LANGE, C. F. M. Dynamics of nitrogen retention in entire male pigs immunized against gonadotropin-releasing hormone. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 10, p. 4817-4825, 2013. Disponível em:

<<https://academic.oup.com/jas/article/91/10/4817/4717282>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

HUBER, L. et al. Age at castration (surgical or immunological) impacts carcass characteristics and meat quality of male pigs. **Animal**, v. 12, n. 3, p. 648-656, 2018.

Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/journals/animal/article/age-at-castration-surgical-or-immunological-impacts-carcass-characteristics-and-meat-quality-of-male-pigs/71FA07BC8446477C913C0897C305C268/core-reader>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio 2016/17 a 2026/2027**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio>>. Acesso em: 10 fev. 2018.
- MAPA. Publicações de bem estar animal. In: **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Brasília, 7 abr. 2017a. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/boas-praticas-e-bem-estar-animal/arquivos-publicacoes-bem-estar-animal>>. Acesso em: 10 fev. 2018.
- MARTINS, P. C. et al. Implicações da imunocastração na nutrição de suínos e nas características de carcaça. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 237, p. 105-118, 2013. Disponível em: <<https://www.uco.es/servicios/ucopress/az/index.php/az/article/view/1960>>. Acesso em: 10 fev. 2018.
- MILLET, S. et al. Considerations on the performance of immunocastrated male pigs. **Animal**, v. 5, n. 7, p. 1119-1123, 2011. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/11D29851718E68C109FD960D6308AF77/S1751731111000140a.pdf/considerations-on-the-performance-of-immunocastrated-male-pigs.pdf>>. Acesso em: 06 jan. 2018.
- MOLENAAR, G. J. et al. Lesions in the hypothalamus after active immunisation against GnRH in the pig. **Journal of Neuroimmunology**, v. 48, n. 1, p. 1-11, 1993. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016557289390052Z>>. Acesso em 13 jan. 2018.
- MONIN, G., SANTÉ-LHOUELIER, V. Colours and texture variations. In: DEVINE, Carrick; DIKEMAN, Michael (eds). **Encyclopedia of Meat Sciences**. 2 ed. Oxford: Elsevier, 2014. p. 339-345.
- MORAES, E., C. KIEFER e SILVA, I. S. Ractopamina em dietas para suínos machos imunocastrados, castrados e fêmeas. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 409-414, 2010. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/pdf/331/33117333018.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- MORALES, J. et al. Evaluation of production performance and carcass quality characteristics of boars immunised against gonadotropin-releasing hormone (GnRH) compared with physically castrated male, entire male and female pigs. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 3, p. 599-606, 2010. Disponível em: <<http://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/view/1255>>. Acesso em: 15 dez 2017.

NEEDHAM, T.; HOFFMAN, L. C. Physical meat quality and chemical composition of the Longissimus thoracis of entire and immunocastrated pigs fed varying dietary protein levels with and without ractopamine hydrochloride. **Meat Science**, v. 110, p. 101-108, 2015. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174015300383>>. Acesso em: 15 dez 2017.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL et al. **Nutrient Requirements of Swine**. National Academies Press, 2012.

OECD-FAO. Organization for Economic Co-operation e Development e Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Agricultural Outlook 2017-2026**. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i7465e.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2018.

PAULY, C. et al. 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**, v. 3, n. 7, p. 1057-1066, 2009. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/586347E8A698B2515335FF942714EC6D/S1751731109004418a.pdf/growth_performance_carcass_characteristics_and_meat_quality_of_group_penned_surgically_castrated_immunocastrated_improvac_and_entire_male_pigs_and_individually_penned_entire_male_pigs.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2017.

RASMUSSEN, M. K.; ZAMARATSKAIA, G.; EKSTRAND, B. Gender-related Differences in Cytochrome P450 in Porcine Liver—Implication for Activity, Expression and Inhibition by Testicular Steroids. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 46, n. 4, p. 616-623, 2011. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0531.2010.1714.x/full>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

ROBIC, A. et al. Genetic and metabolic aspects of androstenone and skatole deposition in pig adipose tissue: A review (Open Access publication). **Genetics Selection Evolution**, v. 40, n. 1, p. 129-143, 2008. Disponível em: <<https://gsejournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/1297-9686-40-1-129>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

SILVA LUCAS, D. **Implicações da imunocastração na nutrição de suínos e nas características de carcaça**. 2012. 91 f. Dissertação (Mestrado em Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

ŠKRLEP, M. et al. Effect of immunocastration in group-housed commercial fattening pigs on reproductive organs, malodorous compounds, carcass and meat quality. **Czech Journal of Animal Science**, v. 57, n. 6, p. 290-299, 2012. Disponível em: <<http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/65809.pdf>>. Acesso em: 24 nov. 2017.

SQUIRES, E. J., BONNEAU, M. Boar Taint: Biological causes and practical means to alleviate it. In: DEVINE, Carrick; DIKEMAN, Michael (eds). **Encyclopedia of meat sciences**. 2 ed. Oxford: Elsevier, 2014. p. 97-103.

TEIXEIRA, F.; TOCCHET, M. Castração de leitões. In: ABCS – Associação Brasileira de Criadores de Suínos (coord). **Produção de suínos: teoria e prática**. 1 ed. Brasília: ABCS, 2014. p. 582-589.

TONIETTI, A. P. **Avaliações do desempenho zootécnico, qualidade da carcaça e carne em suíno macho inteiro imunocastrado**. 2008. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) -Universidade de São Paulo-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2008.

TREFAN, L. et al. Meta-analysis of effects of gender in combination with carcass weight and breed on pork quality. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 3, p. 1480-1492, 2013. Disponível em: <<https://academic.oup.com/jas/article/91/3/1480/4717389>>. Acesso em: 27 jan. 2018.

USDA. United States Department of Agriculture, 2017. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2018.

VASQUEZ BRUNO, H. et al. Avaliação técnico-econômica de suínos machos imuno e cirurgicamente castrados. **Ciência Rural**, v. 43, n. 11, p. 2063-2069, 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/2013nahead/a30213cr2012-1343.pdf>> Acesso em: 06 fev. 2018.

VICARI JUNIOR, D.; DA SILVA, M. C.; NESI, C. N. Melhoria de índices zootécnicos em suínos com imunocastração. **Unoesc & Ciência-ACET**, v. 7, n. 1, p. 89-94, 2016. Disponível em: <<https://editora.unoesc.edu.br/index.php/acet/article/view/10055>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

WEILER, U. et al. Influence of differences in sensitivity of Spanish and German consumers to perceive androstenone on the acceptance of boar meat differing in skatole and androstenone concentrations. **Meat Science**, v. 54, n. 3, p. 297-304, 2000. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174099001060>>. Acesso em: 25 jan. 2018.

WENCESLAU, A. A. et al. Novos polimorfismos no gene da obesidade em raças divergentes de suínos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-09352006000300018&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 25 fev. 2018.

WESOLY, R.; WEILER, U. Nutritional influences on skatole formation and skatole metabolism in the pig. **Animals**, v. 2, n. 2, p. 221-242, 2012. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2076-2615/2/2/221/htm>>. Acesso em: 22 fev. 2018.

ZAMARATSKAIA, G.; ANDERSSON, H.K.; CHEN, G. Effect of a gonadotropin-releasing hormone vaccine (Improvac™) on steroid hormones, boar taint compounds and performance in entire male pigs. **Reproduction in Domestic Animals**, v.43, p.351-359, 2008. Disponível em: < <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0531.2007.00914.x/full>>. Acesso em: 06 fev. 2018.

CAPÍTULO 2

Imunocastração com Valora® equivale a castração cirúrgica em aspectos de desempenho e qualidade de carne de suínos machos

RESUMO

Foram avaliados quatro protocolos da vacina Valora® (Ceva) para verificar a eficiência da vacina e diferenças na resposta produtiva, características de carcaça e qualidade da carne de suínos imunocastrados em relação aos castrados cirurgicamente. O total de 60 suínos machos, híbridos, alojados em baias individuais, foi dividido em cinco grupos ($n = 12$): animais castrados cirurgicamente (CC), vacinados com 8 e 19 semanas (V1); vacinados com 8 e 21 semanas (V2); vacinados com 8 e 23 semanas (V3) e vacinados com 8 e 24 semanas (V4) com delineamento experimental inteiramente casualizado. Os parâmetros peso, consumo de ração, conversão alimentar e rendimento de carcaça foram avaliados e, na véspera do abate, foram colhidas amostras de 4mL de sangue para mensurar a concentração sérica de LH e testosterona. No frigorífico foram avaliados peso e dimensões dos testículos. Após o resfriamento das carcaças, foram colhidas amostras do *Musculus longissimus thoracis* para as análises de qualidade da carne, incluindo a sensorial, e da gordura perianal para mensurar a concentração de escatol e androstenona. Nas condições do estudo, não foram detectadas diferenças entre os suínos castrados e imunocastrados, nem entre os protocolos de imunocastração para os parâmetros produtivos. Também não foi detectada diferença entre os tratamentos para o odor sexual e qualidade final da carne. Dessa forma, os protocolos de imunocastração determinaram resultados semelhantes à castração no desempenho, características de carcaça e qualidade da carne. A vacina foi eficiente no controle do odor sexual independentemente do protocolo utilizado.

Palavras-chave: odor sexual, androstenona, escatol, esteroides, castração.

Immunocastration with Valora® equates to surgical castration in aspects of performance and meat quality of male pigs

ABSTRACT

Four Valora ® (Ceva) vaccine protocols were evaluated to verify vaccine efficacy and differences in the productive response, carcass characteristics and quality of the meat of pigs immunocastrated in relation to those surgically castrated. A total of 60 male pigs, hybrids, housed in individual pens were divided into five groups (n = 12) animals surgically castrated (CC), vaccinated with 8 and 19 weeks (V1); vaccinated at 8 and 21 weeks (V2); vaccinated at 8 and 23 weeks (V3) and vaccinated at 8 and 24 weeks (V4) with a completely randomized experimental design. The parameters weight, feed intake, feed conversion and carcass yield were evaluated and, on the eve of slaughter, samples of 4mL of blood were collected to measure the serum concentration of LH and testosterone. In the slaughterhouse were evaluated weight and dimensions of the testicles. After cooling of the carcasses, samples of the Longissimus thoracis muscle were collected for meat quality analyzes, including sensory analysis, and perianal fat to measure the concentration of escatol and androstenone. Under the study conditions, no differences were detected between castrated and immunocastrated pigs nor between the immunocastration protocols for the productive parameters. There was also no difference between treatments for sexual odor and final meat quality. Thus, immunocastration protocols determined results like castration in performance, carcass characteristics and meat quality. This is the first ever study to evaluate the efficiency of immunocastration with the Valora® vaccine in male pigs and showed that the vaccine was effective in controlling sexual odor.

Key words: androstenone, castration, escatol, sexual odor, steroids.

Introdução

No Brasil, o artigo 104 do Regulamento de Inspeção Sanitária e Industrial de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) proíbe o abate de suínos não castrados (BRASIL, 2017), e a principal razão para isso é o controle do odor sexual presente na carne de suínos machos não castrados e a castração é uma prática comum e eficaz para este controle mas ocasiona efeitos negativos no desempenho e bem estar dos animais (Prunier et al., 2006; Huber et al., 2013). Apoiando-se na maior produtividade da criação de machos não castrados e na conscientização dos consumidores a respeito da forma como são criados os animais, cresce o debate e o incentivo para a adoção de manejos alternativos que não causem sofrimento aos animais, como a imunocastração. Acordos internacionais entre os setores produtivos já foram estabelecidos em alguns países, por exemplo a “Declaração Europeia de Alternativas para a Castração de Suínos” (CE, 2010).

Os baixos níveis de hormônios esteroides do animal castrado tem efeito negativo para os parâmetros de desempenho, pois a função anabolizante em dos hormônios esteroides é fundamental para o melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta, alterando principalmente a deposição de proteína corporal (Huber et al., 2013). O principal motivo para a utilização da castração são os benefícios a qualidade sensorial da carne suína, controlando os níveis dos compostos que causam odor sexual (Batorek et al., 2012a; Skrlep et al., 2012; Huber et al., 2018).

A castração imunológica foi desenvolvida como alternativa à castração cirúrgica e tem se mostrado eficiente na diminuição da função testicular e, conseqüentemente, redução dos níveis de hormônios esteroides, como a testosterona e androstenona. A androstenona, juntamente com o escatol são os compostos responsáveis pelo odor sexual. A androstenona é produzida nos testículos e o escatol é produzido no intestino dos suínos

por bactérias que degradam triptofano, sendo ambos armazenados no tecido adiposo do animal (Squires; Bonneau, 2014; Čandek-Potokar et al., 2017).

Os animais imunocastrados são submetidos a duas doses da vacina que contém um análogo do hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) de ação imunológica. Na primeira dose o organismo é sensibilizado e após a segunda dose é produzida grande quantidade de anticorpos que neutralizam o GnRH; sem o estímulo desse hormônio, a hipófise cessa a produção de gonadotrofinas, hormônios luteinizante (LH) e folículo estimulante (FSH), que são as responsáveis por estimular os testículos a produzirem hormônios esteroides. Dessa forma, o suínos passam a metabolizar suas reservas de androstenona e escatol mais rapidamente do que produzem, alcançando níveis desejáveis que não causam odor sexual (Čandek-Potokar et al., 2015).

Os machos imunocastrados passam por sua fase de maior crescimento com todo sistema hormonal intacto, podendo apresentar melhor eficiência produtiva, desde que sejam atendidas suas exigências nutricionais. Por isso, geralmente os animais imunocastrados apresentam melhor conversão alimentar e maior deposição de músculo na carcaça. Além disso a imunocastração é eficiente na diminuição da função testicular, comprovada pelo menor tamanho dos testículos e órgãos do trato reprodutor em relação a suínos não castrados, ocasionando a diminuição dos níveis dos compostos que causam odor sexual (Martins et al., 2013; Batorek et al., 2012; Skrlep et al., 2012).

A maior taxa de deposição de proteína dos imunocastrados em relação aos castrados é responsável por apresentar, na maioria dos casos, carcaças com menor quantidade de gordura, mas com menor rendimento. Isto é atribuído à presença dos testículos, trato reprodutor mais desenvolvido, mais gordura abdominal e maior peso de

vísceras devido a influência hormonal que favorece a retenção de nitrogênio e o desenvolvimento dos órgãos sexuais (Huber et al., 2018).

Os animais castrados e imunocastrados após a segunda dose tem comportamento menos agressivo quando comparados aos animais não castrados, e isto é desejável por facilitar o manejo pré-abate, etapa que influencia diretamente as características físico-químicas da carne (Čandek-Potokar et al., 2017). Os parâmetros de pH, cor e capacidade de retenção de água são os mais importantes de se avaliar, pois estão diretamente relacionados aos principais problemas de qualidade que a carne suína pode apresentar, DFD (dura, escura e seca) e PSE (pálida, flácida e exsudativa), juntamente com a análise sensorial e a concentração de androstenona e escatol (Ramos; Gomide, 2017).

A tecnologia da imunocastração tem sido testada e aceita em muitos países (Squires; Bonneau, 2014). No Brasil já é comum nos plantéis de empresas nacionais e multinacionais, principalmente devido aos programas de bem-estar animal (Teixeira; Tocchet, 2014). Há grande potencial de ampliação na utilização dessa técnica no país e no mundo, mas existe apenas um produto comercial disponível no mercado. Esta ausência de concorrência não provoca variabilidade nos preços, que sempre é determinante para a adesão do produtor.

A elaboração de novos produtos promove maior competitividade e favorece a expansão do uso da tecnologia da imunocastração, incrementando a produtividade da suinocultura.

Diante disso, o objetivo foi avaliar a eficiência da tecnologia de imunocastração proposta pela vacina Valora[®] (Ceva Santé Animale, Lebourne, França) e selecionar o protocolo que apresenta melhores resultados de desempenho, características de carcaça e qualidade da carne em relação aos suínos castrados cirurgicamente.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido de acordo com os princípios éticos na experimentação animal (protocolo 169/2016 – CEUA), determinados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Botucatu, SP.

Descrição experimental

O experimento foi realizado no Centro de Pesquisa em Animais do Brasil – CPABR, no município de Amparo, SP.

Sessenta suínos machos híbridos, sendo 12 castrados cirurgicamente na primeira semana pós-nascimento e 48 não castrados, com sete semanas de idade e peso inicial médio de $9,54 \pm 1,46$ kg, foram alojados em baias individuais de $1,75$ m², com piso em concreto, paredes de alvenaria, porta de grades de ferro, comedouros e bebedouros do tipo chupeta. Os 48 animais não castrados foram distribuídos em quatro grupos (tratamentos) de 12 animais, em delineamento inteiramente casualizado. Os grupos experimentais foram: animais castrados cirurgicamente (CC); animais vacinados com 8 e 19 semanas de idade (V1); animais vacinados com 8 e 21 semanas de idade (V2); animais vacinados com 8 e 23 semanas de idade (V3) e animais vacinados com 8 e 24 semanas de idade (V4), conforme apresentado na Figura 1.

Para a imunocastração dos animais foi utilizada a vacina Valora® (Ceva Santé Animale, Lebourne, França). A vacinação dos imunocastrados foi realizada via subcutânea, na região do músculo cervical (tábua do pescoço) logo atrás da orelha. Foram utilizadas seringas de 3 mL e agulhas estéreis (25 x 0,7) para aplicar duas doses de 1 mL da vacina por animal, de acordo com os intervalos descritos anteriormente.

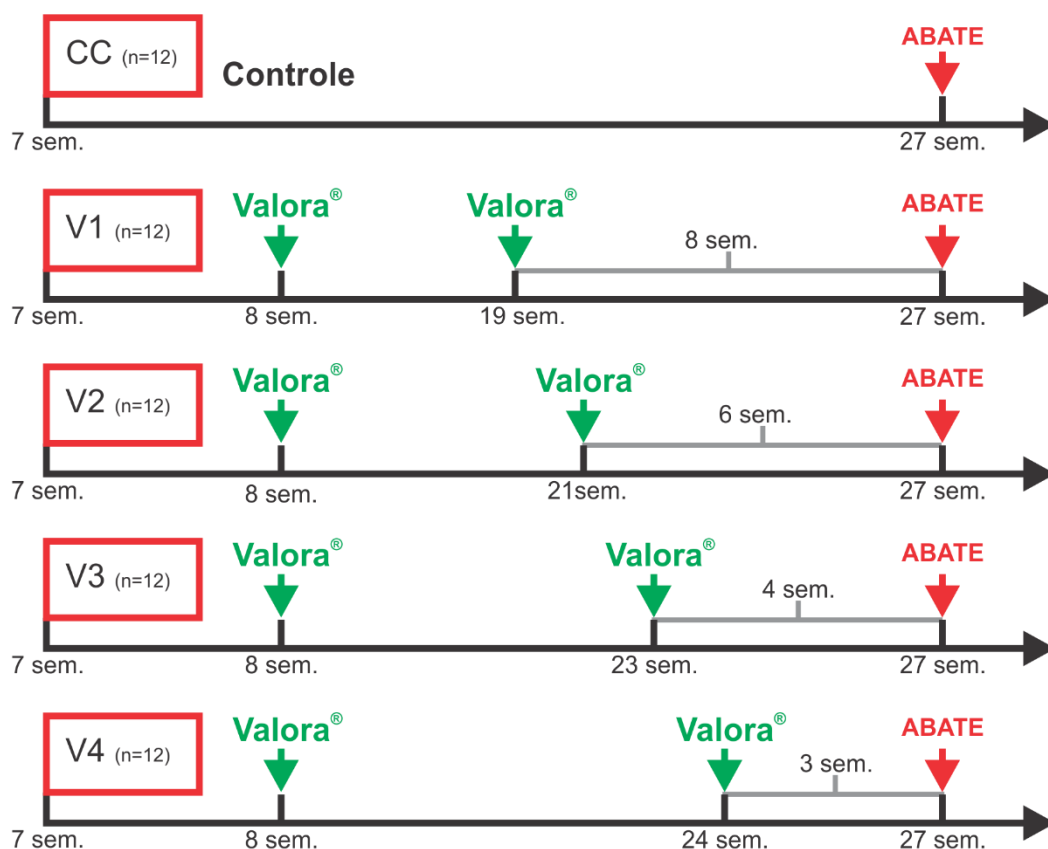


Figura 1. Esquema de vacinação dos grupos experimentais.

Os animais foram submetidos a uma semana de aclimação até que se iniciassem os protocolos de vacinação, desse modo a duração do período experimental foi da 7ª a 27ª semana de vida. Todos os animais foram submetidos às mesmas condições ambientais durante o período experimental, com luz e temperatura natural. As atividades de manejo, como vacinação e colheita de amostras de sangue, foram realizadas na própria baia com contenção manual e a pesagem foi feita individualmente em balança mecânica.

O arraçoamento dos suínos foi feito com dieta formulada segundo NRC (2012) atendendo as exigências nutricionais para machos castrados de médio desempenho em cada fase do crescimento, sem diferir entre os tratamentos. A ração foi ofertada em dois

tratos diários, de forma que sempre houvesse alimento disponível e mínimo desperdício. A água, oriunda de poço artesiano, foi fornecida à vontade.

Os suínos foram adquiridos de granja comercial e ao final do estudo foram submetidos ao abate em frigorífico comercial, sob Sistema de Inspeção Federal, no município de Socorro, SP. Após a colheita das amostras, as carcaças foram destinadas a incineração.

Parâmetros de desempenho

Durante o período experimental os animais foram pesados individualmente no início e mensalmente. O ganho de peso diário (GPD) foi calculado a partir dessas pesagens. O consumo diário (CDR) e total (CTR) de ração foi avaliado por meio do controle de ração fornecida e das sobras realizado diariamente. A conversão alimentar (CA) foi calculada a partir dessas informações. Com 27 semanas de idade foi realizada a última pesagem e os suínos foram transportados para o frigorífico e abatidos.

Determinação da concentrações séricas de hormônio luteinizante (LH) e testosterona

Um dia antes do abate fez-se a colheita de amostras de 4 mL de sangue da veia jugular de todos os animais para medir a concentração sérica de LH e testosterona. Os tubos foram identificados e imediatamente levados ao laboratório da CPABR e centrifugadas por 15 minutos a 1.200x g. O soro foi acondicionado em microtubos e armazenados congelados em freezer a aproximadamente -20° C. A concentração de LH foi determinada por método de ELISA (“Enzyme Linked Immunono Sorbent Assay”) utilizando método *in house* baseado no sistema de amplificação de sinal com biotina-

estreptavidina peroxidase (Maioli; Nogueira, 2017). A concentração de testosterona foi determinada por radioimunoensaio, utilizando kit comercial “Testosterone double antibody RIA kit” (07189102) adquirido da empresa MP Biomedicals, conforme as instruções do fabricante. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Endocrinologia da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, em Araçatuba, SP.

Avaliação das características de carcaça

Durante o abate foram mensurados o peso, largura e altura dos testículos dos animais imunocastrados, primeiramente mediu-se a largura dos dois testículos dentro da bolsa escrotal, posteriormente a largura, altura e peso de cada testículo, incluindo o epidídimo. Também foi realizada a pesagem das carcaças quentes com cabeça para o cálculo do rendimento de carcaça. As carcaças foram resfriadas na câmara fria do abatedouro por 24 horas.

Nas carcaças resfriadas, foram realizadas medidas para estimar a porcentagem de carne magra segundo o Método Manual ZP (Zwei-Punkte-Messverfahren) (CE, 2012).

A avaliação do potencial hidrogeniônico (pH) foi realizada no *M. longissimus thoracis* na altura do 12º espaço intercostal por meio de peagâmetro de penetração direta com termômetro acoplado (Modelo HI 99163 - Hanna Instruments), previamente calibrado com soluções tampões de pH 4,0 e 7,0 (Merck). As medidas foram realizadas em todas as meias carcaças esquerdas nos períodos de 45 minutos (pHi) e 24 horas *post-mortem* (pHu).

Após a realização das medidas nas carcaças resfriadas, foi realizada a colheita de aproximadamente um quilograma do *M. longissimus thoracis* de todos os animais para

realização das análises de qualidade da carne. As amostras foram embaladas em sacos plásticos, identificadas e transportadas resfriadas por 4 horas e meia, em recipiente isotérmico com gelo, até o Laboratório de Tecnologia da Carne da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, em Botucatu, SP, onde foram realizadas as análises da carne.

No Laboratório de Tecnologia da Carne essas amostras foram porcionadas em bifes com 2,5 cm de espessura e congeladas a aproximadamente -18 °C, com exceção das porções destinadas à avaliação de perda de água por exsudação. Antes de cada avaliação os bifes foram descongelados por 24 horas em geladeira, com temperatura aproximada de 4 °C.

A área de olho de lombo (AOL) foi avaliada em bifes de 2,5 cm de espessura, sem osso, retirados entre a 11ª e 12ª costelas. Foi mensurada a espessura de toucinho na região da AOL com paquímetro digital, depois o perímetro externo do *M. longissimus thoracis* foi traçado diretamente em papel vegetal e, com uso da mesa digitalizadora modelo MDD 1812 (DIGICOM), as medidas de área e perímetro do olho de lombo foram calculadas pelo programa Sistema de Planimetria Digitalizadora (SPLAN), no Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento da Faculdade de Ciências Agrônomicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, em Botucatu, SP.

Determinação da concentração de escatol e androstenona

Para a determinação da concentração de androstenona e escatol foram coletadas amostras da gordura perianal nas carcaças. As análises foram realizadas em laboratório particular por método próprio utilizando cromatografia líquida de alta performance (HPLC).

Análises da carne

A avaliação da perda de água por exsudação foi realizada logo após a chegada das amostras ao laboratório e foi determinada pelo método EZ-DripLoss (DMRI, 2010; Rasmussen; Anderson, 1996). Foram utilizadas bifes de 2,5 cm de espessura do *M. longissimus thoracis*. A gordura subcutânea foi retirada e foram pesadas aproximadamente 10 gramas de carne, em balança semi-analítica, em duplicata e colocadas em recipientes para suco de carne “Meat juice containers” ou “Fleischsafttrichter” (KABE Labortechnik, N € umbrecht-Elsenroth, Alemanha). Após 48 horas em câmara de resfriamento a 4 °C, cada amostra foi pesada novamente e a porcentagem de perda de água foi calculada por meio do resultado da diferença entre o peso inicial e o peso final, dividido pelo peso inicial e multiplicado por 100 (Honikel, 1998). A perda de água por exsudação da carne foi obtida por meio da média das duplicatas.

Para avaliação da cor utilizou-se amostras do *M. longissimus thoracis* descongeladas por 24 horas em geladeira a 4° C, padronizadas com 2,5 cm de espessura. Estas foram expostas ao ar por 30 minutos para oxigenação antes das avaliações. A cor foi avaliada por dois métodos, subjetivo e objetivo.

A avaliação subjetiva foi realizada por meio do método desenvolvido pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos “Procedures to Evaluate Market Hogs” e utiliza “Official Color & Marbling Quality Standards” (“National Pork Producers Council, USA”), que consiste em uma escala de cores que se atribui notas de 1 a 6 (AMSA, 2001). O mesmo avaliador analisou todas as amostras. Para avaliação objetiva da cor foram realizadas três leituras em pontos aleatórios da superfície de corte por meio

do colorímetro portátil (CR-410 – Konica Minolta) com iluminante D₆₅, abertura de 8 mm (diâmetro) e ângulo de observação de 10° (AMSA, 2012), previamente calibrado com padrão branco e preto, conforme instruções do fabricante. Foram avaliados os parâmetros CIE L*, a* e b* (“Comission International de l’Eclaire - CIE, 1976”), saturação ou “chroma” ($C = (a^*2 + b^*2)^{1/2}$) e ângulo de tonalidade ou “hue angle” ($hab = b^*/a^*$), conforme recomendações do “Meat Color Measurement Guidelines” (AMSA, 2012). A saturação da cor (chroma – C*) é utilizado para identificar a intensidade ou força da cor. O tom da cor (hue – H*), é utilizado para verificar a presença de outras cores, em menor intensidade, que podem estar presentes porém imperceptíveis (Tapp et al., 2011; AMSA, 2012).

Foi realizada a classificação de qualidade em cinco categorias: carne RFN (“Reddish Pink, Firm, Non-exudative” - avermelhada ou rosa, firme e não exsudativa), considerada como carne ideal e os principais desvios de qualidade que são: PSE (“Pale, Soft and Exudative” – carne pálida, flácida e exsudativa), carne RSE (“Reddish Pink, Soft, Exudative” - carne avermelhada ou rosa, flácida e exsudativa), carne DFD (“Dark, Firm, Dry” – carne escura, firme e seca) e carne Pálida. A categorização das carnes foi baseada no pH_u e luminosidade (L*) conforme adaptado por Araújo (2009). As carnes foram categorizadas em PSE, RSE, RFN, DFD ou Pálida, de acordo com o padrão descrito na Tabela 1. As amostras que não se enquadraram nessas categorias foram consideradas como não classificadas (NC).

Tabela 1. Classificação da qualidade de carne suína por meio do pH (pH_u) e cor objetiva (L*)

Classificação ¹	pH _u	L*
PSE	< 5,5	> 50
RSE	< 5,5	< 50
RFN	5,5 – 6,1	< 50
DFD	> 6,1	< 38
Pálida	5,5 – 6,1	> 50

¹ PSE - pálida, flácida e exsudativa, RSE - vermelha, flácida, exsudativa, RFN - vermelha, firme e não exsudativa, DFD - escura, firme e seca. Adaptado por Araújo (2009).

A perda de água por cozimento foi mensurada em duas amostras de 2,5 cm de espessura do *M. longissimus thoracis* de cada suíno, entre a 10^o e a 12^o costelas. Para a análise foram descongeladas em refrigerador de 0 a 4 °C por 24 horas. A gordura foi retirada e as amostras foram embaladas a vácuo e cozidas em banho-maria (85 °C durante 20 minutos). Após o cozimento foram retiradas da embalagem e dispostas em uma grade para gotejar o excesso de água e esfriarem em temperatura ambiente. Após atingirem à temperatura de 25 °C foram pesadas novamente, sendo determinada a perda de água por cocção pela diferença do peso inicial e final (Honikel, 1998).

Para a avaliação da força de cisalhamento da carne foram utilizadas as amostras da determinação de perda de água por cocção conforme recomendações de Savell et al., (1994) e Mckenna et al., (2004). Após o cozimento e pesagem, as amostras foram embaladas em papel alumínio e refrigeradas de 2 a 5 °C por 12 horas. Foram retirados oito cilindros de 1,27 cm de diâmetro no sentido da fibra, colocados com as fibras no sentido perpendicular às lâminas e avaliadas por um texturômetro CT3 - Brookfield, equipado com dispositivo Warner-Bratzler com capacidade de 25kg e velocidade do seccionador de 20 cm/min.

Os parâmetros umidade, proteína e extrato etéreo da avaliação da composição centesimal foram realizados com o sistema NIRS - FOSS FoodScan[®] - segundo método 2007.04 recomendado pela A.O.A.C (2012) utilizando o Espectrofotômetro Infravermelho Próximo (NIR) FOSS FoodScan[®] com modelo de calibração de rede neural artificial e banco de dados associado. A amostra de aproximadamente 180 gramas foi moída e homogeneizada em processador de alimentos. A placa para análise pelo equipamento foi preenchida com a amostra de maneira uniforme, com temperatura da amostra entre 10 e 20°C. O resíduo mineral fixo foi determinado segundo o método recomendado pela A.O.A.C. (2007), item 39.1.09.

Para a realização da análise sensorial foram utilizados bifes do *M. longissimus thoracis* e recortes da gordura perianal dos suínos. As amostras foram cortadas em pedaços, embaladas a vácuo e cozidas em banho-maria a 85°C por 30 minutos. Após o cozimento, as embalagens foram abertas e amostras foram colocadas diretamente em béqueres junto com o líquido liberado no cozimento. As amostras foram apresentadas aos provadores à temperatura de 45–50°C. O teste foi realizado sob a luz vermelha. As avaliações sensoriais foram conduzidas conforme Meilgaard et al. (1990) com 10 provadores familiarizados com aroma da carne suína e com 10 repetições da seção, tanto para carne como para a gordura, totalizando 100 repetições de cada tratamento. Em cada seção foram apresentadas simultaneamente as amostras dos cinco tratamentos aos provadores. Foram aplicados os testes sensoriais: aroma: escala não estruturada de nove centímetros variando do aroma não característico ao característico de carne suína e aroma estranho: escala estruturada, 1-nenhum, 2-extremamente fraco, 3-muito fraco, 4-fraco, 5-moderadamente fraco, 6-moderadamente forte, 7-forte, 8-muito forte, 9-extremamente forte.

Análise Estatística

Todas as análises foram realizadas no software estatístico SAS 9.4 TS1M2 (SAS Institute, Cary, NC, USA), considerando um nível de significância de 5%.

A maioria das variáveis foi submetida à análise variância utilizando o procedimento Proc Mixed com “tratamento” como efeito fixo e “animal” como unidade experimental. As variáveis “LH”, “testosterona”, “ganho de peso diário (GPD)” e “peso” foram analisadas da mesma forma, entretanto, tiveram “tratamento”, “momento” e a interação entre estes como efeitos fixos. O efeito “momento” também foi considerado medida repetida, sendo utilizada a estrutura de covariância autoregressiva de ordem 1 (AR1). Também foi utilizada aproximação dos graus de liberdade por Kenward-Roger e o teste de Tukey-Kramer para ajustar as comparações múltiplas quando não ocorreu interação entre os efeitos fixos ($P > 0,05$), mas quando o teste Tukey-Kramer apresentou resultados entre 0,1 e 0,05 ($0,1 > P > 0,05$) foi utilizado o teste Dunnett-Hsu para comparar o grupo controle (animais castrados cirurgicamente) com os demais. Todavia, quando houve interação ($P < 0,05$), o ajuste das comparações múltiplas foi realizado a partir da multiplicação dos valores de P dos testes t-Student pelo número de comparações realmente válidas entre os efeitos fixos (interações biológicas válidas).

As variáveis “aroma” e “aroma estranho” foram analisadas da mesma forma, mas tiveram “painel(bloco)” e “provador” como efeitos aleatórios. Nestas análises foi utilizada a aproximação dos graus de liberdade por Kenward-Roger e o teste de Tukey-Kramer para ajustar as comparações múltiplas. Além disso, análise dos resíduos foi realizada para validar cada modelo à variável correspondente e atender aos requisitos de normalidade e homocedasticidade.

Resultados e Discussão

Parâmetros de desempenho

Não foi detectada diferença entre os suínos castrados cirurgicamente (CC) e imunocastrados (IM), assim como entre os protocolos de imunocastração para a maioria dos parâmetros de desempenho nas condições estabelecidas nesse estudo (Tabela 2). Os suínos IM do grupo V1 apresentaram maior peso final e GPD em relação aos CC. Este resultado diverge da maioria dos relatos encontrados na literatura, nos quais suínos IM e CC não diferem quanto ao peso final e GPD quando se utiliza um mesmo nível nutricional (Dunshea et al., 2001; Batorek et al., 2012b; Skrlep et al., 2012), mas está de acordo como relatado por Zamaratskaia et al., (2008) e Pauly et al., (2009), em que os suínos IM apresentaram maior GPD em relação aos CC. Não foram obtidas outras diferenças que pudessem ajudar a explicar esse resultado, mas sugere-se que esse grupo conseguiu aproveitar melhor a dieta fornecida, crescendo mais do que os outros grupos.

Uma revisão e uma meta-análise feitas por Millet et al., (2011) e Batorek et al., (2012a), respectivamente, relatam que os suínos CC apresentam maior consumo de ração, seguidos pelos suínos IM e os não castrados (NC), na maioria dos estudos com imunocastração. Os animais IM permanecem como NC na maior parte do tempo, mas, após a segunda dose, a diminuição da concentração dos hormônios esteroides, principalmente da testosterona, faz com que os IM se comportem como CC, aumentando o consumo de ração (Dunshea et al., 2001; Batorek et al., 2012a; Huber et al., 2013), diferentemente do que foi observado no presente estudo. O aumento do consumo é atribuído a diminuição do comportamento agressivo e sexual observado nos suínos NC (Batorek et al., 2012a), mas no presente estudo os animais foram alojados em baias

individuais, o que pode ter minimizado o efeito desses comportamentos, proporcionando consumo de ração dos IM semelhante aos CC.

O resultado encontrado para conversão alimentar (CA) nesse estudo (Tabela 2) não concorda com estudos anteriores que comprovaram melhor CA para os IM em relação aos CC (Millet et al., 2011; Batorek et al., 2012a; Batorek et al., 2012b) e pior CA dos IM em relação aos NC (Millet et al., 2011; Batorek et al., 2012a). A conversão alimentar é importante pois determina a economia de ração resultante da utilização de animais mais eficientes, essa economia pode cobrir o custo da vacina de imunocastração e ser fator decisivo para o produtor adquirir o produto.

Fatores como, a taxa de crescimento e a composição do ganho influenciam a conversão alimentar. Considerando-se que a deposição de músculo tem menor custo energético que a deposição de gordura, animais com crescimento rápido gastam menos energia e tem melhor conversão alimentar (Millet et al., 2011). Até a segunda dose da vacina, os suínos IM apresentam deposição de músculo em maior proporção que gordura, verificado pela maior retenção de nitrogênio e máxima deposição de proteína, o que possibilita que a taxa de crescimento e conversão alimentar sejam semelhantes a não castrados. Com alteração da produção hormonal após a segunda vacinação, o animal perde eficiência e a proporção de músculo e gordura depositada se inverte (Millet et al., 2011; Huber et al., 2013). Determinar e atender as exigências nutricionais nas diferentes fases da imunocastração é importante para otimizar a nutrição desses animais (Huber et al., 2013). No presente estudo a dieta foi formulada para atender as exigências nutricionais de machos castrados, fato que pode ter minimizado as respostas de desempenho.

Houve interação ($P < 0,05$) tratamentos e momentos de pesagem ao longo do estudo para a variável GPD, mostrando que após a 23ª semana de idade os suínos CC apresentaram menor GPD em relação aos suínos IM, independente do protocolo utilizado (Tabela 3). O que significa que os animais CC regrediram seu GPD no último mês avaliado, enquanto os IM mantiveram ganhos de peso maiores por mais tempo. Esse resultado é um dos fatores considerados para determinar quando a fase de máxima deposição proteica se encerra, o que, segundo a literatura, acontece primeiro nos CC, permanecendo por mais tempo nos IM mesmo após a segunda dose da vacina, resultando em maior eficiência produtiva (Millet et al., 2011; Huber et al., 2013). O efeito prologado de crescimento pode estar relacionado ao fato de que após a segunda o macho imunocastrado sofre uma redução gradual do níveis hormonais em um período de 7 a 10 dias, até ação efetiva da vacina. Nesse período o animal já apresenta um aumento no consumo, mas ainda consegue melhor aproveitamento de nutrientes do que os CC, favorecendo seu maior potencial de deposição muscular (Huber et al., 2013).

Concentração sérica de LH e testosterona

Antes do abate, os suínos castrados apresentaram maior concentração de LH do que a maioria dos grupos imunocastrados, com exceção do grupo V3, e menor concentração de testosterona que os grupos V2 e V4 (Tabela 4), resultado que corrobora aqueles verificados por Turkstra et al., (2002). Era esperada maior concentração de LH nos suínos CC devido ao fato que a castração cirúrgica não interfere na produção de GnRH pelo hipotálamo, portanto, o estímulo à produção de LH na hipófise não cessa, mas a baixa concentração de testosterona não é suficiente para a retroalimentação negativa da hipófise e ocorre o acúmulo de LH (Turkstra et al., 2002; Hafez e Hafez,

2004). Houve grande variabilidade nos resultados e não foi elucidada a razão das diferenças na concentração de LH entre os grupos imunocastrados.

Em relação a testosterona, a menor concentração nos CC é consequência da ausência dos testículos, que são responsáveis pela produção de testosterona. Os resultados encontrados na literatura relatam que a concentração de testosterona é igual para CC e IM (Dunshea et al., 2001; Turkstra et al., 2002; Zamaratskaia et al., 2008), nesse estudo os grupos V1 e V3 apresentaram concentrações semelhantes aos castrados cirurgicamente, mas não diferiram dos grupos V2 e V4. A variabilidade dos resultados e o número de observações podem ter sido limitantes na diferenciação entre os grupos de imunocastrados.

Concentrações de testosterona acima de 8 ng/mL foram reportadas para suínos não castrados (Dunshea et al., 2001) e Kubale et al., (2013) relataram que os níveis de testosterona podem ser 48 vezes maiores nos NC em relação aos IM. As concentrações de testosterona encontradas nesse estudo, apesar de não diferirem entre os protocolos utilizados, apresentaram valores muito inferiores aos relatados para suínos NC, indicando que a vacina foi efetiva em neutralizar o hormônio GnRH, diminuindo a produção do LH, que é responsável por estimular a produção de testosterona.

Mensuração dos testículos e dos compostos do odor sexual

O tamanho dos órgãos reprodutivos e a concentração dos compostos responsáveis pelo odor sexual são sugeridos como parâmetros para avaliar a eficiência da imunocastração (Bonneau et al., 2010; Dunshea et al., 2001; Zamaratskaia et al., 2008). No presente estudo o tamanho dos testículos dos suínos imunocastrados não foi diferente entre os protocolos de castração em nenhum parâmetro avaliado (Tabela 5). Não houve

um grupo de suínos NC para que fosse feita a comparação com o tamanho dos testículos dos suínos IM, devido a isso, foram levantadas informações de outros estudos para comparação. Os valores reportados na literatura para o peso dos testículos de machos não castrados é de aproximadamente 600 gramas o par (Batorek et al., 2012b; Skrlep et al., 2012), e a maioria dos estudos relata a redução dos testículos dos IM em até 65% em relação aos NC (Batorek et al., 2012b; Brunius et al., 2011). Os pesos encontrados nesse estudo foram de aproximadamente 250 gramas o par, para todos os tratamentos, que são valores bem abaixo dos pesos dos testículos de suínos NC relatados na literatura.

Menor tamanho dos testículos sinaliza diminuição da função testicular, o que pode ser verificado histologicamente, e a intensidade da alteração histológica depende do tempo após a imunização (Einarsson et al., 2011; Kubale et al., 2013). Portanto, a imunização com a vacina Valora[®] indicou diminuição da atividade testicular, pois apresentou testículos menos desenvolvidos quando comparados com os valores de tamanho testicular e relatados na literatura para os animais NC. A diminuição da atividade testicular pode ser detectada pelos baixos níveis de testosterona circulante encontrados nos animais desse estudo.

A concentração de androstenona e escatol quantificadas foram $<0,05$ $\mu\text{g/g}$ para todas as amostras de gordura dos suínos CC e IM. Os limiares propostos por Dunshea et al., (2001) são de 0,5 a 1,0 $\mu\text{g/g}$ para androstenona e 0,2 a 0,25 $\mu\text{g/g}$ para o escatol. Os níveis de androstenona encontrados estão abaixo dos limiares. Em suínos NC foi encontrada concentração de 20 $\mu\text{g/g}$ de escatol (Dunshea et al., 2001). Nas condições estabelecidas por esse estudo, a vacina Valora[®] foi efetiva no controle da concentração de androstenona e escatol, assim como o tempo decorrido após a segunda dose foi

suficiente para metabolização dos compostos estocados no tecido adiposo, atingindo níveis semelhantes aos encontrados nos suínos CC em todos os protocolos avaliados.

Características de carcaça

As características de carcaça não foram afetadas pelos tratamentos (Tabela 6). Quanto ao rendimento de carcaça, foi detectado menor rendimento de carcaça dos suínos do grupo V2 em relação aos CC, resultado que concorda com o encontrado na literatura, pois os suínos imunocastrados apresentam maior quantidade de gordura abdominal, testículos e órgãos do trato reprodutivo mais desenvolvidos e maior peso de vísceras em relação aos castrados (Millet et al., 2011; Batorek et al., 2012a; Huber et al., 2013; Čandek-Potokar et al., 2017). Porém, não foi detectada diferença entre os outros grupos IM em relação aos CC e não foi elucidado a causa de apenas o grupo V2 diferir do controle.

Os parâmetros de peso de carcaça quente, área de olho de lombo e perímetro do lombo são indicadores para determinação do desenvolvimento muscular, mas não foi detectada diferença entre os tratamentos, assim como, não foi diferente a espessura de toucinho e rendimento de carne magra entre os tratamentos avaliados. Esses resultados indicam que a deposição muscular e de gordura subcutânea foi semelhante entre castrados e imunocastrados, mas esses resultados divergem daqueles encontrados na literatura. Segundo a literatura suínos NC apresentam maior deposição proteica do que os CC e os IM apresentam valores intermediários, assim os IM apresenta maior deposição de carne magra do que os CC (Millet et al., 2011; Skrlep et al., 2012; Huber et al., 2013). A máxima deposição proteica diz respeito a quantidade máxima de proteína retida em um determinado momento, sendo importante para determinar a partição de energia e a composição do ganho de peso do animal (Millet et al., 2011).

A maior deposição de carne magra é atribuída também a maior ingestão alimentar verificada no período de transição hormonal após a segunda dose da vacina, em que os IM ainda apresentam maior capacidade de deposição proteica, mas foi relatado que esse ganho adicional é em parte depositado nas vísceras, o que não favorece o rendimento de carcaça (Millet et al., 2011; Batorek et al., 2012a; Huber et al., 2013). Nas condições experimentais do presente estudo os animais CC e IM apresentaram o mesmo consumo de ração, sendo esta formulada para atender exigências de machos castrados. A exigência de lisina dos suínos enquanto não castrados não foi completamente atendida, o que pode ter impactado na ausência de diferenças nos parâmetros de desempenho e características de carcaça.

Análises da carne

Não foi detectada diferença para os parâmetros de pH, perda de água por exsudação, perda de água por cocção e força de cisalhamento da carne entre os tratamentos (Tabela 7).

Os valores encontrados para pH_i estão dentro dos padrões ideais para carne suína, de 6,00 a 6,50 (Athayde et al., 2012). Os valores encontrados para pH_u na carne dos suínos submetidos aos protocolos V1, V2 e V4 ficaram levemente acima do ideal para a carne suína que seria de 5,50 a 5,80 (Athayde et al., 2012). Os resultados encontrados concordam com outros estudos que não verificaram efeito da imunocastração sobre o pH (Huber et al., 2018; Elsbernd et al., 2016; Morales et al., 2011; Pauly et al., 2009), e sugerem que as diferenças fisiológicas entre os suínos CC e suínos IM com vacina Valora[®] não alterou o resultado final da queda do pH, independentemente do protocolo utilizado.

As perdas de água por exsudação e por cozimento obtidas estão de acordo com a literatura que não relata diferença entre a carne de suínos CC e IM para esses parâmetros (Huber et al., 2018; Batorek et al., 2012a; Skrlep et al., 2012). A carne dos suínos IM não diferiu em relação aos CC na força de cisalhamento, os valores encontrados foram semelhantes aos relatados por Caldara et al. (2013) que também não detectaram diferença entre CC e IM.

A carne dos suínos do grupo V1 apresentou maior luminosidade L^* e maior valor de b^* que a carne dos suínos do grupo V4, ou seja, uma carne mais clara e de tonalidade mais amarela. A avaliação de cor subjetiva indicou que a carne dos suínos do grupo V4 apresentou nota maior do que a carne dos suínos do grupo V3 e não diferiu dos outros grupos (Tabela 8). Carne de suínos IM com maior luminosidade em relação a carne de suínos NC já foi relatada na literatura, mas não em relação a carne de CC (Batorek et al., 2012a). O escore três da avaliação subjetiva indica que a carne tem o aspecto geral próximo do desejável. A aparência geral, principalmente a cor, é um atributo que torna a carne atrativa ao consumidor, sendo importante fator de decisão na compra (Velho et al., 2009; Suman et al., 2013). O resultado encontrado pode ser considerado uma vantagem do tratamento V3 em relação ao V4, mas não foi elucidada a razão para o ocorrido.

A classificação por qualidade resultou na quase totalidade das amostras categorizadas como pálida, com pH entre 5,5 - 6,1 e $L^* > 50$, com exceção de quatro amostras que não foram classificadas em nenhuma categoria, pois apresentaram pH maior que 6,1. Qualquer aumento na velocidade de acidificação é prejudicial a capacidade de retenção de água e cor, pois promove a desnaturação de proteínas, mesmo com o pH acima de 5,5 (Ramos; Gomide, 2017; Monin; Santé-Lhoutellier, 2014), mas, nas condições estabelecidas por esse estudo, não foi detectada menor retenção de água em

nenhum dos tratamentos e não se pode afirmar que a desnaturação proteica causou a alteração de cor nas carnes dos suínos IM.

A composição química da carne não foi afetada pelos tratamentos avaliados (Tabela 9), como esperado. Os resultados concordam com a maioria dos estudos que relatam semelhança entre a composição da carne de suínos IM e CC (Čandek -Potokar et al., 2017; Boler et al., 2012; Gispert et al., 2010; Pauly et al., 2009).

Não foi detectada diferença para análise sensorial da carne e gordura suína entre os suínos castrados e imunocastrados, assim como, entre os animais submetidos aos diferentes protocolos de imunocastração (Tabela 10). Em avaliação sensorial da carne fresca de suínos NC e CC utilizando provadores não treinados foi detectado que as mulheres são mais sensíveis no que diz respeito às características sensoriais da carne, mas, em geral, os provadores não foram capazes de identificar as amostras provenientes de suínos NC (Gomes et al., 2010). No presente estudo, provadores não treinados, familiarizados com a preparação e consumo da carne suína não foram capazes de detectar aroma estranho na carne de suínos imunocastrados.

Quando utilizada carne de suínos NC para fabricação de produtos cozidos e curados a seco, relatou-se maior percepção do odor sexual nos produtos cozidos, o que foi atribuído ao aspecto volátil, já conhecido, das substâncias responsáveis pelo odor sexual durante o cozimento (Bañón et al., 2003; Batorek et al., 2012a).

Em experimentos com imunocastração a análise sensorial pode ser considerada ponto crucial, pois a percepção do odor sexual causa rejeição no consumidor, portanto é necessário garantir a ausência desse odor na carne. Nas condições apresentadas por esse estudo, as concentrações de escatol e androstenona encontradas na gordura dos suínos imunocastrados, apresentado anteriormente, estavam de acordo com o limiar

recomendado (Dunshea et al., 2001) e não foi detectado odor sexual pelos provadores na avaliação sensorial. Sendo assim, não foram percebidas alterações no odor característico da carne suína avaliada nesse estudo e as características sensoriais da carne dos IM, independentemente do protocolo utilizado, foi semelhante a carne dos suínos submetidos à castração cirúrgica, sem odor sexual.

Conclusão

Para as condições estabelecidas neste estudo conclui-se que a vacina Valora[®] apresentou a mesma eficiência que a castração cirúrgica em relação aos parâmetros de desempenho, características de carcaça e qualidade da carne. Todos os protocolos de imunocastração testados com a vacina Valora[®] podem ser utilizados em substituição à castração cirúrgica no que se refere a eficiência produtiva e a qualidade da carne. A vacina foi eficiente no controle do odor sexual independentemente do protocolo utilizado.

Tabela 2. Média dos quadrados mínimos e erro padrão médio dos parâmetros de desempenho dos suínos castrados e imunocastrados com diferentes protocolos da vacina Valora[®] da sétima à 27ª semanas de idade

Parâmetros	Tratamentos					EPM*	Valor <i>P</i>
	CC	V1	V2	V3	V4		
Peso Inicial (kg)	8,79	9,72	9,72	9,74	9,73	0,43	0,4275
Peso Final (kg)	128,50	141,63 [#]	133,94	135,79	137,65	3,24	0,0893
Ganho de Peso Diário (kg/dia)	0,86	0,95 [#]	0,89	0,91	0,92	0,02	0,0973
Consumo de Ração Total (kg)	356,08	358,53	363,81	353,16	363,09	12,01	0,9634
Consumo de Ração Diário (kg)	2,56	2,58	2,62	2,54	2,61	0,09	0,9634
Conversão Alimentar (kg/kg)	2,97	2,73	2,93	2,86	2,90	0,07	0,1359

*Erro Padrão Médio

[#]Médias seguidas por cerquilha (#) diferem ($P < 0,05$) do controle (CC), segundo teste de Dunnett.

CC: animais castrados; V1: vacinados com 8 e 19 semanas de idade; V2: vacinados com 8 e 21 semanas de idade; V3: vacinados com 8 e 23 semanas de idade; V4: vacinados com 8 e 24 semanas de idade.

Peso inicial: animais com 7 semanas de idade. Peso final: animais com 27 semanas de idade.

Tabela 3. Média dos quadrados mínimos e erro padrão médio para o ganho de peso diário calculado em intervalos mensais para suínos castrados e imunocastrados com diferentes protocolos da vacina Valora[®] da sétima à 27^a semana

Parâmetros	Tratamentos					EPM*
	CC	V1	V2	V3	V4	
Ganho de peso diário (kg)						
07 - 11 semanas	0,475 ^C	0,480 ^C	0,463 ^C	0,480 ^C	0,527 ^C	0,047
11 - 15 semanas	0,869 ^B	0,830 ^B	0,824 ^B	0,836 ^B	0,852 ^B	0,040
15 - 19 semanas	0,980 ^{AB}	0,938 ^B	0,909 ^B	0,919 ^B	0,949 ^B	0,040
19 - 23 semanas	1,091 ^A	1,248 ^A	1,178 ^A	1,174 ^A	1,135 ^A	0,040
23 - 27 semanas	0,917 ^{ABb}	1,262 ^{Aa}	1,121 ^{Aa}	1,218 ^{Aa}	1,204 ^{Aa}	0,040

*Erro Padrão Médio

^{A,B,C} Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma coluna diferem ($P < 0,05$).

^{a,b} Médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem ($P < 0,05$).

CC: animais castrados; V1: vacinados com 8 e 19 semanas de idade; V2: vacinados com 8 e 21 semanas de idade; V3: vacinados com 8 e 23 semanas de idade; V4: vacinados com 8 e 24 semanas de idade.

Tabela 4. Média dos quadrados mínimos e erro padrão médio das concentrações séricas de LH e testosterona em suínos castrados e imunocastrados com diferentes protocolos da vacina Valora[®] um dia antes do abate

Parâmetros	Tratamentos					EPM*	Valor <i>P</i>
	CC	V1	V2	V3	V4		
LH (ng/mL)	1,721 ^a	0,876 ^{bc}	0,484 ^c	1,242 ^{ab}	0,860 ^{bc}	0,165	<0,0001
Testosterona (ng/mL)	0,001 ^b	0,006 ^{ab}	0,017 ^a	0,009 ^{ab}	0,020 ^a	0,004	0,0026

*Erro Padrão Médio

^{a,b,c}Médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem ($P < 0,05$) entre si, segundo teste Tukey-Kramer.

CC: animais castrados; V1: vacinados com 8 e 19 semanas de idade; V2: vacinados com 8 e 21 semanas de idade; V3: vacinados com 8 e 23 semanas de idade; V4: vacinados com 8 e 24 semanas de idade.

Tabela 5. Média dos quadrados mínimos e erro padrão médio das dimensões testiculares mensuradas durante o abate dos suínos imunocastrados com diferentes protocolos da vacina Valora®

Parâmetros	Tratamentos				EPM*	Valor <i>P</i>
	V1	V2	V3	V4		
Largura Testículos na Bolsa (mm)	78,27	84,75	84,54	82,58	3,89	0,6305
Altura Testículo Direito (mm)	111,36	112,08	110,33	112,64	5,85	0,9932
Altura Testículo Esquerdo (mm)	114,64	105,25	111,33	114,08	5,36	0,5894
Largura Testículo Direito (mm)	43,64	40,30	47,33	45,20	2,02	0,1220
Largura Testículo Esquerdo (mm)	43,91	40,50	42,09	43,75	2,74	0,7902
Peso Testículo Direito (g)	120,00	95,45	132,27	135,42	15,39	0,2504
Peso Testículo Esquerdo (g)	118,5	101,36	136,36	139,55	15,52	0,2803

*Erro Padrão Médio

CC: animais castrados; V1: vacinados com 8 e 19 semanas de idade; V2: vacinados com 8 e 21 semanas de idade; V3: vacinados com 8 e 23 semanas de idade; V4: vacinados com 8 e 24 semanas de idade.

Tabela 6. Média dos quadrados mínimos e erro padrão médio das características de carcaça de suínos castrados e imunocastrados com diferentes protocolos da vacina Valora[®] abatidos com 27 semanas de idade

Parâmetros	Tratamentos					EPM*	Valor <i>P</i>
	CC	V1	V2	V3	V4		
Peso de carcaça quente (kg)	94,45	101,14	96,14	97,25	98,50	2,47	0,4270
Rendimento de carcaça (%)	73,52	71,44	71,00 [#]	71,58	71,56	0,64	0,0741
Rendimento de carne magra (%)	59,57	59,65	59,58	59,77	59,60	0,12	0,7807
Área de olho do lombo (cm ²)	55,53	54,56	50,38	59,97	57,40	3,20	0,2959
Perímetro AOL (cm)	29,20	29,40	28,20	30,96	29,78	0,76	0,1491
Espessura de Toucinho (mm)	24,62	26,13	26,89	23,05	22,35	1,67	0,2561

*Erro Padrão Médio

[#]Médias seguidas por cerquilha (#) diferem ($P < 0,05$) do controle (CC), segundo teste de Dunnett.

AOL: área de olho do lombo.

CC: animais castrados; V1: vacinados com 8 e 19 semanas de idade; V2: vacinados com 8 e 21 semanas de idade; V3: vacinados com 8 e 23 semanas de idade; V4: vacinados com 8 e 24 semanas de idade.

Tabela 7. Média dos quadrados mínimos e erro padrão médio para os parâmetros de pH, perda de água e força de cisalhamento da carne de suínos castrados e imunocastrados com diferentes protocolos da vacina Valora[®]

Parâmetros	Tratamentos					EPM*	Valor <i>P</i>
	CC	V1	V2	V3	V4		
pH _i	6,37	6,32	6,28	6,48	6,39	0,10	0,6565
pH _u	5,79	5,84	5,84	5,79	5,86	0,03	0,2982
Perda de Água por Exsudação (%)	3,79	3,95	3,36	4,14	3,35	0,47	0,6674
Perda de Água por Cozimento (%)	32,74	32,98	33,83	34,15	33,02	0,48	0,1628
Força de Cisalhamento (kgf)	4,08	4,22	4,43	4,15	4,10	0,22	0,8047

*Erro Padrão Médio

pH_i: pH 45 minutos após o abate; pH_u: pH 24 horas após o abate.

CC: animais castrados; V1: vacinados com 8 e 19 semanas de idade; V2: vacinados com 8 e 21 semanas de idade; V3: vacinados com 8 e 23 semanas de idade; V4: vacinados com 8 e 24 semanas de idade.

Tabela 8. Média dos quadrados mínimos e erro padrão médio dos parâmetros de cor da carne de suínos castrados e imunocastrados com diferentes protocolos da vacina Valora®

Parâmetros	Tratamentos					EPM*	Valor <i>P</i>
	CC	V1	V2	V3	V4		
Cor Subjetiva	2,5 ^{ab}	2,4 ^{ab}	2,6 ^{ab}	2,1 ^b	3,0 ^a	0,18	0,0312
L*	57,82 ^{ab}	59,41 ^a	58,46 ^{ab}	58,45 ^{ab}	55,85 ^b	0,78	0,0307
a*	14,76	14,57	14,48	14,06	14,30	0,29	0,4851
b*	6,71 ^{ab}	7,39 ^a	7,22 ^a	6,62 ^{ab}	6,05 ^b	0,27	0,0085
Chroma	16,03	15,97	16,24	15,81	15,56	0,24	0,3170
Hue	0,46	0,51	0,50	0,47	0,43	0,02	0,0484 [#]

*Erro Padrão Médio

[#]Valor *P* > 0,05 em todas as comparações múltiplas, considerando o teste Tukey-Kramer.

^{a,b,c}Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem (*P*<0,05) entre os tratamentos, segundo teste Tukey-Kramer.

L*: luminosidade; a*: vermelho (+) a verde (-); b*: amarelo (+) a azul (-).

Chroma: saturação da cor; Hue: tonalidade da cor.

CC: animais castrados; V1: vacinados com 8 e 19 semanas de idade; V2: vacinados com 8 e 21 semanas de idade; V3: vacinados com 8 e 23 semanas de idade; V4: vacinados com 8 e 24 semanas de idade.

Tabela 9. Média dos quadrados mínimos e erro padrão médio para composição química da carne de suínos castrados e imunocastrados com diferentes protocolos da vacina Valora®

Parâmetros	Tratamentos					EPM*	Valor <i>P</i>
	CC	V1	V2	V3	V4		
Umidade (%)	72,77	73,26	73,29	73,32	73,29	0,16	0,1226
Proteína (%)	24,76	24,69	24,50	24,62	24,58	0,18	0,8748
Extrato Etéreo (%)	2,29	2,37	2,32	2,38	2,26	0,19	0,9897
Resíduo Mineral Fixo (%)	1,13	1,11	1,12	1,12	1,10	0,01	0,2701

*Erro Padrão Médio

CC: animais castrados; V1: vacinados com 8 e 19 semanas de idade; V2: vacinados com 8 e 21 semanas de idade; V3: vacinados com 8 e 23 semanas de idade; V4: vacinados com 8 e 24 semanas de idade.

Tabela 10. Média dos quadrados mínimos e erro padrão médio dos parâmetros sensoriais avaliados na carne de suínos castrados e imunocastrados com diferentes protocolos da vacina Valora®

Parâmetros	Tratamentos					EPM*	Valor <i>P</i>
	CC	V1	V2	V3	V4		
Carne							
Aroma Característico	5,79	5,73	5,34	5,64	5,45	0,37	0,1997
Aroma Estranho	3,07	3,06	2,74	2,57	2,75	0,63	0,1429
Gordura							
Aroma Característico	5,20	5,40	5,04	4,79	5,00	0,46	0,1500
Aroma Estranho	2,22	2,73	2,30	2,31	2,71	0,53	0,0939

*Erro Padrão Médio

Aroma característico: escala não estruturada de 1 (não característico) a 9 (característico de carne suína).

Aroma estranho: escala estruturada com valores 1 (nenhum), 2 (extremamente fraco), 3 (muito fraco), 4 (fraco), 5 (moderadamente fraco), 6 (moderadamente forte), 7 (forte), 8 (muito forte) e 9 (extremamente forte).

CC: animais castrados; V1: vacinados com 8 e 19 semanas de idade; V2: vacinados com 8 e 21 semanas de idade; V3: vacinados com 8 e 23 semanas de idade; V4: vacinados com 8 e 24 semanas de idade.

Referências bibliográficas

- American Meat Science Association, National Cattlemen's Beef Association (US). & National Pork Producers Council (US). (2001). *Meat evaluation handbook*. Amer Meat Science Assn.
- American Meat Science Association. (2012). *AMSA Meat Color Measurement Guidelines: AMSA*. American Meat Science Association.
- Araújo, A. P. (2009). *Manejo pré-abate e bem estar dos suínos em frigoríficos brasileiros*. 2009. PhD Diss. Univ. Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brazil.
- Association Of Official Analytical Chemists - AOAC. (2007). *Official Methods of Analysis*. 18th. ed. Maryland, 2005, Current through Revision 2.
- Association Of Official Analytical Chemists - AOAC. (2012). *Official Methods of Analysis*. 19th. ed. Gaithersburg, 2012, 3000.
- Athayde, N. B., Dalla Costa, O. A., Roça, R. D. O., Guidoni, A. L., Ludtke, C. B., & Lima, G. J. M. M. (2012). Meat quality of swine supplemented with ractopamine under commercial conditions in Brazil. *Journal of Animal Science*, 90(12), 4604-4610.
- Bañón, S., Costa, E., Gil, M. D., & Garrido, M. D. (2003). A comparative study of boar taint in cooked and dry-cured meat. *Meat Science*, 63(3), 381-388.
- Batorek, N., Čandek-Potokar, M., Bonneau, M., & Van Milgen, J. (2012a). Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. *Animal*, 6(8), 1330-1338.
- Batorek, N., Škrlep, M., Prunier, A., Louveau, I., Noblet, J., Bonneau, M., & Čandek-Potokar, M. (2012b). Effect of feed restriction on hormones, performance, carcass traits, and meat quality in immunocastrated pigs. *Journal of Animal Science*, 90(12), 4593-4603.
- Bonneau, M. (2010). Accessory sex glands as a tool to measure the efficacy of immunocastration in male pigs. *Animal*, 4(6), 930-932.
- Brasil. (2017). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013 de 29 de março de 2017. *Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)*. Brasília, DF. 108.

- Boler, D. D., Killefer, J., Meeuwse, D. M., King, V. L., McKeith, F. K., & Dilger, A. C. (2012). Effects of slaughter time post-second injection on carcass cutting yields and bacon characteristics of immunologically castrated male pigs. *Journal of Animal Science*, 90(1), 334-344.
- Brunius, C., Zamaratskaia, G., Andersson, K., Chen, G., Norrby, M., Madej, A., & Lundström, K. (2011). Early immunocastration of male pigs with Improvac[®]—Effect on boar taint, hormones and reproductive organs. *Vaccine*, 29(51), 9514-9520.
- Caldara, F. R., Moi, M., dos Santos, L. S., Paz, I. C. D. L. A., Garcia, R. G., de Alencar Nääs, I., & Fernandes, A. R. M. (2013). Carcass Characteristics and Qualitative Attributes of Pork from Immunocastrated Animals. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 26(11), 1630.
- Čandek-Potokar, M., Škrlep, M., & Zamaratskaia, G. (2017). Immunocastration as Alternative to Surgical Castration in Pigs. In *Theriogenology*. InTech.
- Čandek-Potokar, M., Lukač, N. B., & Labussière, E. (2015, October). Immunocastration In Pigs. In *Proceedings of the 4th International Congress* (Vol. 325).
- Comissão Europeia. (2012). Decisão de execução da Comissão 2012/384/UE de 12 de julho de 2012. Altera a Decisão 2009/11/CE que autoriza métodos de classificação das carcaças de suínos na Espanha. *Jornal Oficial da União Europeia*. Bruxelas, p. L186/32-L186/35, 2012. Disponível em: < <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=OJ:L:2012:186:FULL&from=ES>> Access in: 20 feb. 2017.
- Comissão Europeia. (2010). *Declaração europeia de alternativas para a castração cirúrgica de suínos*. Disponível em: <https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/animals/docs/aw_prac_farm_pigs_cast-alt_declaration_en.pdf> Access in: 20 may 2017.
- Conselho da União Europeia. (2008). Diretiva do Conselho 2008/120/EC de 18 de dezembro de 2008. Estabelece as normas mínimas para proteção dos suínos (Versão Codificada). *Jornal Oficial da União Europeia*. n. L 47, 2009. p. 5 Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/?uri=CELEX%3A32008L0120>> Access in: 18 apr. 2017.
- DMRI. Danish Technological Institute. (2010). *Instruction manual: EZ Driploss*. Taastrup, Denmark. Disponível em: <<file:///C:/Users/User/Documents/EZ%20Driploss%20instruction.pdf>>. Access in: 15 feb. 2017.

- Dunshea, F. R., McCauley, I., & Corbett, J. (2001). Immunization of pigs against gonadotrophin releasing factor (GnRF) prevents boar taint and affects boar growth and behaviour. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, 13, 65-71.
- Einarsson, S., Brunius, C., Wallgren, M., Lundström, K., Andersson, K., Zamaratskaia, G., & Rodriguez-Martinez, H. (2011). Effects of early vaccination with Improvac® on the development and function of reproductive organs of male pigs. *Animal Reproduction Science*, 127(1-2), 50-55.
- Elsbernd, A. J., Patience, J. F., & Prusa, K. J. (2016). A comparison of the quality of fresh and frozen pork from immunologically castrated males versus gilts, physical castrates, and entire males. *Meat Science*, 111, 110-115.
- Gispert, M., Oliver, M. À., Velarde, A., Suarez, P., Pérez, J., & i Furnols, M. F. (2010). Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. *Meat Science*, 85(4), 664-670.
- Gomes, E. M., Cesar, A. S. M., de Freitas, P. F. A., Guimarães, E. C., Silveira, A. C. P., & Antunes, R. C. (2010). Odor sexual na carne suína e sua aceitação pelo consumidor. *PUBVET*, 4, Art-886.
- Hafez, E. S. E., & Hafez, B. (2004). Reprodução animal. Manole, São Paulo, Brazil, 533.
- Honikel, K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49(4), 447-457.
- Huber, L., Squires, E. J., & de Lange, C. F. M. (2013). Dynamics of nitrogen retention in entire male pigs immunized against gonadotropin-releasing hormone. *Journal of Animal Science*, 91(10), 4817-4825.
- Huber, L., Squires, E. J., Mandell, I. B., & de Lange, C. F. M. (2018). Age at castration (surgical or immunological) impacts carcass characteristics and meat quality of male pigs. *Animal*, 12(3), 648-656.
- Kubale, V., Batorek, N., Škrlep, M., Prunier, A., Bonneau, M., Fazarinc, G., & Čandek-Potokar, M. (2013). Steroid hormones, boar taint compounds, and reproductive organs in pigs according to the delay between immunocastration and slaughter. *Theriogenology*, 79(1), 69-80.

- Maioli, M. A., & Nogueira, G. D. P. (2017). Standardization of ELISA for the measurement of Insulin-Like Growth Factor I (IGF-I) in bovine plasm. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 37(12), 1545-1553.
- Martins, P. C., Albuquerque, M. D., Machado, I. P., & Mesquita, A. A. (2013). Implicações da imunocastração na nutrição de suínos e nas características de carcaça. *Archivos de Zootecnia*, 62(237), 105-118.
- McKenna, D. R., King, D. A., & Savell, J. W. (2004). Comparison of clam-shell cookers and electric broilers and their effects on cooking traits and repeatability of Warner-Bratzler shear force values. *Meat Science*, 66(1), 225-229.
- Meilgaard, M. C., Carr, B. T., & Civille, G. V. (2006). *Sensory evaluation techniques*. CRC press.
- Millet, S., Gielkens, K., De Brabander, D., & Janssens, G. P. (2011). Considerations on the performance of immunocastrated male pigs. *Animal*, 5(7), 1119-1123.
- Monin, G. J., Santé-Lhoutellier, V. (2014). Conversion of Muscle To Meat - Color and Texture Deviations. In: DEVINE, Carrick; DIKEMAN, Michael (eds). *Encyclopedia of meat sciences*. 2 ed. Oxford: Elsevier, 339-345.
- Morales, J. I., Cámara, L., Berrocoso, J. D., López, J. P., Mateos, G. G., & Serrano, M. P. (2011). Influence of sex and castration on growth performance and carcass quality of crossbred pigs from 2 Large White sire lines 1. *Journal of Animal Science*, 89(11), 3481-3489.
- NPPC. Official Color and Marbling Standards. Natl. Pork Prod. Counc, Des Moines, IA; 1999.
- Pauly, C., Spring, P., O'doherty, J. V., Kragten, S. A., & Bee, G. (2009). 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*, 3(7), 1057-1066.
- Prunier, A., Bonneau, M., Von Borell, E. H., Cinotti, S., Gunn, M., Fredriksen, B., Giersing, M., Mortin, D. B., Tuytens, F. A. M. & Velarde, A. (2006). A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. *Animal Welfare*, 15(3), 277.

- Ramos, E., & Gomide, L. (2017). Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias, 2ª edição, 427 p. Editora UFV, Viçosa MG.
- Rasmussen, A. J., & Andersson, M. (1996). New method for determination of drip loss in pork muscles. In *Proceedings of the 42nd International Congress of Meat Science and Technology, Lillehammer, Norway* (Vol. 42, p. 286287).
- Savell, J., Miller, R., Wheeler, T., Koohmaraie, M., Shackelford, S., Morgan, B., Calkins, C., Miller, M., Dikeman, M., McKeith, F. & Dolezal, G. (1994). Standardized Warner-Bratzler shear force procedures for genetic evaluation. <http://meat.tamu.edu/research/shear-force-standards/>.
- Škrlep, M., Batorek, N., Bonneau, M., Prevolnik, M., Kubale, V., & Čandek-Potokar, M. (2012). Effect of immunocastration in group-housed commercial fattening pigs on reproductive organs, malodorous compounds, carcass and meat quality. *Czech Journal of Animal Science*, 57(6), 290-299.
- Škrlep, M., Šegula, B., Prevolnik, M., Kirbiš, A., Fazarinc, G., & Čandek-Potokar, M. (2010). Effect of immunocastration (Improvac®) in fattening pigs II: Carcass traits and meat quality. *Slov Vet Res*, 47(2), 65-72.
- Squires, E. J., Bonneau, M. (2014). Boar Taint: Biological causes and practical means to alleviate it. In: DEVINE, Carrick; DIKEMAN, Michael (eds). *Encyclopedia of meat sciences*. 2 ed. Oxford: Elsevier, 97-103.
- Suman, S. P., & Joseph, P. (2013). Myoglobin chemistry and meat color. *Annual review of food science and technology*, 4, 79-99.
- Velho, J. P., Barcellos, J. O. J., Lengler, L., Elias, S. A. A., & Oliveira, T. E. D. (2009). Willingness of consumers from Porto Alegre county, Rio Grande do Sul state, for purchasing beef meat with certification. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(2), 399-404.
- Tapp Iii, W. N., Yancey, J. W. S., & Apple, J. K. (2011). How is the instrumental color of meat measured? *Meat Science*, 89(1), 1-5.
- Teixeira, F.; Tocchet, M. (2014) Castração de leitões. In: ABCS – Associação Brasileira de Criadores de Suínos (coord). Produção de suínos: teoria e prática. 1 ed. Brasília: ABCS, 582-589.

- Turkstra, J. A., Zeng, X. Y., Van Diepen, J. T. M., Jongbloed, A. W., Oonk, H. B., Van de Wiel, D. F. M., & Melen, R. H. (2002). Performance of male pigs immunized against GnRH is related to the time of onset of biological response. *Journal of Animal Science*, 80(11), 2953-2959.
- Zamaratskaia, G., Andersson, H. K., Chen, G., Andersson, K., Madej, A., & Lundström, K. (2008). Effect of a Gonadotropin-releasing Hormone Vaccine (Improvac™) on Steroid Hormones, Boar Taint Compounds and Performance in Entire Male Pigs. *Reproduction in Domestic Animals*, 43(3), 351-359.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27

CAPÍTULO 3

1 **Implicações**

2 A castração cirúrgica foi utilizada por décadas para a produção de carne sem odor sexual,
3 mas os avanços no conhecimento dos aspectos genéticos, nutricionais e de manejo que
4 influenciam a fisiologia do animal, assim como a mudança dos hábitos alimentares e interesses
5 do consumidor em relação a produção animal, trouxe questionamentos dos métodos e
6 necessidade de alternativas.

7 Castrar imunologicamente os animais é uma realidade que agrega produtividade e
8 praticidade operacional na rotina das granjas de suínos, favorecendo o bem-estar dos animais. A
9 flexibilidade do intervalo a ser utilizado entre as doses da vacina permite adequações as
10 condições e objetivos produtivos das granjas. O custo financeiro é inferior a adequação as
11 diretrizes de bem-estar atualizadas exigidas principalmente nos países europeus.

12 O conhecimento das exigências nutricionais dos suínos imunocastrados tem aumentado e
13 logo será possível atendê-las de forma mais eficiente, obtendo maior rentabilidade, pois o custo
14 da vacina é diluído na economia de ração devido a melhor conversão alimentar e nos quilos a
15 mais de carcaça produzida. O efeito da concorrência em virtude do lançamento e dos bons
16 resultados apresentados nesse estudo pela nova proposta de vacina chamada Valora® também
17 serão favoráveis a diminuição do custo do produto.

18 Nas condições estabelecidas por nesse estudo a utilização da vacina Valora® em diferentes
19 intervalos entre as doses se mostrou viável na substituição da castração cirúrgica, pode ser
20 utilizada conforme a necessidade de ajuste do protocolo e resulta em carne com características
21 de qualidade semelhante à dos suínos castrados cirurgicamente, inclusive sem odor sexual.

22 Entretanto, ainda há necessidade de novos estudos, em condições científicas e comerciais,
23 para verificação das possíveis vantagens em relação aos aspectos produtivos não detectadas nesse
24 estudo devido a limitações das condições experimentais.