



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

JESÚS ALEJANDRO BOTERO GIRALDO

**AVALIAÇÃO DE UMA GENÉTICA SUÍNA DE BAIXO ODOR
SEXUAL EM CRUZAMENTOS COMERCIAIS**

Londrina
2018

JESÚS ALEJANDRO BOTERO GIRALDO

**AVALIAÇÃO DE UMA GENÉTICA SUÍNA DE BAIXO ODOR
SEXUAL EM CRUZAMENTOS COMERCIAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Caio Abércio da Silva.

Londrina
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Botero Giraldo, Jesús Alejandro.

Avaliação de uma genética suína de baixo odor sexual em cruzamentos comerciais / Jesús Alejandro Botero Giraldo. - Londrina, 2018.
60 f.: il.

Orientador: Caio Abércio da Silva.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2018.
Inclui bibliografia.

1. Androstenona - Tese. 2. Escatole - Tese. 3. Suínos imunocastrados - Tese. 4. Machos inteiros - Tese. I. da Silva, Caio Abércio. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

JESÚS ALEJANDRO BOTERO GIRALDO

**AVALIAÇÃO DE UMA GENÉTICA SUÍNA DE BAIXO ODOR SEXUAL
EM CRUZAMENTOS COMERCIAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Caio Abércio, da Silva
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva
Universidade Estadual Norte do Paraná - UENP

Dra. Angela Poveda Parra
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 28 de fevereiro de 2018.

DEDICO

A toda minha família, pelo amor e apoio incondicional, pela preocupação em todos os momentos, e pelo incentivo a sempre ir além.

Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

*Primeiramente a Deus, pelo dom da vida, e por tudo o que me proporciona.
Ao professor Dr. Caio Abécio da Silva pela paciência, confiança, e pela orientação no trabalho.*

À Professora Dra. Ana Maria Bridi, pelo apoio e por ter-me auxiliado neste trabalho, e ao professor Dr. Alexandre Oba, pelo empenho nas correções.

À Sra. Beate von Staa, proprietária da empresa Topgen, por ter suportado e colaborado com o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal e à Universidade Estadual de Londrina, por me concederem essa oportunidade.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, da UEL, pelos ensinamentos e fundamental contribuição na minha formação acadêmica.

Aos meus conterrâneos Angela Poveda e Arturo Pardo, obrigado pela amizade e por toda a ajuda despendida.

Aos integrantes do Grupo de Pesquisa e Análise de Carnes (GPAC), Fernanda Lisboa, Evelyn Rangel, Louise Manha Peres, Daniela Kaizer, Camila Rogel, Jéssica Vero, Bárbara Giangarelli, Ana Paula Ayub, Edmara Correia, João Paulo Batista, Guilherme Agostinis, Maria Carolina, Marjorie Leite, Murilo Tagiariolli, Keylla Oliveira e Gabriela Cavalaro, pelo apoio e companheirismo no decorrer do experimento, meu reconhecimento e gratidão, pois certamente sem vocês não seria possível a condução deste trabalho.

Aos colegas e amigos do grupo de pesquisa que muito me ajudaram, Raphael Badah, Jefferson Alves, Giovani Federico, Gabriela Ruiz, Gabriela Nagi, Carlos Rodolfo, Ana Maria Ometto e Giovana Chimentão.

Aos técnicos do Laboratório de Patologia Animal – UEL, pelo auxílio na realização das análises.

Aos funcionários da FAZESC (Fazenda Escola – UEL), em especial Sr. Jorge, Sr. Pedro, pelo auxílio prestado no decorrer do experimento.

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho, Muito Obrigado.

“A grandeza de uma nação pode ser julgada pelo modo que seus animais são tratados”

Mahatma Gandhi

BOTERO-GIRALDO, Jesús Alejandro. **Avaliação de uma genética suína de baixo odor sexual em cruzamentos comerciais**. 2018. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

RESUMO

O objetivo foi comparar o desempenho, as características de carcaça, a biometria testicular e os parâmetros sanguíneos em resposta ao estresse de suínos provenientes do cruzamento de matrizes Afrodite® (TOPGEN) com machos da genética Premo® (SUISAG), caracterizada por apresentar baixo odor sexual, e do cruzamento de fêmeas Afrodite® com machos AG PIC 337® (Agroceres PIC), sob a condição do gênero machos imunocastrados, machos inteiros e fêmeas. Foram utilizados 60 suínos (40 machos e 20 fêmeas) entre 30 kg ± 4,48 (67 ± 4,73 dias de idade) de peso inicial e 123 kg ± 7,83 (155 dias de idade) de peso vivo final, oriundos dos seguintes cruzamentos: 20 machos inteiros e 10 fêmeas provenientes da genética Premo® x Afrodite®, 20 machos imunocastrados e 10 fêmeas provenientes da genética AG PIC 337® x Afrodite®, para um total de 4 grupos experimentais. Nas fases iniciais de crescimento foi observado menor ($P < 0,05$) consumo de ração e melhor conversão alimentar para os machos inteiros. Para a fase de terminação II, foi observado maior consumo diário de ração e pior conversão alimentar para os machos imunocastrados. A menor largura dos testículos (≤ 11 cm) foi obtida em 90% dos machos imunocastrados e 30% dos machos inteiros, estando dentro dos padrões autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Fêmeas Premo® x Afrodite® apresentaram menor espessura de gordura e maior rendimento de carne magra. Fêmeas AG PIC 337® x Afrodite® melhor rendimento de carcaça, maior profundidade do músculo Longissimus dorsi e maior área de olho de lombo. As análises de custo mostraram que os machos inteiros obtiveram melhor índice de eficiência econômica e menor custo médio de ração. Machos inteiros apresentaram desempenho zootécnico superior, sendo uma alternativa viável desde o ponto de vista econômico e de sustentabilidade, diminuindo o poder poluente dos dejetos pela melhor eficiência alimentar.

Palavras-chave: Androstenona. Escatole. Suínos imunocastrados. Machos inteiros.

BOTERO-GIRALDO, Jesús Alejandro. **Evaluation of a swine genetics of low sexual odour at commercial crossings**. 2018. 60 p. Dissertation (Master's Degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

ABSTRACT

The objective of this work was to compare the zootechnical performance, carcass characteristics and blood parameters in response to stress of swine from the crossing of Afrodite® matrices (TOPGEN) with males of the genetics Premo® (SUISAG), characterized by low sexual odor, and cross-breeding of female Afrodite® with AG PIC 337® males (Agroceres PIC), under the condition of entire males, immunocastrated males and females. Sixty swine (40 males and 20 females) were used between 30 kg ± 4.48 (67 ± 4.73 days of age) and 123 kg ± 7.83 (155 days of age) of final live weight following crosses: 20 entire males and 10 females from Premo® x Afrodite® genetics, 20 immunocastrated males, and 10 females from genetics AG PIC 337® x Afrodite®, for a total of 4 experimental groups. In the early stages of growth, lower feed intake ($P < 0.05$) and better feed conversion were observed for entire males. For the termination phase II, daily feed intake and feed conversion were observed for immunocastrated males. The lowest testicular width (≤ 11 cm) was obtained in 90% of the immunocastrated males and 30% of the entire males, being within the standards authorized by the Ministry of Agriculture, Livestock, and Supply. Females Premo® x Afrodite® presented lower fat thickness and higher yield of lean meat. Female AG PIC 337® x Afrodite® improved carcass yield, greater depth of the *Longissimus dorsi* muscle and greater loin eye area. The cost analyzes showed that entire males obtained a better index of economic efficiency and lower average cost of feed. Entire males presented superior zootechnical performance, being an economical and sustainable alternative reducing the pollutant power of the wastes due to better feed efficiency.

Key words: Androstenone. Skatole. Immunocastrated male. Entire male.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Desenvolvimento da largura dos testículos de suínos machos imunocastrados e machos inteiros antes do abate.....	58
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição percentual das dietas e valores nutricionais calculados de acordo as fases de crescimento	56
Tabela 2 – Valores médios do desempenho das genéticas e gêneros avaliados de acordo com períodos experimentais	57
Tabela 3 – Largura e peso dos testículos no momento do abate	58
Tabela 4 – Peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça resfriada (PCR), Rendimento de carcaça (RC), comprimento de carcaça (CC), espessura de gordura (EG), profundidade de músculo (PM), área olho de lombo (AOL) e rendimento de carne magra (RCM)	59
Tabela 5 – Médias observadas de pH, pressão parcial de oxigênio (pO ₂), pressão parcial de gás carbônico (pCO ₂) e bicarbonato (HCO ₃) no sangue e concentrações séricas de lactato (LA), uréia (NUP), glicose (GLI) e creatinina (CRE) de suínos das genéticas AG PIC 337® x Afrodite® e Premo® x Afrodite®	59
Tabela 6 – Custo médio de ração por quilograma de peso vivo ganho, índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo médio (ICM) no período total de avaliação	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACTH	Hormônio adrenocorticotrófico
FSH	Hormônio folículo-estimulante
GnRH	Hormônio liberador de gonadotrofina
LH	Hormônio luteinizante
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
mRNA	ARN mensageiro
PIGCAS	Piglet castration in Europe
QTL	Quantitative trait locus
SNPs	Polimorfismo de nucleotídeo simples

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1	CASTRACÃO EM LEITÕES	14
2.1.1	Consequências Gerais da Castração Sobre o Bem-Estar	14
2.1.2	Suspensão da Castração	16
2.2	IMUNOCASTRACÃO	17
2.2.1	Protocolo de Imunização	17
2.2.2	Desvantagens da Imunocastração	18
2.3	PRODUÇÃO DE SUÍNOS MACHOS INTEIROS	19
2.3.1	Alterações e efeitos no comportamento	20
2.3.2	Odor Sexual	21
2.3.3	Seleção Contra Odor Sexual	23
2.3.3.1	Programas de melhoramento	25
3	REFERÊNCIAS	27
4	OBJETIVOS	34
4.1	OBJETIVO GERAL	34
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICO	34
5	ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO	35
	RESUMO	36
	ABSTRACT	37
	INTRODUÇÃO	38
	MATERIAL E MÉTODOS	40
	RESULTADO E DISCUSSÃO	43
	CONCLUSÕES	51
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

1 INTRODUÇÃO

A castração de suínos é um procedimento de rotina nas granjas comerciais, no entanto, as questões de bem-estar relacionadas a este procedimento foram destaque nos últimos anos, mostrando que a castração cirúrgica induz dor durante e após o processo (PRUNIER et al., 2006; VON BORELL et al., 2009; SUTHERLAND et al., 2012). A partir desta afirmação foi elaborada uma declaração pela Comissão Europeia em 2010 sobre alternativas à castração cirúrgica de suínos, incentivando os estados membros a comprometer-se à proibição da castração cirúrgica a partir de janeiro de 2018, surgindo como alternativa a produção de suínos machos inteiros e imunocastrados (COMISSÃO EUROPEIA, 2010).

No Brasil, de acordo com o artigo 121 do Decreto 30.691 de 29 de março de 1952 (BRASIL, 1952), é proibido o abate de suínos machos não castrados ou de animais que mostrem sinais de castração recente. O artigo 104 do Decreto 9.013 de 29 de março de 2017, reafirma que poderá ser permitido o abate de suínos castrados por meio de métodos não cirúrgicos, desde que o processo seja aprovado pelo órgão competente do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2017). A lei foi estabelecida baseada no fato de que os suínos inteiros podem apresentar odor desagradável na carne, frequentemente percebido durante o cozimento, conhecido como “odor sexual” (LUNDSTRÖM; ZAMARATSKAIA, 2006). Dois compostos causam predominantemente o odor sexual em suínos machos inteiros, a androstenona (5- α androst-16-eno-3-ona) e o escatole (3-metil-indol), que são acumulados principalmente no tecido adiposo. A androstenona é um esteroide testicular com um odor de urina definido. O escatole, produto da degradação do triptofano, exibe um intenso odor fecal (CLAUS et al., 1994; BONNEAU, 1998; BABOL et al., 2004).

A técnica de imunocastração tem se destacado por ser capaz de minimizar os danos da castração cirúrgica, reduzindo o odor sexual dos machos inteiros. Esta técnica é definida como um método de castração por meio do uso de uma vacina anti-GnRH (fator liberador de gonadotrofinas), resultando em uma redução de gonadotrofinas plasmáticas LH e FSH (hormônio luteinizante e hormônio folículo estimulante) e consequentemente de testosterona e androstenona. Com a inibição da produção destes componentes é evitado o odor e o sabor característico na carne do macho inteiro, além de permitir que os animais sejam beneficiados com os efeitos dos esteroides testiculares no momento intermediário do crescimento e de deposição de carne, garantindo a plena expressão do seu potencial de

crescimento (DUNSHEA et al., 2001).

No Paraná, a Portaria Nº 60 de 26 de março de 2014, aprova normas para abate de suínos não castrados e de suínos submetidos à castração imunológica por meio de vacinas nos estabelecimentos registrados na Agência de Defesa Agropecuária do Paraná, ADAPAR (PARANÁ, 2014). Portanto, a produção de suínos machos inteiros e imunocastrados tem-se mostrado uma prática bastante atrativa sob o ponto de vista da eficiência econômica e do bem-estar animal.

Assim, o objetivo deste trabalho foi comparar em condições tropicais o desempenho, as características de carcaça, a biometria testicular e as respostas séricas ao estresse de animais cruzados com linhagem europeia, na qual é atribuída a característica genética de apresentar baixo odor sexual (Premo®), com animais cruzados de duas genéticas nacionais (Agroceres PIC x TOPGEN), sendo AG PIC 337® x Afrodite®, sob a condição do gênero machos imunocastrados, machos inteiros e fêmeas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CASTRAÇÃO EM LEITÕES

A castração de animais machos utilizados para a produção de carne tem sido amplamente praticada há séculos, principalmente para facilitar o controle de seu comportamento (machos inteiros tendem a ser mais agressivos), mas também devido à maior propensão dos castrados para depositar gordura, uma mercadoria que tinha alta demanda (BONNEAU, 1998). Atualmente, o mercado consumidor está cada vez mais exigente, demandando produtos de melhor qualidade produzido sob critérios de respeito ao meio ambiente e ao bem-estar animal.

Geralmente a castração em leitões é realizada por meio cirúrgico durante os primeiros dias ou semanas de vida. De acordo com a legislação da União Europeia, a castração de leitões machos pode ser realizada sem anestesia / analgesia dentro dos primeiros sete dias de vida. No entanto, esta prática foi criticada do ponto de vista do bem-estar animal (PRUNIER et al., 2006).

Os testículos e a pele escrotal, uma vez que são inervados com nociceptores, é altamente provável que a castração provoque dor e é, por conseguinte, tanto um evento doloroso como estressante quando é realizada sem anestesia e analgesia pós-operatória (MC GLONE; HELLMAN, 1988). Para identificar todas as vantagens e desvantagens dos diferentes métodos de castração, é necessário avaliar a dor relacionada à castração, além da fisiológica, comportamental e consequências para a saúde que podem derivar da castração. Estas consequências podem ser devidas pelo próprio processo de castração (manuseamento e cirurgia), mas também pela privação de hormônios testiculares (MC GLONE; MORROW, 1988).

2.1.1 Consequências Gerais da Castração Sobre o Bem-Estar

As consequências da castração sobre o bem-estar podem ser devido à cirurgia em si, bem como à privação dos hormônios testiculares. De fato, os hormônios testiculares

influenciam o comportamento e, portanto, podem ter relação com o bem-estar dos machos (MC GLONE; MORROW, 1988). Vários experimentos indicam claramente que a castração cirúrgica induz respostas endócrinas e comportamentais (MC GLONE et al., 1993; WEARY; BRAITHWAITE; FRASER, 1998; TAYLOR; WEARY, 2000; HAY et al., 2003), que são aceitas como indicadores de dor.

Durante a castração cirúrgica, as vocalizações de alta frequência (> 1000 Hz) são devidas, pelo menos em parte, à cirurgia dos animais, uma vez que são mais frequentes, de maior intensidade e maior duração em leitões castrados que aqueles manipulados simulando a castração (WEARY; BRAITHWAITE; FRASER, 1998; TAYLOR; WEARY, 2000). A análise das vocalizações durante o procedimento geral de castração sugere que a dor é mais aguda durante a extração dos testículos e o corte dos cordões espermáticos (TAYLOR; WEARY, 2000). Isto é sustentado pela observação de que a anestesia local é mais efetiva ao reduzir a resistência comportamental quando os cordões são cortados (HORN; MARX; VON BORELL, 1999).

Imediatamente após a castração cirúrgica a medição de hormônios no plasma indica claramente a ativação dos eixos suprarrenais e simpáticos (PRUNIER; MOUNIER; HAY, 2004). Há um aumento de 40 vezes na ACTH (hormônio adrenocorticotrófico) do plasma, atingindo o pico máximo dez minutos após a cirurgia, seguido por um aumento de quatro vezes no cortisol plasmático, com valores máximos entre 30 a 60 minutos após a cirurgia. Também ocorre nesta condição um aumento muito rápido e transitório da adrenalina plasmática, seguido por um aumento mais duradouro da noradrenalina plasmática. Paralelamente a estas reações fisiológicas, o comportamento é modificado. Os leitões castrados passam menos tempo nas glândulas mamárias (massagem e / ou amamentação) (MC GLONE; HELLMAN, 1988; MCGLONE et al., 1993; HAY et al., 2003), permanecem mais inativos enquanto acordados e mostram mais comportamentos relacionados à dor (prostração, rigidez, tremores). No entanto, as posturas (posição ventral e lateral, sentado e em pé) e o seu posicionamento na cela de parição não são alteradas (HAY et al., 2003).

Um outro ponto de grande importância negativa é a imunossupressão mais pronunciada dos machos castrados. A influência da castração sobre o sistema imunitário em leitões foi demonstrada por Lessard et al. (2002). Os autores observaram menores respostas de anticorpos em leitões castrados aos 10 ou 17 dias de idade e desafiados duas vezes com um antígeno. Os efeitos imunossupressores da castração podem estar relacionados à reação ao estresse, especialmente à liberação de cortisol e catecolaminas, ou à falta de andrógenos

testiculares, uma vez que estes hormônios são conhecidos por promover a imunocompetência (SILVA, 1999).

2.1.2 Suspensão da Castração

A eliminação da técnica de castração em bovinos e ovinos na maioria dos países foi devido ao novo perfil do consumidor, que busca alimentos magros. Paralelamente a produção de machos inteiros também determina redução nos custos de produção (BONNEAU, 1998). Entretanto, a produção de suínos machos inteiros tem sido prejudicada pela presença do odor sexual, embora as pressões alinhadas com o bem-estar têm pressionado a cadeia para abandonar a prática da castração (BONNEAU, 1998).

A Comissão Europeia e representantes dos agricultores europeus, indústria da carne, retalhistas, cientistas, veterinários e ONG de bem-estar animal, assinaram uma declaração para acabar com a castração cirúrgica de suínos até 1º de janeiro de 2018. A iniciativa é atualmente voluntária, não obstante, a Comissão Europeia apoia fortemente as ações tomadas pelas principais partes interessadas. Em países como a Noruega e Suíça a técnica da castração já é proibida.

Pesquisas sobre alternativas têm sido intensificadas e atualmente são consideradas: a) Aplicação de anestesia / analgesia na cirurgia, o que aumenta os custos devido à carga de trabalho adicional e o preço de anestésicos (ROEST et al., 2009); b) sexagem espermática para produção exclusiva de fêmeas, o que ainda não é suficientemente avançado para uso prático; c) imunocastração e imunização contra hormônio endógeno de GnRH que permite a exploração do potencial de crescimento do macho inteiro com o mínimo de estresse na vacinação (PRUNIER et al., 2006), mas com desvantagens, tais como o risco de auto-imunização e baixa aceitação pelos consumidores (ROEST et al., 2009); d) produção de machos inteiros com baixo peso no abate (90kg), reduz o risco de odor sexual na carcaça (ZAMARATSKAIA et al., 2005a), mas com desvantagens, tais como a pouca viabilidade econômica e não eliminação completa do problema de odor sexual (ALDAL et al., 2005).

2.2 IMUNOCASTRACÃO

O objetivo da imunocastração é inibir o desenvolvimento testicular e as funções através da neutralização dos hormônios do eixo hipotálamo-hipófise-gonadal por anticorpos. A imunização pode ser direcionada contra o hormônio pituitário LH ou o hormônio hipotalâmico GnRH. Entretanto, a imunização contra LH é menos eficaz do que a imunização contra GnRH (FALVO et al., 1986).

A maioria dos estudos de imunocastração em suínos têm utilizado a imunização ativa contra GnRH, embora a possibilidade de uso de imunização passiva venha sendo também considerada. Efetivamente, a imunização de suínos machos contra a GnRH é eficaz na inibição do desenvolvimento do trato genital e na redução das concentrações plasmáticas de LH, FSH e testosterona (VAN DER LENDE; KRUIJT; TIEMAN, 1993).

2.2.1 Protocolo de Imunização

Os protocolos de imunização podem ser definidos como precoces ou tardios. O primeiro enfatiza a necessidade de causar a castração completa com resultados inequívocos no peso dos testículos, tornando a diferenciação na linha de abate muito fácil (OONK et al., 1995). Isto é obtido através de um programa de imunização que assegura a castração precoce dos animais. No entanto, a maioria das vantagens econômicas dos machos inteiros não são mantidas (ZENG et al., 2002; TURKSTRA et al., 2002).

A segunda alternativa concentra-se na manutenção do desempenho nos suínos machos inteiros. Neste procedimento duas vacinas são aplicadas com intervalo mínimo de quatro semanas, entre a segunda dose e o abate o intervalo deve ser de quatro ou máximo cinco semanas. O desafio é manter a secreção testicular de esteroides anabolizantes em um nível elevado até o mais tarde possível e ainda dar um tempo suficiente para que após as vacinas ocorra diminuição das concentrações de escatole e androstenona até níveis aceitáveis antes do abate. Em comparação com os machos inteiros, os suínos imunizados crescem mais rapidamente (uma vez que o efeito de castração é alcançado), têm uma eficiência alimentar semelhante e apresentam maiores teores de gordura (embora menores do que nos castrados cirurgicamente no início) na sua carcaça (DUNSHEA et al., 2001; CRONIN et al., 2003).

Uma vez que a imunocastração é realizada, o comportamento dos suínos é semelhante aos castrados cirurgicamente. Ambos exibem reduzidos comportamentos agressivos e de monta e maior duração do comportamento de alimentação comparado com machos inteiros (CRONIN et al., 2003).

2.2.2 Desvantagens da Imunocastração

Sob a perspectiva de bem-estar o procedimento é obviamente menos prejudicial para o suíno em comparação com a castração cirúrgica sem anestésicos ou analgésicos. Entretanto, algumas desvantagens podem ser consideradas ao implantar a imunocastração. Neste contexto o custo do tratamento tem que no mínimo equiparar-se com os ganhos econômicos obtidos pela suspensão da castração (ROEST et al., 2009).

Outro aspecto envolve a demanda de um efetivo controle na linha de abate. Quando a imunocastração é realizada precocemente, o tamanho do testículo é reduzido de forma tão dramática que é fácil para um comprador ter confiança na ausência de odor sexual na carcaça. Quando é realizada apenas algumas semanas antes do abate, para se beneficiar das vantagens de todo o status de um macho inteiro, a redução dos testículos em alguns casos não se mostra facilmente distinguível dos testículos de alguns machos inteiros (OONK et al., 1995). Nesses casos, há incerteza da ausência do odor sexual na carcaça.

Outro aspecto negativo envolve a segurança para os seres humanos. Uma vez que a vacina tem uma condição imunogênica não específica para a espécie, esta pode ser ativa para o homem em caso de auto-injeção acidental. Embora um dispositivo na pistola de vacinação tenha sido desenvolvido para reduzir o risco de auto-injeção, esse perigo não pode ser totalmente controlado (ROEST et al., 2009).

Finalmente, a questão da possibilidade de desenvolvimento de dor para o animal. Este aspecto não foi diretamente investigado. No caso da Improvac®, uma vez que a preparação da vacina é aquosa, há pouca reação no local da injeção (DUNSHEA et al., 2001). No entanto, como as vacinas GnRH são dirigidas contra hormônios produzidos nos próprios tecidos do animal, podem estes induzir a danos celulares longe do local da administração ou em áreas dos testículos. Molenaar et al. (1993) observaram que a imunização anti-GnRH no suíno resultou em lesões do hipotálamo. Este resultado, no entanto, se induz dor ou não no

animal, ainda é uma incógnita. Em qualquer caso, a dor resultante da imunização deve ser comparada com a inflamação e conseqüentemente dor causada pela castração cirúrgica.

2.3 PRODUÇÃO DE SUÍNOS MACHOS INTEIROS

A extensão da produção de suínos machos inteiros difere entre os diferentes países, embora não existam números exatos de inteiros produzidos nos diferentes países. No entanto, o projeto da União Europeia, PIGCAS (Atitudes, práticas e estado da arte sobre a castração de leitões em Europa), reuniu informações sobre a extensão do procedimento de castração (FREDRIKSEN et al., 2009). Números de 2006 mostram que a castração foi realizada em 80-100% dos machos na maioria dos países da União Europeia, deixando apenas um pequeno número de inteiros (Aproximadamente 25 milhões por ano). No entanto, no Reino Unido, Irlanda e Austrália, quase todos os suínos são deixados como inteiros, com uma grande porcentagem também em Portugal, Espanha e Grécia (FREDRIKSEN et al., 2009). A Holanda também aumentou a produção de suínos machos inteiros, com cerca de 50% dos suínos machos não castrados em 2012 (VAN WAGENBERG et al., 2013).

Vantagens de suínos machos inteiros podem ser encontradas nas características de carcaça e produção, que diferem dos animais castrados. Aluwé et al. (2014) relataram melhores ganhos e porcentagem de carne de suínos machos inteiros, mas sem diferença no ganho médio diário. No entanto, a pesquisa mostrou um menor rendimento de carcaça. Roest et al. (2009) citam uma taxa de crescimento superior de machos inteiros de até 13%, uma diminuição na ingestão alimentar em torno de 9%, uma taxa de conversão alimentar até 14% mais eficiente e até mais de 20% de deposição de tecido muscular, quando comparado com animais castrados. Isso pode ser mais benéfico para o produtor, uma vez que há menores custos de produção e de alimentação, resultando em produtos (carne) mais saudáveis, no ponto de vista dietético.

As desvantagens associadas à produção de machos suínos inteiros foram relatadas por Lundström et al. (2009), que afirmam haver uma maior frequência de brigas, dependendo das condições antes do abate (mistura durante o transporte e / ou estabulação antes do abate), levando a danos na carcaça e desenvolvimento de carne DFD (carne dura, seca e escura). Machos inteiros comumente apresentam alterações na composição da gordura e menor quantidade de tecido adiposo o que pode ser uma desvantagem para a indústria de

processamento. Além disso, a maior prevalência de odor sexual tem um grande impacto na qualidade da carne e no valor econômico.

Além das características da carcaça, Bonneau (1998) relata que a perda de nitrogênio nos dejetos é menor nos machos inteiros que nos castrados devido à redução da ingestão alimentar e a melhor eficiência na retenção de nitrogênio. A redução da excreção de poluentes pode ser benéfica para um sistema de produção mais limpa.

2.3.1 Alterações fisiológicas e efeitos no comportamento

O aumento da agressividade dos suínos machos inteiros pode gerar alterações fisiológicas nos animais, levando a alterações de comportamento (dificultando o manejo), determinando aumento na frequência cardíaca, que por sua vez também desencadeará alterações na frequência respiratória, no pH e nas concentrações de oxigênio e gás carbônico no sangue levando a um conseqüente quadro de estresse.

O comportamento agressivo em suínos em geral, podem ser definidas como comportamentos espécie-específicos associados com ameaças, pressionar e empurrar, estocadas e mordidas. Normalmente é direcionado para a região dos ombros e cabeça, realizada em paralelo ou anti-paralelo (HAGELSØ GIERSING et al., 1996). A agressão é considerada uma característica bastante estável de suínos individuais, o que significa que os suínos expressam diferenças de personalidade em sua tendência de mostrar comportamento agressivo (CLARK et al., 2013). A frequência do comportamento é muito dependente do ambiente dos animais (sistema e gerenciamento) e diferentes fatores são encontrados para afetar o nível de comportamento agressivo em um grupo de suínos, por exemplo, recursos limitados (por exemplo, alimentação), agrupamento (formação de hierarquia), densidade e tamanho do grupo (STREET et al., 2008; HAGELSØ GIERSING et al., 1996).

O comportamento agressivo é um importante indicador de bem-estar, principalmente quando se trata de suínos machos inteiros. Elevados níveis de agressão podem afetar o bem-estar dos animais gerando sentimentos negativos como medo, exaustão ou dor. Além disso, pode causar reações de estresse, dar origem a lesões de pele, e em casos extremos a morte (VELARDE et al., 2007).

Com o estresse, há uma ativação do sistema nervoso simpático e do eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal, o que levará a um aumento de adrenalina e cortisol no sangue. Este processo resultará no aumento da concentração de glicose plasmática, que ocorre devido à glicogenólise hepática, associada ao catabolismo da proteína (SHAW; TUNE, 1992). O efeito final dessas alterações metabólicas é aumentar a glicose sanguínea até seu nível normal e armazenar glicogênio para suprir de energia (NELSON; COX, 2002).

Em situações de estresse intenso pode ocorrer exaustão muscular, resultante da degradação intensa do glicogênio muscular, formando grandes quantidades de ácido láctico que poderá ser liberado na corrente circulatória. Adicionalmente, a liberação de catecolaminas e aumento da atividade enzimática como resultado do medo ou da excitação podem também causar rápida glicogenólise (SHAW; TUME, 1992). Portanto, a análise das concentrações sanguíneas de lactato é uma importante ferramenta para avaliação do estresse em suínos.

2.3.2 Odor Sexual

O procedimento de castração é realizado principalmente para evitar o odor sexual de macho inteiro. Com a preservação de suínos machos inteiros o risco de prevalência deste defeito é significativamente mais alto. Este quadro corresponde a um odor desagradável frequentemente percebido durante o cozimento da carne e que também pode afetar o sabor, principalmente causada por elevadas concentrações de androstenona (5- α androst-16-eno-3-ona) e escatole (3-metil-indol), no tecido adiposo de suínos machos inteiros (BONNEAU, 1982; BABOL et al., 1996). A androstenona apresenta um odor de urina definido e o escatole exibe um intenso odor fecal (BONNEAU et al., 2000).

O escatole é produzido no trato gastrointestinal por degradação microbiana do aminoácido triptofano (BONNEAU, 1982; CLAUS et al., 1994), proveniente de proteínas dietéticas ou endógenas (XUE et al., 1997; CLAUS et al., 1994). A quantidade produzida é regulada principalmente pela disponibilidade de triptofano e a composição e atividade das bactérias intestinais envolvidas no processo de degradação (ZAMARATSKAIA et al., 2009). No trato gastrointestinal o escatole é absorvido através da parede do intestino para o sangue, onde uma parte será transportada através da veia porta para o fígado, onde sofre um processo metabólico degradando-o para ser excretado pelo rim. O escatole não absorvido é excretado diretamente pelas fezes (ZAMARATSKAIA et al., 2009).

O processo do metabolismo do escatole inclui duas fases envolvendo diferentes enzimas, das quais o citocromo P4502E1 (CYP2E1) foi identificado como a principal enzima hepática responsável neste processo (RASMUSSEN et al., 2011). O escatole que não é degradado no fígado é depositado no tecido adiposo, causando o odor sexual (ZAMARATSKAIA et al., 2009). Xue et al. (1997) afirmam que 87% do escatole disponível produzido no trato gastrointestinal é absorvido através da parede intestinal e transportado para o fígado e os restantes 13% estão contidos nas fezes. O escatole é produzido em machos inteiros, castrados e fêmeas, mas o processo de degradação e a taxa de eliminação sugerem ser menores nos suínos machos do que nas fêmeas, resultando em níveis mais altos em suínos inteiros comparado com castrados (ANDERSSON et al., 1999; BABOL et al., 2004).

Devido ao processo de síntese do escatole, considera-se principalmente que o composto é afetado por condições ambientais (BABOL et al., 1996), principalmente relacionadas à alimentação (HANSEN et al., 2006; HANSEN et al., 2008). No entanto, o escatole também está relacionado ao peso vivo do animal (BABOL et al., 1996; ZAMARATSKAIA et al., 2005a), e varia entre raças (BABOL et al., 2004).

A androstenona é um hormônio esteroide sintetizado nos testículos dos suínos (BONNEAU, 1982), mais especificamente nas células de Leydig (ZAMARATSKAIA et al., 2009). A produção é controlada pelo hormônio lutenizante (LH), que por sua vez, depende do hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) (CLAUS et al., 1994; ZAMARATSKAIA et al., 2009). Sua biossíntese é baixa nos machos jovens e aumenta gradualmente, juntamente com outros esteroides testiculares, na maturidade sexual (BONNEAU, 1982; BABOL et al., 1996), tornando a puberdade um aspecto central no processo de regulação (ZAMARATSKAIA et al., 2009).

Dos testículos, a androstenona é liberada para a circulação sistêmica através da veia espermática, sendo transportado e armazenado no tecido adiposo ou transportado para as glândulas salivares, onde funciona como um feromônio (XUE et al., 1997). Outra parte da androstenona é metabolizada no fígado por diferentes enzimas e excretada através da urina (ZAMARATSKAIA et al., 2009).

Os níveis de androstenona estão principalmente relacionados com a idade e o estágio de maturidade sexual, como também ocorre com os outros esteróides testiculares (BONNEAU, 1982; BABOL et al., 1996). Assim o abate de animais jovens e de baixo peso tem sido sugerido como uma estratégia para reduzir a frequência de carcaças com odor sexual (ALUWÉ et al., 2011; FÀBREGA et al., 2011). Entretanto, as correlações entre o peso ao abate

e os níveis de androsterona nem sempre são significativas, devido ao maior efeito da maturidade sexual sobre o próprio peso ao abate.

Como a concentração de androstenona na gordura depende de fatores genéticos que guardam media a alta herdabilidade (WINDING et al., 2012), foi sugerido então a seleção genética como meio efetivo para reduzir os níveis de androstenona (XUE et al., 1997; ZAMARATSKAIA et al., 2009; WINDING et al., 2012). Além disso, outros fatores como a raça podem influenciar a concentração de androstenona na gordura, bem como os níveis de escatole, sendo a raça Landrace a que apresenta as menores concentrações na gordura. Já as raças Hampshire e Duroc detém níveis mais altos de androstenona em comparação com Yorkshire e Landrace (XUE et al., 1996).

A relação entre a androstenona e o escatole tem sido discutida na literatura, porém sem esclarecimentos definitivos. Androstenona que tem seus níveis aumentados na puberdade (BONNEAU, 1982; ZAMARATSKAIA et al., 2005b), mostra intrínseca relação com os níveis de escatole, que também coincidem com o tempo da puberdade (BABOL et al., 2004; ZAMARATSKAIA et al., 2005b). Uma associação entre escatole e androstenona foi sugerida por Zamaratskaia et al. (2004), que encontraram uma correlação positiva entre esses compostos, mas com coeficientes variáveis (ZAMARATSKAIA et al., 2009). Babol et al. (1999) observaram que níveis elevados de esteroides sexuais, incluindo androstenona, reduzem o metabolismo e posterior depuração do escatole, resultando em níveis elevados de escatole na gordura dos animais. Doran et al. (2002) e Rasmussen et al. (2011) relatam que uma das principais enzimas (CYP2E1) envolvidas no metabolismo hepático do escatole pode ser inibida pelas concentrações mais altas de androstenona. Níveis baixos de citocromo P4502E1 (CYP2E1) no fígado podem resultar em diminuição do metabolismo e depuração do escatole, conforme encontrado por Squires et al. (1997).

2.3.3 Seleção Contra Odor Sexual

A seleção genética de raças com baixos níveis de androstenona é uma bandeira há muito pesquisada, mas os primeiros esforços relataram a estreita correlação da androstenona com os hormônios esteroides, determinando efeitos negativos sobre a fertilidade e sobre a puberdade, levando a uma expressão mais tardia. Bonneau et al. (1987a; 1987b), utilizando machos Large White com 180 dias de idade, demonstraram que animais com baixos níveis de

androsteno na gordura tendem a apresentar uma capacidade mais reduzida de produção de 16-androstenos, o que resulta numa maturação sexual retardada.

Bonneau et al. (1998) consideraram a seleção contra a androsteno biologicamente viável, usando um índice de seleção para evitar impactos negativos na maturação sexual. Os pesquisadores usaram uma seleção assistida pelo marcador molecular do citocromo b5 e mRNA total do citocromo b5 que foram correlacionados com as concentrações de androsteno na gordura.

Squires (2006) descreveu que as ferramentas para desenvolver animais livres do odor sexual envolvem o uso de marcadores genéticos, QTL e genes candidatos, associados com a característica odor sexual. QTL são regiões cromossômicas que contêm genes que afetam uma característica particular. Os genes candidatos codificam enzimas chaves ou receptores envolvidos no metabolismo da androsteno ou do escatole. Esses genes são investigados pelo seu polimorfismo, principalmente polimorfismos de nucleotídeos únicos (SNPs), mudando o fenótipo de uma característica. A desvantagem do uso de QTL e genes candidatos é que apenas os genes que estão diretamente envolvidos na via metabólica são detectados (SQUIRES, 2006). Portanto, uma identificação de genes que estão relacionados com o odor sexual pode ser obtida pela transcrição do perfil destes usando o microarray de DNA. Nesta abordagem, uma comparação da expressão de milhares de genes (transcriptoma) é feita entre diferentes fenótipos (SQUIRES, 2006).

Para alcançar linhas de reprodutores isentos do odor sexual, o conhecimento básico sobre as principais enzimas e genes que regem a degradação do escatole e da androsteno mostra-se pouco consistente o que demanda segundo os autores do PIGCAS (2009) uma abordagem integrada (PIGCAS, 2009).

Nenhuma conclusão efetiva pode ser ainda extraída dos estudos do genoma para QTL para níveis de androsteno e escatole, pois segundo Robic et al. (2008), a natureza multifatorial do controle genético para o odor sexual exige mais investimentos e pesquisas. A identificação dos genes envolvidos no QTL permanece difícil e complexa e requer um mapeamento fino. Considerando que os estudos até o momento envolveram animais de raças e idades diferentes e ainda sob um número de animais limitados nos testes, os resultados guardam limitada representatividade. Por essa razão, torna-se difícil comparar as investigações, sendo que a caracterização do QTL exigirá uma avaliação extensa de um painel de raças. No futuro, as expectativas estão no uso de estudos de microarray e proteômica para reconhecer diferentes expressões de genes associados à androsteno e ao escatole.

Von Borell et al. (2009) e EFSA (2011) avaliaram que o caminho através das ferramentas genéticas para reduzir o odor sexual é viável, mas ainda não aplicável. Uma diminuição da frequência dos genes responsáveis pelo odor sexual é sem dúvida o caminho, mas a característica está relacionada aos efeitos de vários genes. Squires e Schenkel (2010) concluíram que o controle do odor sexual pela seleção genética associada aos marcadores é um processo para longo prazo, mas é efetivamente uma condição para eliminar a necessidade de castração. No entanto, para Tholen e Frieden (2011), a seleção genética pode não levar a uma eliminação completa do odor sexual sem uma combinação de ações dietéticas e ambientais. Frieden, Looft e Tholen (2011) estimaram uma possível redução do odor sexual por meio da seleção para um intervalo entre 8 a 12 anos, faixa na qual já estamos nos inserindo.

Nesta linha, entre muitos grupos, uma equipe de pesquisa canadense investigou oito linhas diferentes compostas por seis raças (Duroc, Hampshire, Landrace, Large White, Piétrain e Yorkshire) (SQUIRES; SCHENKEL, 2010), validando cerca de 80 SNPs em 28 genes. No entanto, o número de SNP significativos e a força da associação de um gene candidato à androstenona ou ao escatole variou entre as oito linhas. Por exemplo, na linha Piétrain, 51% da variância da androstenona foi representada por 12 SNPs, enquanto na linha Hampshire, 3 SNPs explicaram 13% da variância de androstenona. Em média, para todas as raças, os SNPs explicaram cerca de 28% da variância da androstenona. A aplicação dos marcadores para produzir animais homocigotos com alelos favoráveis poderia reduzir os níveis médios de androstenona na gordura de 26% para 61%, dependendo da linha, porém nestes estudos nenhum marcador foi associado aos efeitos negativos que podem exercer sobre as características reprodutivas.

2.3.3.1 Programas de melhoramento

Sustentada pelas ferramentas de seleção genética na redução dos níveis do odor sexual algumas iniciativas privadas, públicas ou mistas na Europa têm se mostrado exitosas. Alguns machos reprodutores comerciais denominados "Premo", "Inodorus" e "Nador", que transmitem o atributo de menor odor sexual para sua progênie tem sido disponibilizado para o produtor.

Na Suíça um projeto de pesquisa foi conduzido para avaliar o valor genético, e programas de seleção e cruzamentos com reprodutores livres de odor sexual e sua

performance zootécnica (BAES et al., 2013). Nesta prospecção a linha de animais Premo® da empresa SUISAG, um Large White suíço, foi avaliada por meio de biópsias em suínos com 100 a 125 kg de peso vivo para se conhecer as concentrações dos compostos relacionados com o odor sexual. Nesta avaliação foram reveladas baixas concentrações médias de escatole e indol, 0,033 ppm e 0,032 ppm, respectivamente, e 0,58 ppm de androstenona na gordura (BAES et al., 2013). No entanto, um ligeiro efeito adverso sobre a qualidade do sêmen foi observado. O volume, a concentração, mobilidade, número de doses e longevidade do sêmen foram também significativamente afetados negativamente pela androstenona, enquanto a seleção contra o escatole e indol não influenciou a qualidade do sêmen (BAES et al., 2013).

A GERMAN PIETRAIN anunciou publicamente o cruzamento Piétrain "Inodorus" a partir de 2012 (SAUTER, 2012). O "Inodorus" foi desenvolvido a partir de 31 linhas diferentes de Piétrain. Este tipo de macho deve produzir progênes para engorda com uma probabilidade reduzida de carcaças com odor sexual. Além disso, a TOPIGS-SNW (2012) criou a linha terminal de macho Piétrain "Nador", com pouca herança para transmitir odor sexual na carcaça, também, usando seleção genômica e avaliação sensorial. A TOPIGS-SNW (2012) garantiu assim uma redução de 40% do odor sexual.

Comparando o macho GERMAN PIETRAIN "Inodorus" e o macho TOPIGS "Nador" para anomalia de odor e concentrações de androstenona e escatole em tecido adiposo, Schrade (2013) observou que os níveis de compostos do odor sexual não diferiram entre "Inodorus" (0,53 ppm androstenona; 0,08 ppm escatole) e "Nador" (0,42 ppm androstenona; 0,07 ppm escatole), estando estes níveis abaixo dos valores limite de 1 ppm para androstenona e 0,25 ppm para escatole. Em 92,1% e 93,8% das avaliações não houve odores anormais detectáveis e nenhuma das amostras apresentou forte odor. Isto confirma que a seleção de machos é bem-sucedida na redução do odor sexual.

3 REFERÊNCIAS

ALUWÉ, M. et al. Influence of breed and slaughter weight on boar taint prevalence in entire male pigs. **Animal**, v.5, n.8, p.1283-1289, 2011.

ALUWÉ, M.; TUYTTENS, F.A.M.; MILLET, S. Field experience with surgical castration with anaesthesia, analgesia, immunocastration and production of entire male pigs: performance, carcass traits and boar taint prevalence. **Animal**, v.9, n.3, p.500-508, 2014.

ALDAL, I. et al. Levels of androstenone and skatole and the occurrence of boar taint in fat from young boars. **Livestock Production Science**, v.95, p.121-129, 2005.

ANDERSSON, H.K. et al. Sexual maturity in entire male pigs, environmental effects, relations to skatole level and female puberty. **Acta Agriculture Scandinavica, Section A, Animal Science**, v.49, p.103-112, 1999.

BABOL, J.; SQUIRES, E.J.; GULLETT, E.A. Investigation of factors responsible for the development of boar taint. **Food Research International**, v.28, p.573-581, 1996.

BABOL, J.; SQUIRES, E.J.; LUNDSTRÖM, K. Relationship between metabolism of androstenone and skatole in intact male pigs. **Journal of Animal Science**, v.77, p.84-92, 1999.

BABOL, J. et al. The effect of age on distribution of skatole and indole levels in entire male pigs in four breeds: Yorkshire, Landrace, Hampshire and Duroc. **Meat Science**, v.67, p.351-358, 2004.

BAES, C. et al. A performance test for boar taint compounds in live boars. **Animal**, v.7, n.5, p.714-720, 2013.

BONNEAU, M. et al. Compounds responsible for boar taint, with special emphasis on androstenone: a review. **Livestock Production Science**, v.9, p.687-705, 1982.

BONNEAU, M. et al. Age-related changes in plasma LH and testosterone concentration profiles and fat 5 α -androstenone content in the young boar. **Animal Reproduction Science**, v.15, p.241-258, 1987a.

BONNEAU, M.; CARRIÉ-LEMOINE, J.; MESURE-MORAT. Genital tract development and histomorphometrical traits of the testis in the young boar: Relationships with fat 5 α -androstenone levels. **Animal Reproduction Science**, v.15, p.259-263, 1987b.

BONNEAU, M. Use of Entire Males for Pig Meat in the European Union. **Meat Science**, v.49, p.257-272, 1998.

BONNEAU, M. et al. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: I. Presentation of the programme and measurement of boar taint compounds with different analytical procedures. **Meat Science**, v.54, p.251-259, 2000.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Decreto, nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o Novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. Brasília, 1952.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Decreto, nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Brasília, 2017.

CLARK, C.C.A.; D'EATH, R.B. Age over experience: Consistency of aggression and mounting behaviour in male and female pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, v.147, p.81-93, 2013.

CLAUS, R.; WEILER, A.; HERZOG, A. Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar – a review with experimental data. **Meat Science**, v.38, p.289-305, 1994.

CRONIN, G.M. et al. The effects of immuno- and surgical castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, v.81, p.111-126, 2003.

DORAN, E. et al. Cytochrome 450IIE1 (CYP2E1) is induced by skatole and this induction is blocked by androstenone in isolated pig hepatocytes. **Chemico-Biological Interactions**, v.140, p.81-92, 2002.

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, p.2524-2535, 2001.

EFSA. Technical report submitted to EFSA Preparatory work for the future development of animal based measures for assessing the welfare of pigs. Report 1: Preparatory work for the future development of animal based measures for assessing the welfare of sow, boar and piglet including aspects related to pig castration. 2011.

EUROPEAN COMMISSION. European Declaration on alternatives to surgical castration of pigs. 2010. Disponível em: <http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/farm/initiatives_en.htm>.

FÀBREGA, E. et al. Effect of housing system, slaughter weight and slaughter strategy on carcass and meat quality, sex organ development and androstenone and skatole levels in Duroc finished entire male pigs. **Meat Science**, v.89, p.434-439, 2011.

FALVO, R.E. et al. Effect of active immunization against LHRH or LH in boars: reproductive consequences and performance traits. **Journal of Animal Science**, v.63, p.986- 994, 1986.

FREDRIKSEN, B.; HEXEBERG, C. The effect of removing animals for slaughter on the behaviour of the remaining male and female pigs in the pen. **Research in Veterinary Science**, v.86, p.368-370, 2009.

FRIEDEN, L.; LOOFT, C.; THOLEN, E. Breeding for reduced boar taint. **Lohmann Information**, v.46, p.21-27, 2011.

HAGELSØ GIERSING, M.; STUDNITZ, M. Characterization and investigation of aggressive behaviour in the pig. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section A Animal Science**, v.27, p.56-60, 1996.

HANSEN, L.L. et al. Influence of chicory roots (*cichorium intybus* L) on boar taint in entire male and female pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.359-368, 2006.

HANSEN, L.L. et al. Effect of feeding fermentable fibre-rich feedstuffs on meat quality with emphasis on chemical and sensory boar taint in entire male and female pigs. **Meat Science**, v.80, p.1165-1173, 2008.

HAY, M. et al. Assessment of pain induced by castration in piglets: behavioral and physiological responses over the subsequent 5 days. **Applied Animal Behaviour Science**, v.82, p.201-218, 2003.

HORN, T.; MARX, G.; VON BORELL, E. Behaviour of piglets during castration with or without local anaesthesia. Verhalten von Ferkeln während der Kastration mit und ohne Lokalanästhesie. **Deutsche Tierärztliche Wochenschrift**, v.106, p.271-274, 1999.

LESSARD, M. et al. Humoral and cellular immune responses of piglets after castration at different ages. **Canadian Journal of American Science**, v.82, p.519-526, 2002.

LUNDSTRÖM, K.; ZAMARATSKAIA, G. Moving towards taint-free pork – alternatives to surgical castration. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 48, 2006.

LUNDSTRÖM, K.; MATTHEWS, K.R.; HAUGEN, J.E. Pig meat quality from entire males. **Animal**, v.3, p.1497-1507, 2009.

MCGLONE, J.J.; HELLMAN, J.M. Local and general anesthetic effects on behavior and performance of two and seven-week old castrated and uncastrated piglets. **Journal of Animal Science**, v.66, p.3049-3058, 1988.

MCGLONE, J.; MORROW, J.C. Reduction of pig agonistic behaviour by androstenone. **Journal of Animal Science**, v.66, p.880-884, 1988.

MCGLONE, J.J. et al. The development of pain in young pigs associated with castration and attempts to prevent castration-induced behavioral changes. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1441-1446, 1993.

MOLENAAR, G.J. et al. Lesions in the hypothalamus after active immunisation against GnRH in the pig. **Journal of Neuroimmunology**, v.48, p.1-11, 1993.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger Princípios de Bioquímica**. 3ª ed. São Paulo: Sarvier, Capítulo 23: Integração e regulação hormonal do metabolismo dos mamíferos: p.682-692, 2002.

OONK, H.B. et al. Testis size after immunocastration as parameter for the absence of boar taint. **Livestock Production Science**, v.42, p.63-71, 1995.

PARANÁ. **Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. Portaria**, nº 60, de 26 de março de 2014. Aprova normas para abate de suínos não castrados e suínos imunocastados nos estabelecimentos registrados na ADPAR. Paraná, 2014.

PIGCAS, Attitude, practices and state of the art regarding piglet castration in Europe. Deliverable D3.3. **Report of the evaluation of research and other information**. PIGCAS project No 043969, 2009.

PRUNIER, A.; MOUNIER, A.M.; HAY, M. Effects of castration, tooth resection or tail docking on plasma metabolites and stress hormones in pigs. **Journal of Animal Science**, v.83, p.216-222, 2004.

PRUNIER, A. et al. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. **Animal Welfare**, v.15, p.277-289, 2006.

RASMUSSEN M.K.; ZAMARATSKAIA, G.; EKSTRAND, B. In vitro P450 and 2A activities in the presence of testicular steroids. **Reproduction in Domestic Animals**, v.46, p.149-154, 2011.

ROBIC A. et al. Genetic and metabolic aspects of androstenone and skatole deposition in pig.

Genetics Selection Evolution, v.40, p.129-143, 2008.

ROEST, K. et al. Resource efficiency and economic implications of alternatives to surgical castration without anaesthesia. **Animal**, v.3, p.1522-1531, 2009.

SAUTER J. Inodorus - Der German Piétrain-Eber für die Ebermast. **German Genetic**, Cited from Mar 19, 2012. Disponível em: <<http://www.german-genetic.de/aktuelles/news/69-pressemitteilungen/133-inodorus-der-german-pietrain-eber-fuer-die-ebermast.html>>.

SHAW, F.D.; TUME, R.K. The assessment of pre-slaughter and slaughter treatment of livestock by measurement of plasma constituents – a review of recent work. **Meat Science**, v.32, p.311-329, 1992.

SCHRADE, H.J. Ebermast - Inodorus und Nador Eber im Vergleich. Landesanstalt für Schweinezucht. **LSZ Boxberg**, Cited from 18 Feb, 2013. Disponível em: <<http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0C CoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.landwirtschaft-bw.info%2Fpb%2Fsite%2Flel%2Fget%2Fdocuments%2FMLR.LEL%2FPB5Documents%2Flsz%2FEbermast%2520-%2520Inodorus%2520und%2520Nador.pdf%3Fattachment%3Dtrue&ei=IAFYUvaKB8iu4ATxq4DICQ&usg=AFQjCNF1vIcYYoVbwVyVKhPtJLzIEEQlhQ&bvm=bv.53899372,d.bGE>>.

SILVA, J.A.P. Sex hormones and glucocorticoids: interactions with the immune system. **Annals of the New York Acadademy of Sciences**, v.876, p.102-117, 1999.

SQUIRES, E.J.; LUNDSTRÖM, K. Relationship between Cytochrome P450IIE1 in liver and levels of skatole and its metabolites in intact male pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2506-2511, 1997.

SQUIRES, E.J. Possibilities for selection against boar taint. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.48(Suppl 1), 2006.

SQUIRES, E.J.; SCHENKEL, F.S. Managing boar taint: focus on genetic markers. In: Proceedings of the London Swine Conference - Focus on the Future: London Swine Conference; 2010 Mar 31- Apr 1; London Ontario. **London Swine Conference**, p.99-102, 2010.

STREET, B.R.; GONYOU, H.W. Effects of housing finishing pigs in two group sizes and at two floor space allocations on production, health, behaviour and physiological variables. **Journal of Animal Science**, v.86, p.982-991, 2008.

SUTHERLAND, M.A. et al. The physiological and behavioral response of pigs castrated with and without anesthesia or analgesia. **Journal of Animal Science**, v.90, p.2211-2221, 2012.

TAYLOR, A.A.; WEARY, D.M. Vocal responses of piglets to castration: identifying procedural sources of pain. **Applied Animal Behaviour Science**, v.70, p.17-26, 2000.

THOLEN, E.; FRIEDEN L. Zucht gegen Ebergeruch. In: Züchterttag 2011 der Landesanstalt für Schweinezucht (LSZ). **LSZ Boxberg**, Cited from 17 Feb, 2011.

TOPIGS – SNW GmbH. Topigs NADOR Eber; 2012 (zitiert vom 25. 1. 2012):3. Disponível em: <<http://www.topigs-snw.de/fileadmin/topigs/pdf/nador-infos.pdf>>.

TURKSTRA, J.A. et al. Performance of male pigs immunised against GnRH is related to the time of onset of biological response. **Journal of Animal Science**, vol.80, p.2953-2959, 2002.

VAN DER LENDE, T.; KRUIJT, L.; TIEMAN, M. Can passive immunization with anti-GnRH monoclonal antibodies, injected a few weeks before slaughter, prevent boar taint? in: M. Bonneau (Ed.) Measurement and Prevention of Boar Taint. **INRA Editions**, p.201-206, 1993.

VAN WAGENBERG, C.P.A. et al. Farm and management characteristics associated with boar taint. **Animal**, v.7, p.1841-1843, 2013.

VELARDE, A.; GEERS, R. On farm monitoring of pig welfare. **Wageningen Academic Publishers**, Chapter 7, 12, 13, 2007.

VON BORELL, E. et al. Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. **Animal**, v.3, p.1488-1496, 2009.

WEARY, D.M.; BRAITHWAITE, L.A.; FRASER, D. Vocal response to pain in piglets. **Applied Animal Behaviour Science**, v.56, p.161-172, 1998.

WINDIG, J.J. et al. Genetic parameters for androstenone, skatole, indole, and human nose scores as measures of boar taint and their relationship with finishing traits. **Journal of Animal Science**, v.90, p.2120-2129, 2012.

XUE, J. et al. Breed differences in boar taint: relationship between tissue levels boar taint compounds and sensory analysis of taint. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2170-2177, 1996.

XUE, J.; DIAL, G.D. Raising intact male pigs for meat: Detecting and preventing boar taint. **Swine Health and Production**, v.5, p.151-158, 1997.

ZAMARATSKAIA, G. et al. Plasma skatole and androstenone levels in entire male pigs and relationship between boar taint compounds, sex steroids and thyroxine at various ages. **Livestock Production Science**, v.87, p.91-98, 2004.

ZAMARATSKAIA, G. et al. Effect of live weight and dietary supplement of raw potato starch on the levels of skatole, androstenone, testosterone and oestrone sulphate in entire male pigs. **Livestock Production Science**, v.93, p.235-243, 2005a.

ZAMARATSKAIA, G. et al. Boar taint is related to endocrine and anatomical changes at puberty but not to aggressive behaviour in entire male pigs. **Reproduction in Domestic Animals**, v.40, p.500-506, 2005b.

ZAMARATSKAIA, G.; SQUIRES, E.J. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. **Animal**, v.3, p.1508-1521, 2009.

ZENG, X.Y. et al. Performance and hormone levels of immunocastrated, surgically castrated and intact male pigs fed ad libitum high and lowenergy diets. **Livestock Production Science**, v.77, p.1-11, 2002.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Comparar o desempenho de suínos cruzados, provenientes do cruzamento de matrizes Afrodite® (TOPGEN) com machos da genética Premo® (SUISAG), na qual é atribuída a característica genética de apresentar baixo odor sexual, e do cruzamento de fêmeas Afrodite® com machos AG PIC 337® (Agroceres PIC), sob a condição do gênero machos imunocastrados, machos inteiros e fêmeas.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o desempenho zootécnico dos animais;
- Avaliar o desenvolvimento (largura e peso) dos testículos de suínos imunocastrados e não castrados;
- Avaliar as características de carcaça dos animais;
- Avaliar possíveis alterações em alguns parâmetros sanguíneos como gasometria (pH, pO₂, pCO₂ e HCO₃) e nos valores de ureia, lactato, glicose e creatinina;
- Verificar a eficiência econômica e o índice de custo médio de suínos imunocastrados, não castrados e fêmeas.

5 ARTIGO PARA PUBLICAÇÃO

Avaliação de uma genética suína de baixo odor sexual em cruzamentos comerciais¹

[Evaluation of a swine genetics of low sexual odour at commercial crossings]

¹Artigo científico escrito baseado nas normas para publicação da revista **Semina: Ciências Agrárias - UEL.**

Avaliação de uma genética suína de baixo odor sexual em cruzamentos comerciais

Resumo- O objetivo foi comparar o desempenho, as características de carcaça, a biometria testicular e os parâmetros sanguíneos em resposta ao estresse de suínos provenientes do cruzamento de matrizes Afrodite® (TOPGEN) com machos da genética Premo® (SUISAG), caracterizada por apresentar baixo odor sexual, e do cruzamento de fêmeas Afrodite® com machos AG PIC 337® (Agrocere PIC), sob a condição do gênero machos imunocastrados, machos inteiros e fêmeas. Foram utilizados 60 suínos (40 machos e 20 fêmeas) entre 30 kg \pm 4,48 (67 \pm 4,73 dias de idade) de peso inicial e 123 kg \pm 7,83 (155 dias de idade) de peso vivo final, oriundos dos seguintes cruzamentos: 20 machos inteiros e 10 fêmeas provenientes da genética Premo® x Afrodite®, 20 machos imunocastrados e 10 fêmeas provenientes da genética AG PIC 337® x Afrodite®, para um total de 4 grupos experimentais. Nas fases iniciais de crescimento foi observado menor ($P < 0,05$) consumo de ração e melhor conversão alimentar para os machos inteiros. Para a fase de terminação II, foi observado maior consumo diário de ração e pior conversão alimentar para os machos imunocastrados. A menor largura dos testículos (≤ 11 cm) foi obtida em 90% dos machos imunocastrados e 30% dos machos inteiros, estando dentro dos padrões autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Fêmeas Premo® x Afrodite® apresentaram menor espessura de gordura e maior rendimento de carne magra. Fêmeas AG PIC 337® x Afrodite® melhor rendimento de carcaça, maior profundidade do músculo *Longissimus dorsi* e maior área de olho de lombo. As análises de custo mostraram que os machos inteiros obtiveram melhor índice de eficiência econômica e menor custo médio de ração. Machos inteiros apresentaram desempenho zootécnico superior, sendo uma alternativa viável desde o ponto de vista econômico e de sustentabilidade, diminuindo o poder poluente dos dejetos pela melhor eficiência alimentar.

Palavras-chave: androstenona, escatole, suínos imunocastrados, machos inteiros.

Evaluation of a swine genetics of low sexual odour at commercial crossings

Abstract- The objective of this work was to compare the zootechnical performance, carcass characteristics and blood parameters in response to stress of swine from the crossing of Afrodite® matrices (TOPGEN) with males of the genetics Premo® (SUISAG), characterized by low sexual odor, and cross-breeding of female Afrodite® with AG PIC 337® males (Agroceres PIC), under the condition of entire males, immunocastrated males and females. Sixty swine (40 males and 20 females) were used between 30 kg ± 4.48 (67 ± 4.73 days of age) and 123 kg ± 7.83 (155 days of age) of final live weight following crosses: 20 entire males and 10 females from Premo® x Afrodite® genetics, 20 immunocastrated males, and 10 females from genetics AG PIC 337® x Afrodite®, for a total of 4 experimental groups. In the early stages of growth, lower feed intake ($P < 0.05$) and better feed conversion were observed for entire males. For the termination phase II, daily feed intake and feed conversion were observed for immunocastrated males. The lowest testicular width (≤ 11 cm) was obtained in 90% of the immunocastrated males and 30% of the entire males, being within the standards authorized by the Ministry of Agriculture, Livestock, and Supply. Females Premo® x Afrodite® presented lower fat thickness and higher yield of lean meat. Female AG PIC 337® x Afrodite® improved carcass yield, greater depth of the Longissimus dorsi muscle and greater loin eye area. The cost analyzes showed that entire males obtained a better index of economic efficiency and lower average cost of feed. Entire males presented superior zootechnical performance, being an economical and sustainable alternative reducing the pollutant power of the wastes due to better feed efficiency.

Key words: androstenone, skatole, immunocastrated male, entire male.

Introdução

A castração de suínos é um procedimento de rotina realizado para evitar o desenvolvimento de um defeito sensorial na carne, conhecido como odor sexual (*boar taint*), odor relacionado a maturidade sexual e que pode ser percebido durante o cozimento da carne ou dos produtos derivados, liberando um odor desagradável (*off-flavor*) (LUNDSTRÖM; ZAMARATSKAIA, 2006). Dois compostos causam predominantemente o odor sexual em suínos machos inteiros, a androstenona (5- α -androst-16-eno-3-ona) e o escatole (3-metil-indol), que são acumulados no tecido adiposo. A androstenona é uma molécula lipofílica produzida pelas células de Leydig nos testículos. O escatole são produtos do metabolismo microbiano do triptofano produzido no ceco e no cólon (CLAUS et al., 1994; BONNEAU, 1998; BABOL et al., 2004).

Entretanto, as questões de bem-estar relacionadas ao procedimento de castração foram destaque nos últimos anos, mostrando que a castração cirúrgica induz a dor durante e após o processo (PRUNIER et al., 2006; VON BORELL et al., 2009; SUTHERLAND et al., 2012). A partir desta afirmação, foi elaborada uma declaração pela Comissão Europeia em 2010 sobre alternativas à castração cirúrgica de suínos, incentivando os estados membros a comprometer-se à proibição da castração cirúrgica a partir de janeiro de 2018, surgindo assim um forte apelo à produção de suínos machos inteiros e imunocastrados como alternativas à castração cirúrgica (COMISSÃO EUROPEIA, 2010).

A técnica de imunocastração tem se destacado por ser capaz de minimizar os danos da castração cirúrgica, reduzindo o odor sexual dos machos inteiros. Esta técnica é definida como um método de castração por meio de vacina anti-GnRH (fator liberador de gonadotrofinas), resultando na redução de gonadotrofinas plasmáticas LH e FSH (hormônio luteinizante e hormônio folículo estimulante) e, conseqüentemente, de testosterona. Desta forma o odor e o sabor característico na carne do macho inteiro são minimizados ou extintos e paralelamente os animais são beneficiados com os efeitos dos esteroides testiculares no momento de crescimento e deposição de carne, garantindo a plena expressão do seu potencial de crescimento (DUNSHEA et al., 2001).

Pesquisas indicam que suínos machos inteiros apresentam parâmetros de desempenho superiores que resultam em maior rendimento de carcaça com menor deposição de gordura, além de não terem comprometido seu bem-estar com o processo de castração (BONNEAU, 1998). Com este objetivo a empresa Suíça SUISAG desenvolveu um programa de melhoramento através de testes de desempenho contra odor sexual em linhagens genéticas

disponíveis no país, que originaram o macho reprodutor Premo® com o atributo de transmitir menor odor sexual a sua progênie.

Portanto, a produção de suínos machos inteiros ou imunocastrados tem-se mostrado uma prática bastante atrativa sob o ponto de vista da eficiência econômica e do bem-estar animal. Assim, o objetivo deste trabalho foi comparar em condições tropicais o desempenho, as características de carcaça, a biometria testicular e as respostas séricas ao estresse de suínos cruzados, provenientes do cruzamento de matrizes Afrodite® (TOPGEN) com machos da genética Premo® (SUISAG), na qual é atribuída a característica genética de apresentar baixo odor sexual, e do cruzamento de fêmeas Afrodite® com machos AG PIC 337® (Agrocères PIC), sob a condição do gênero machos imunocastrados, machos inteiros e fêmeas.

Material e métodos

O trabalho foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Londrina, sob processo nº 16367.2016.53.

Foram utilizados 60 suínos (40 machos e 20 fêmeas) oriundos dos seguintes cruzamentos: 20 machos inteiros e 10 fêmeas provenientes da genética Premo® (SUISAG) x Afrodite® (TOPGEN), 20 machos imunocastrados e 10 fêmeas provenientes da genética AG PIC 337® (Agroceres PIC) x Afrodite® (TOPGEN), para um total de 4 grupos experimentais. Os animais foram alojados em 40 baias de alvenaria de piso compacto e com área de 3m², equipadas com bebedouros do tipo nipple e comedouros semi-automáticos. Os animais foram alojados em baias de maneira que fossem preservados os mesmos critérios de distribuição dos gêneros e das genéticas, onde receberam água e ração à vontade durante todo o período experimental. Os animais iniciaram o experimento aos $67 \pm 4,73$ dias de idade, aos 30 kg $\pm 4,48$ de peso vivo, e foram abatidos quando atingiram 155 dias de idade e 123 kg $\pm 7,83$, totalizando em média 88 dias de experimento.

As rações foram isoenergéticas e isonutritivas (Tabela 1), formuladas para atender as exigências mínimas recomendadas por Rostagno et al. (2011), para as seguintes fases: crescimento I (30kg – 50kg), crescimento II (50kg – 80kg), terminação I (80kg – 100kg) e terminação II (100kg – 120kg).

O delineamento experimental para a avaliação zootécnica foi em blocos casualizados (divididos em 3 blocos de acordo com o peso inicial dos animais), sendo os tratamentos distribuídos assim: 12 baias com machos imunocastrados AG PIC 337® x Afrodite®, 12 baias com machos inteiros Premo® x Afrodite®, 8 baias com fêmeas AG PIC 337® x Afrodite® e 8 baias com fêmeas Premo® x Afrodite®. Cada baia composta por 1 ou 2 animais de mesmo gênero foi definida como uma unidade experimental.

Para avaliação de desempenho, os animais foram pesados semanalmente onde foram computados o consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e a conversão alimentar (CA).

A imunocastração dos machos AG PIC 337® x Afrodite® foi realizada com a vacina comercial Vivax® (Zoetis) (liberada pelo MAPA N° 21000.0147034/2006-99). Foram aplicadas duas doses de 2 mL da vacina, sendo a primeira aplicação no momento em que os animais atingiram 99 dias de idade, e a segunda imunização ocorreu 4 semanas (127 dias de idade) antes da data do abate.

Após aplicação da primeira vacina de imunocastração, semanalmente foi medida a largura dos testículos com a ajuda de um paquímetro para quantificar a regressão testicular dos animais imunocastrados e o desenvolvimento testicular dos animais inteiros.

Uma semana antes do abate, foram coletadas amostras de sangue de todos os animais e processadas no Laboratório de Patologia Clínica da Universidade Estadual de Londrina. Para avaliação dos níveis séricos de ureia, lactato, creatinina e glicose, foi utilizado o analisador automático Siemens Dimension Xpand Plus. Para análises de gasometria, foi aferida a pressão parcial de gás carbônico (pCO₂), pressão parcial de oxigênio (pO₂), bicarbonato (HCO₃) e pH do sangue, através do aparelho automático Cobas b 121 Roche OMNI C System, medidos por potenciometria indireta, amperometria e potenciometria direta, respectivamente.

No momento da última pesagem, realizada antes do embarque dos animais, os suínos percorreram 72 m de corredor com a indução de estresse com ruído antes dos procedimentos de aferição da temperatura retal, frequência cardíaca e frequência respiratória, para avaliação da resposta fisiológica ao estresse (AGOSTINI, 2011).

O manejo pré-abate consistiu na retirada da ração 4 horas antes do embarque, permanecendo os animais em dieta hídrica até o abate. O período total de jejum de sólidos foi de 15 horas. No abate, os animais foram insensibilizados via corrente elétrica, com dois eletrodos, e sangrados imediatamente após a insensibilização, através do corte dos grandes vasos, segundo as normas do Abate Humanitário (BRASIL, 2000).

No momento do abate, os testículos foram medidos dentro da bolsa escrotal conforme consta na Informação Diversa N° 061/2007/DICS/CGI/DIPOA de 23 de abril de 2007 (BRASIL, 2007). Após os mesmos foram removidos, coletados e identificados para posterior análise da biometria. Foi avaliada a altura e a largura dos testículos, excluindo o epidídimo com o auxílio de um paquímetro. A largura foi avaliada na porção média, no sentido latero-medial. Posteriormente pesados em balança semi-analítica.

Na linha de abate as meias carcaças foram identificadas conforme o tratamento recebido e avaliadas individualmente de acordo com as orientações descritas por Bridi e Silva (2009), onde foram obtidos os dados de comprimento de carcaça (CC), espessura de toucinho (ET), profundidade do músculo *Longissimus dorsi* (PM), área de olho de lombo (AOL), peso da carcaça quente (PCQ), peso da carcaça resfriada (PCR) e rendimento de carcaça (RC).

As meias carcaças esquerdas foram seccionadas entre a penúltima e última costela, local em que foram realizadas as avaliações da profundidade do músculo longissimus dorsi e da espessura de toucinho, medidas a 6 cm da linha média de corte com o auxílio de um

paquímetro digital, e a partir dos valores dessas medidas, estimou-se o rendimento de carne magra na carcaça (RCM), de acordo com a metodologia estabelecida por Guidoni (2000).

A viabilidade econômica dos tratamentos foi determinada pelo custo médio em ração por quilograma de peso vivo durante as fases de crescimento e terminação, e para o período experimental total (BELLAYER et al., 1985). Na sequência, foi calculado o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo Médio (IC), segundo Barbosa et al. (1992):

$$IEE = \frac{MCE}{CTEi} \times 100;$$

$$IC = \frac{CTEi}{MCE} \times 100;$$

Em que:

MCE = menor custo médio observado em dieta por quilograma de peso vivo ganho entre os tratamentos;

CTEi = custo médio do tratamento *i* considerado.

Os preços dos ingredientes utilizados na elaboração das rações foram coletados na região de Londrina – PR, no mês de maio de 2016: milho grão R\$ 0,70/kg; soja farelo 45% R\$ 1,20/kg; núcleo R\$ 8,00/kg; óleo de soja R\$ 2,60/kg; fosfato bicálcico R\$ 0,340/kg; L-lisina HCl R\$ 9,00/kg; L-treonina R\$ 8,00/kg; DL-metionina R\$ 26,00kg; L-triptofano R\$ 16,00/kg.

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparações de médias pelo teste de Tukey, utilizando-se o programa R (R version 3.3.0 Copyright (C) 2016 The R Foundation for Statistical Computing, Platform: i386-w64-mingw32/i386 32-bit).

Resultados e discussão

Na fase de Crescimento I e II (30 kg até 80 kg), não houve diferença ($P>0,05$) para peso inicial, peso final e ganho diário de peso (Tabela 2). Entretanto, houve diferença ($P<0,05$) para consumo diário de ração e conversão alimentar.

Observou-se menor consumo de ração e melhor conversão alimentar para os suínos machos inteiros, entretanto, as fêmeas (Premo® x Afrodite®) apresentaram maior consumo de ração e pior conversão alimentar quando comparados os grupos. Quando comparadas as fêmeas observou-se que o grupo AG PIC 337® x Afrodite® apresentou melhor conversão que o grupo Premo® x Afrodite® (Tabela 2).

Os machos imunocastrados não diferiram das fêmeas e dos machos inteiros, entretanto deve-se destacar que nestas fases (Crescimento I e II) o grupo dos machos imunocastrados encontravam-se ainda na condição de inteiros, uma vez que a imunocastração ainda não havia sido iniciada. Portanto, este quadro demonstra um favorecimento no desempenho dos machos inteiros para idades mais precoces das fases de crescimento (30 a 80 kg de peso vivo).

Na fase de Terminação I (80 kg – 100 kg) não houve diferença ($P>0,05$) para o peso final e consumo diário de ração entre os grupos avaliados. Para o ganho diário de peso, houve diferenças ($P<0,05$) entre os grupos.

As fêmeas (Premo® x Afrodite®) apresentaram menor ganho diário de peso quando comparadas com os machos, no entanto, ao comparar os grupos de fêmeas estas não apresentaram diferenças. O ganho diário de peso das fêmeas AG PIC 337® x Afrodite® foi semelhante ao dos grupos dos machos. Os machos imunocastrados e os machos inteiros apresentaram maior ganho diário de peso e não diferiram entre si.

Em relação a conversão alimentar, houve diferenças ($P<0,05$) entre os grupos. As fêmeas (Premo® x Afrodite®) apresentaram pior conversão alimentar e os machos inteiros melhor conversão quando comparados os grupos. Entre o grupo de fêmeas e o grupo dos machos não apresentaram diferenças (Tabela 2).

No início da fase de Terminação I, os machos imunocastrados receberam a primeira dose da vacina para imunocastração (99 dias de idade). Embora os efeitos da imunização são evidentes a partir da segunda administração da vacina. Os machos imunocastrados apresentaram melhor conversão alimentar quando comparados com as fêmeas AG PIC 337® x Afrodite®, entretanto, não foram diferentes quando comparados com as fêmeas (Premo® x Afrodite®).

Considera-se que os machos imunocastrados se comportam como inteiros até a segunda administração da vacina e que, de algum modo, o potencial anabólico dos machos inteiros em relação aos castrados, beneficia os machos inteiros pelo menos até estas fases (FÀBREGA et al., 2010).

No início da fase de Terminação II (100 kg até o abate), os animais imunocastrados receberam a segunda dose da vacina para imunização (127 dias de idade). O peso final, o ganho diário de peso e a conversão alimentar não diferiram ($P>0,05$) entre os grupos (Tabela 2).

O consumo diário de ração foi maior ($P<0,05$) para os machos imunocastrados quando comparados com os outros grupos e com os machos inteiros. Este resultado pode ser explicado pelo aumento do apetite e maior consumo de ração (ZAMARATSKAIA et al., 2008; FÀBREGA et al., 2010), possivelmente relacionado à queda abrupta dos níveis de testosterona. Após aplicação da segunda dose da vacina, os machos imunocastrados apresentaram um consumo de ração 19,71%, 28,26% e 25,15% maior aos grupos de fêmeas AG PIC 337® x Afrodite®, fêmeas Premo® x Afrodite® e machos inteiros, respectivamente.

Fàbrega et al. (2010) avaliando o efeito da vacina para imunocastração sob o desempenho, observaram que os animais imunocastrados após a segunda dose eles apresentaram maior consumo de ração (19,4; 38,6 e 42,55 %) quando comparados com machos inteiros, machos castrados cirurgicamente e fêmeas.

No período total (Crescimento e Terminação) não houve diferença ($P>0,05$) para o ganho de peso entre os grupos (Tabela 2). Para o consumo de ração houve diferenças ($P<0,05$) entre os grupos, sendo que, os machos inteiros e as fêmeas (Premo® x Afrodite®) apresentaram o menor consumo. Quando comparadas as fêmeas estas não diferiram, entretanto, o consumo dos machos diferiu, sendo maior o consumo para os machos imunocastrados. Ao comparar os machos imunocastrados e as fêmeas, não foi observada diferença para o consumo diário de ração (Tabela 2).

Houve diferença ($P<0,05$) para conversão alimentar entre os grupos (Tabela 2). Os machos inteiros apresentaram melhor conversão quando comparado com os demais grupos. As fêmeas apresentaram pior conversão, no entanto, foi semelhante aos machos imunocastrados. Quando comparados os grupos dos machos, estes não apresentaram diferenças.

Os machos inteiros apresentaram um consumo de ração 10,88%, 6,11% e 11,42% inferior aos grupos das fêmeas AG PIC 337® x Afrodite®, fêmeas Premo® x Afrodite® e machos imunocastrados, respectivamente. Gerando uma economia de 24,62 kg, 13,83 kg, e 25,82 kg de ração por animal terminado, e uma conversão alimentar 8,06%, 8,87%

e 6,85% mais eficiente, demonstrando melhor desempenho zootécnico como foi corroborado em estudos anteriores por Lundström et al. (2009), Pauly et al. (2009) e Roest et al. (2009).

Este baixo consumo nos machos inteiros pode ser influenciado pelas características das dietas (composição nutricional), do animal (níveis de leptina e testosterona) (DEMORI et al., 2015). A redução do consumo não pode ser atribuída a características isoladas pois estas alterações são complexas e se inter-relacionam. Segundo Lanthier et al. (2006) um dos principais fatores que interferem no consumo nas diferentes categorias sexuais são os hormônios gonadotróficos como a testosterona a qual influencia negativamente o consumo de ração.

As larguras dos testículos (Figura 1), medidas *in vivo*, dos grupos de machos não diferiram até uma semana antes do abate (148 dias de idade). Entretanto, a medida realizada um dia antes do abate (155 dias de idade) demonstrou que os suínos imunocastrados apresentaram uma redução ($P < 0,05$) do tamanho testicular (-13,68%) em relação aos machos inteiros.

No momento do abate, houve diferença ($P < 0,05$) para largura média e peso médio dos testículos (Tabela 3). Os machos imunocastrados apresentaram menor largura média de testículo (-18,60%), quando comparados com os machos inteiros.

Um dos procedimentos que devem ser adotados no abate de animais imunocastrados é a medição da largura dos testículos, descrita no Despacho nº 005/2007/CGI/DIPOA. Animais que possuem largura testicular acima de 11 cm podem apresentar risco de odor de macho inteiro, devendo assim, ser submetidos ao teste de cocção antes de serem liberados para a comercialização, conforme preconizado pelo Circular nº 069/88/DICAR/DIPOA, de 20 de junho de 1988 (BRASIL, 2007).

Observou-se que 2 suínos (10%) da genética AG PIC 337® x Afrodite® imunocastrados apresentaram testículos com largura superior a 11 cm. No grupo Premo® x Afrodite® inteiros, 14 animais (70%) apresentaram testículos com largura superior a 11 cm.

Os machos inteiros apresentaram testículos 62,66% mais pesados que os machos imunocastrados (Tabela 3). O que representa 0,24% do peso vivo final em machos imunocastrados e 0,40% do peso vivo final em machos inteiros. Segundo Pauly et al. (2009) e Boler et al. (2014) os testículos de machos imunocastrados representaram 0,28% do peso vivo final. No entanto, para machos inteiros o peso dos testículos representou 0,55% e 0,67% do peso vivo final (105 kg e 130 kg).

Para as características de carcaça o peso da carcaça quente (PCQ), peso da carcaça resfriada (PCR), comprimento de carcaça (CC) não apresentaram diferenças ($P > 0,05$).

Entretanto, houve diferença ($P < 0,05$) para o rendimento de carcaça (RC), espessura de gordura (EG), profundidade de musculo (PM), área de olho de lombo (AOL) e rendimento de carne magra (RCM) entre os grupos (Tabela 4).

Os grupos das fêmeas apresentaram o maior rendimento de carcaça quando comparado com os grupos. O grupo das fêmeas AG PIC 337® x Afrodite® foi superior. Os machos inteiros e imunocastrados tiveram rendimento menor e não diferiram entre si, entretanto, o rendimento dos machos foi semelhante ao das fêmeas Premo® x Afrodite®.

Estes resultados se identificam aos verificados por Morales et al. (2010) e Boler et al. (2014), que encontraram valores significativamente melhores no rendimento de carcaça de fêmeas e machos castrados cirurgicamente em relação aos machos imunocastrados e machos inteiros, os quais também não diferiram entre si.

A magnitude da diferença de rendimento de carcaça dos machos imunocastrados e machos inteiros comparado com as fêmeas (AG PIC 337® x Afrodite®) no presente estudo (3,07 e 2,70% de unidades) é maior a magnitude da diferença (1,52 e 1,40% de unidades) relatada por Boler et al. (2014).

Diversos fatores podem influenciar o menor rendimento de carcaça dos machos entre eles estão o peso do trato reprodutivo, dos testículos e do trato gastrointestinal (ZAMARATSKAIA et al., 2008; GISPERT et al., 2010; DUNSHEA et al., 2011). Segundo Dunshea et al. (2001) afirmam que a diminuição do rendimento de carcaça em suínos machos imunocastrados pode ser devido ao maior consumo de ração, o que resulta no maior desenvolvimento do trato gastrointestinal.

No presente experimento, o peso dos testículos representou 0,24% do peso vivo final em machos imunocastrados e 0,40% do peso vivo final em machos inteiros. O 0,24% e 0,40% do peso vivo final representa apenas uma pequena parte da unidade 3,07 e 2,70% da diferença no rendimento de carcaça dos machos imunocastrados e machos inteiros comparado com as fêmeas (AG PIC 337® x Afrodite®). Isso deixa ainda a diferença de rendimento de carcaça, que devem ser contabilizados por outros órgãos reprodutivos e viscerais.

Para a espessura de gordura, as fêmeas e os machos Premo® x Afrodite® apresentaram o menor valor, quando comparados com os grupos. Entre os machos e as fêmeas AG PIC 337® x Afrodite® apresentaram os maiores valores para a espessura de gordura. Os machos inteiros não diferiram dos machos imunocastrados e das fêmeas AG PIC 337® x Afrodite® (Tabela 4).

Os resultados para espessura de gordura são distintos dos encontrados por Gispert et al. (2010), que observaram maior espessura de gordura ($P < 0,001$) em machos

imunocastrados em relação aos machos inteiros e fêmeas, sendo que os machos inteiros e fêmeas não diferiram entre si.

As fêmeas AG PIC 337® x Afrodite® apresentaram a maior ($P<0,05$) profundidade do músculo *longissimus dorsi* e os machos inteiros menor profundidade de músculo ($P<0,05$) quando comparados com os grupos (Tabela 4). Entre os grupos das fêmeas e o grupo dos machos a profundidade do músculo não diferiu. Porém, os machos imunocastrados apresentaram valores semelhantes aos grupos das fêmeas e as fêmeas Premo® x Afrodite® foram semelhantes aos machos.

Com relação aos valores da área de olho de lombo (AOL) as fêmeas da genética AG PIC 337® x Afrodite® apresentaram maior ($P<0,05$) AOL quando comparadas com os outros grupos. Os valores de AOL dos grupos dos machos e as fêmeas Premo® x Afrodite® foram semelhantes e inferiores (Tabela 4).

A maior AOL e a maior profundidade do músculo *longissimus dorsi* das fêmeas da genética AG PIC 337® x Afrodite®, é um indicativo de animais com maior capacidade de deposição de carne na carcaça. As fêmeas apresentam mais proteína e menos gordura na carcaça pois estas atingem mais cedo sua capacidade de deposição de proteína.

Foi observado maior rendimento de carne magra (RCM) na carcaça para as fêmeas Premo® x Afrodite® e o menor RCM para os machos imunocastrados (Tabela 4). Entre os grupos de fêmeas e os grupos de machos não diferiram, entretanto, as fêmeas foram semelhantes aos machos inteiros e as fêmeas AG PIC 337® x Afrodite® foram semelhantes aos grupos dos machos.

Segundo Oliver et al. (2003) e Lanthier et al. (2006), os suínos machos inteiros têm melhor capacidade de direcionar a energia consumida em crescimento de tecido magro mais do que para o tecido adiposo, o que ocorre devido às ações dos hormônios de crescimento somatotróficos. Alguns esteroides como o androstenediol, a dihidropiandrosterona e a testosterona podem atuar na retenção de nitrogênio e no crescimento muscular, o qual aumenta a relação músculo-gordura. Neste sentido, os machos imunocastrados são beneficiados pelas características de crescimento do macho inteiro até a aplicação da segunda dose da vacina (DUSHEA et al., 2001; METZ et al., 2002). Após a imunocastração, o anabolismo proteico se estende por um período superior em relação aos castrados cirurgicamente, porém inferior aos machos inteiros (METZ; CLAUS, 2003).

Com relação aos parâmetros de gasometria foi observada diferença ($P<0,05$) para pH e pressão parcial de gás carbônico (pCO_2) e não foi observada diferença ($P>0,05$) para pressão parcial de oxigênio (pO_2) e bicarbonato (HCO_3) (Tabela 5).

Para o pH houve diferença entre os cruzamentos, sendo que as fêmeas e os machos Premo® x Afrodite® apresentaram valores maiores quando comparados com as fêmeas e os machos AG PIC 337® x Afrodite®. Em condições normais o valor do pH tanto venoso como arterial é de 7,4, como observado para as fêmeas e machos Premo® x Afrodite®. O valor de pH está intimamente ligado à respiração através da pCO₂ e do balanço hidrelétrico, regulado pelo rim, através do ânion HCO₃ (KLEIN, 2014).

O pH do sangue pode variar dependendo da sua origem, desta maneira se sua origem for venosa a faixa normal do pH varia de 7,35 – 7,40, se sua origem for arterial esta varia de 7,40 – 7,45.

Para os valores da pressão parcial de gás carbônico (pCO₂) foi observado que as fêmeas e machos AG PIC 337® x Afrodite® apresentaram os maiores valores de pCO₂ e as fêmeas e machos Premo® x Afrodite® apresentaram os menores valores para PCO₂ (Tabela 5).

O aumento na pressão parcial de gás carbônico (pCO₂), conduz a uma diminuição do pH, como observado nos grupos de fêmeas e machos AG PIC 337® x Afrodite®. Apesar das fêmeas e os machos da genética AG PIC 337® x Afrodite® apresentarem os menores valores de pH estes valores foram compensados no equilíbrio ácido-base (KLEIN, 2014), representados pelos valores encontrados para bicarbonato (HCO₃).

Para os resultados das características bioquímicas séricas foi verificada diferença ($P < 0,05$) para lactato e para o nitrogênio da ureia plasmática (NUP). A glicose e a creatinina não apresentaram diferenças (Tabela 5).

As fêmeas AG PIC 337® x Afrodite® apresentaram os maiores valores de lactato e os machos inteiros os menores valores. Os machos imunocastrados foram semelhantes aos grupos das fêmeas e as fêmeas Premo® x Afrodite® foram semelhantes aos grupos dos machos (Tabela 5).

Os resultados encontrados para os níveis séricos de lactato concordam com os valores obtidos anteriormente (Tabela 5), onde observou-se diferenças significativas ($P < 0,05$) relacionadas a um possível aumento do estresse para as fêmea AG PIC 337® x Afrodite®.

Em situações de estresse intenso pode ocorrer exaustão muscular, resultante da degradação intensa do glicogênio muscular, formando grandes quantidades de ácido láctico que poderá ser liberado na corrente circulatória. Adicionalmente, a liberação de catecolaminas e aumento da atividade enzimática como resultado do medo ou da excitação podem também

causar rápida glicogenólise (SHAW; TUME, 1992).

Diferentes trabalhos têm mostrado aumento da concentração de lactato em função de situações estressantes: Warriss et al. (1998) estudando diferentes tempos de transporte; Gispert et al. (2000) avaliando suínos que possuíam escores altos de lesões de pele e Ludtke et al. (2006), avaliando manejo com e sem bastão elétrico no manejo pré-abate de suínos.

Para o nitrogênio da ureia plasmática (NUP) os machos imunocastrados apresentaram o maior valor quando comparado com os outros grupos. Os machos inteiros e as fêmeas não apresentaram diferenças.

A diminuição do nitrogênio da ureia plasmática indica maior eficiência na utilização de nitrogênio que, conseqüentemente, pode ser usado para estimar a quantidade e a qualidade das proteínas na dieta e seu aumento nos valores séricos pode indicar um uso ineficiente dos aminoácidos (MOREIRA et al., 2004).

Segundo Chen et al. (1997) os machos inteiros têm melhor capacidade de retenção de proteína devido ao efeito anti-catabólico dos esteroides gonadais. Os esteroides gonadais influenciam o equilíbrio entre a síntese proteica e a decomposição, favorecendo uma maior deposição de proteínas.

Dushea et al. (2001) observaram em machos submetidos a imunocastração que no momento da segunda dose da vacina de imunização, 85% dos machos tratados tinham níveis séricos de testosterona de 2 nM. Duas semanas após da segunda vacina, apenas 6% dos animais apresentavam concentrações de testosterona superiores a 2 nM, nível que não diferiu dos machos castrados. Assim, os machos imunocastrados são beneficiados pelas características de crescimento do macho inteiro até a aplicação da segunda dose da vacina (DUSHEA et al., 2001; METZ et al., 2002). Após a imunocastração, o anabolismo proteico se estende por um período superior em relação aos castrados cirurgicamente, porém inferior aos machos inteiros (METZ; CLAUS, 2003).

Os resultados da análise econômica do período total de avaliação mostraram melhores índices de eficiência econômicos e de custo médio para os machos inteiros (Tabela 6). Estes resultados concordam com os encontrados no desempenho (Tabela 1), onde os machos inteiros apresentaram menor consumo de ração e melhor conversão alimentar.

Roest et al. (2009) avaliando as implicações econômicas de métodos alternativos à castração cirúrgica sem anestesia, encontraram que os machos inteiros apresentam melhores custos e benefícios quando comparados com machos castrados com anestesia local, machos castrados com anestesia geral e imunocastrados. Os machos inteiros

apresentaram taxa de crescimento superior de até 13%, diminuição na ingestão alimentar em torno de 9%, taxa de conversão alimentar até 14% mais eficiente e a eliminação dos custos relacionados à castração cirúrgica (ROEST et al., 2009).

Conclusão

Machos inteiros apresentaram melhor desempenho zootécnico quando comparado com machos imunocastrados e fêmeas, sendo uma alternativa viável desde o ponto de vista econômico e de sustentabilidade, diminuindo o poder poluente dos dejetos pela melhor eficiência alimentar.

Referências bibliográficas

- AGOSTINI, P. S.; SILVA, C. A.; BRIDI, A. M.; ABRAMI, R. A. M.; PACHECO, G. D.; LOZANO, A. P.; YWAZAKI, M. S.; DALTO, D. B.; GAVIOLI, D. F.; OLIVEIRA, E. R.; BONAFÉ, E. G.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Efeito da ractopamina na performance e na fisiologia do suíno. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v.60, n.231, p.659-670, 2011.
- BABOL, J.; ZAMARATSKAIA, G.; JUNEJA, R. K.; LUNDSTRÖM, K. The effect of age on distribution of skatole and indole levels in entire male pigs in four breeds: Yorkshire, Landrace, Hampshire and Duroc. *Meat Science*, Kidlington, v.67, n.2, p.351-358, 2004.
- BARBOSA, H. P.; FIALHO, E. T.; FERREIRA, A. S.; LIMA, G. J. M.; GOMES, M. F. M. Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento, crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.21, n.5, p.827-837, 1992.
- BOLER, D. D.; PULS, C. L.; CLARK, D. L.; ELLIS, M.; SCHROEDER, A. L.; MATZAT, P. D.; KILLEFER, J.; MCKEITH, F. K.; DILGER, A. C. Effects of immunological castration (Improvest®) on changes in dressing percentage and carcass characteristics of heavy weight finishing pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.91, p.359-368, 2014.
- BONNEAU, M. Use of Entire Males for Pig Meat in the European Union. *Meat Science*, Kidlington, v.49, n.1, p.257-272, 1998.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E. T.; PROTAS, J. F. S.; GOMES, P. C. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, n.8, p.969-974, 1985.
- BRASIL. *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*. Instrução Normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. Brasília, 2000.
- BRASIL. *Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*. Informação Diversa nº 061, de 23 de abril de 2007. Autorização para Abate de Suínos Imunocastrados. Brasília, 2007.
- BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. *Avaliação da carne suína*. Londrina: Midiograf, p.120, 2009.
- CHEN, S. Y.; WANG, J.; YU, G. Q.; LIU, W.; PEARCE, D. Androgen and glucocorticoid receptor heterodimer formation. *The Journal of Biological Chemistry*, Rockville, v.272, n.22, p.14087-14092, 1997.
- CLAUS, R.; WEILER, A.; HERZOG, A. Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar – a review with experimental data. *Meat Science*, Kidlington, v.38, n.2, p.289-305, 1994.

- DEMORI, A. B.; ANDRETTA, I.; KIPPER, M.; LANFERDINI, E.; LEHNEN, C. R. Produção de suínos machos em crescimento: uma meta-análise. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v.16, n.1, p.130-138, 2015.
- DUNSHEA, F. R.; COLANTONI, C.; HOWARD, K.; MCCAULEY, I.; JACKSON, P.; LONG, K. A.; LOPATICKI, S.; NUGENT, E. A.; SIMONS, J. A.; WALKER, J.; HENNESSY, D. P. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.79, n.10, p.2524-2535, 2001.
- DUNSHEA, F. R.; CRONIN, G. M.; BARNETT, J. L.; HEMSWORTH, P. H.; HENNESSY, D. P.; CAMPBELL, R. G.; LUXFORD, B.; SMITS, R. J.; TILBROOK, A. J.; KING, R. H.; MCCAULEY, I. Immunisation against gonadotrophin-releasing hormone (GnRH) increases growth and reduces variability in group-housed boars. *Animal Production Science*, Brisbane, v.51, n.8, p.695-701, 2011.
- EUROPEAN COMMISSION. *European Declaration on alternatives to surgical castration of pigs*. 2010. Disponível em: <http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/farm/initiatives_en.htm>.
- FÀBREGA, E.; VELARDE, A.; CROS, J.; GISPERT, M.; SUÁREZ, P.; TIBAU, J.; SOLER, J. Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing hormone, using Improvac®, on growth performance, body composition, behaviour and acute phase proteins. *Livestock Science*, Foulum, v.132, p.53-59, 2010.
- GISPERT, M.; FAUCITANO, L.; GUÀRDIA, M. D.; OLIVER, M. A.; COLL, C.; SIGGNES, K.; HARVEY, K.; DIESTRE, A. A survey on pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Science*, Kidlington, v.55, n.1, p.97-106, 2000.
- GISPERT, M.; OLIVER, M. À.; VELARDE, A.; SUAREZ, P.; PÉREZ, J.; FONT I FURNOLS, M. Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. *Meat Science*, Kidlington, v.85, n.4, p.664-670, 2010.
- GUIDONI, A. L. Melhoria de processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE A QUALIDADE DE CARNE SUÍNA. *Anais...* Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, p.221-234, 2000.
- KLEIN, B. G. *Cunningham tratado de fisiologia veterinária*. 5.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, p. 513-526, 2014.
- LANTHIER, F.; LOU, Y.; TERNER, M. A.; SQUIRES, E. J. Characterizing developmental changes in plasma and tissue skatole concentrations in the prepubescent intact male pig. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.84, n.7, p.1699-1708, 2006.

- LUDTKE, C. B.; ROÇA, R. O.; SILVEIRA, T. F.; GERMANO, J. D. S. Bem-estar animal no manejo pré-abate e sua influência sobre a qualidade da carne suína. IN: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS – AveSui, 2006.
- LUNDSTRÖM, K.; ZAMARATSKAIA, G. Moving towards taint-free pork – alternatives to surgical castration. *Acta Veterinaria Scandinavica*, Copenhagen, v.48, n.1, 2006.
- LUNDSTRÖM, K.; MATTHEWS, K. R.; HAUGEN, J. E. Pig meat quality from entire males. *Animal*, Cambridge, v.3, n.11, p.1497-1507, 2009.
- METZ, C.; HOHL, K.; WAIDELICH, S.; DROCHNER, W.; CLAUS, R. Active immunization of boars against GnRH at an early age: Consequences for testicular function, boar taint accumulation and n-retention. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v.74, n.2, p.147-157, 2002.
- METZ, C.; CLAUS, R. Active immunization of boars against GnRH does not affect growth hormone but lowers igf-i in plasma. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v.81, p.129-137, 2003.
- MORALES, J.; GISPERT, M.; HORTOS, M.; PÉREZ, J.; SUÁREZ, P.; PIÑEIRO, C. Evaluation of production performance and carcass quality characteristics of boars immunized against gonadotropin-releasing hormone (GnRH) compared with physically castrated male, entire male and female pigs. *Spanish Journal of Agricultural Research*, Madrid, v.8, n.3 p.599-606, 2010.
- MOREIRA, I.; KUTSCHENKO, M.; FURLAN, A. C.; MURAKAMI, A. E.; MARTINS, E. N.; SCAPINELLO, C.; Exigência de lisina para suínos em crescimento e terminação, alimentados com rações de baixo teor de proteína, formuladas de acordo com o conceito de proteína ideal. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, Maringá, v.26, n.4 p.537-542, 2004.
- OLIVER, W. T.; MCCAULEY, I.; HARRELL, R. J.; SUSTER, D.; KERTON, D. J.; DUNSHEA, F. R. A gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac) and porcine somatotropin have synergistic and additive effects on grow performance in group housed boars and gilts. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.81, n.8, p.1959-1966, 2003.
- PAULY, C.; SPRING, P.; O'DOHERTY, J. V.; AMPUERO KRAGTEN, S.; BEE, G. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac®) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. *Animal*, Cambridge, v.3, n.7, p.1057-1066, 2009.
- PRUNIER, A.; BONNEAU, M.; VON BORELL, E.; CINOTTI, S.; GUNN, M.; FREDRIKSEN, B.; GIERSING, M.; MORTON, D. B.; TUYTTENS, F. A. M.; VELARDE, A. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of

- non-surgical methods. *Animal Welfare*, Paris, v.15, p.277-289, 2006.
- ROEST, K.; MONTANARI, C.; FOWLER, T.; BALTUSSEN, W. Resource efficiency and economic implications of alternatives to surgical castration without anaesthesia. *Animal*, Cambridge, v.3, n.11, p.1522-1531, 2009.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 3a edição. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.252, 2011.
- SHAW, F. D.; TUME, R. K. The assessment of pre-slaughter and slaughter treatment of livestock by measurement of plasma constituents – a review of recent work. *Meat Science*, Kidlington, v.32, n.3, p.311-329, 1992.
- SUTHERLAND, M. A.; DAVIS, B. L.; BROOKS, T. A.; COETZEE, J. F. The physiological and behavioral response of pigs castrated with and without anesthesia or analgesia. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.90, n.7, p.2211-2221, 2012.
- VON BORELL, E.; BAUMGARTNER, J.; GIERSING, M.; JÄGGIN, N.; PRUNIER, A.; TUYTTENS, F. A.; EDWARDS, S. A. Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. *Animal*, Cambridge, v.3, n.11, p.1488-1496, 2009.
- WARRISS, P. D.; BROWN, S. N.; GADE, P. B.; SANTOS, C.; COSTA, L. N.; LAMBOOIJ, E.; GEERS, R. An analysis of data relating to pig carcass quality indices of stress collect in the European Union. *Meat Science*, Kidlington, v.49, n.2, p.137-144, 1998.
- ZAMARATSKAIA, G.; ANDERSSON, H. K.; CHEN, G.; ANDERSSON, K.; MADEJ, A.; LUNDSTRÖM, K. Effect of a gonadotropin-releasing hormone vaccine (improvac) on steroid hormones, boar taint compounds and performance in entire male pigs. *Reproduction in Domestic Animals*, Linköping, v.43, n.3, p.351–359, 2008.

Tabela 1. Composição percentual das dietas e valores nutricionais calculados de acordo as fases de crescimento

Ingredientes	Crescimento I (30 - 50 kg)	Crescimento II (50 - 80 kg)	Terminação I (80 - 100 kg)	Terminação II (100 kg - abate)
Milho grão	64,271	67,3603	72,2572	74,8121
Farelo de soja	29,390	26,9938	22,3485	19,9610
Óleo de soja	1,8593	1,5406	1,3752	1,2263
Fosfato bicálcico	0,8515	0,6556	0,6471	0,6188
L-lisina	0,3599	0,3222	0,2363	0,2717
DL-metionina	0,1512	0,1275	0,0712	0,0559
L-treonina	0,1355	0,0000	0,0636	0,0542
L-triptofano	0,0013	0,0000	0,0000	0,0000
Núcleo ¹ CT	3,0000	3,0000	3,0000	3,0000
Total	100	100	100	100
Valores Calculados				
Calcio	1,0488	0,9980	0,9807	0,9659
Ener. Met. (kcal/kg)	3230	3230	3230	3230
P disponível	0,3320	0,2970	0,2900	0,2820
P total	0,6737	0,6354	0,6201	0,6078
Sódio	0,2046	0,2030	0,1998	0,1980
Lisina digestível	1,1472	1,0630	0,8879	0,8595
Met + Cist digest	0,6755	0,6334	0,5386	0,5016
Metionina digest	0,4092	0,3771	0,3033	0,2771
Proteína bruta	19,00	18,00	16,20	15,33
Treonina digest	0,7519	0,6003	0,599	0,5620
Triptofano digest	0,2009	0,1875	0,1643	0,1512

¹ Composição do núcleo por kg de produto: vit.A, 187.500 UI; vit.D3, 33.750 UI; vit.E, 750 mg; vit.K3, 37,5 mg; tiamina, 28,5 mg; riboflavina, 112,5 mg; niacina, 660 mg; ácido pantotênico, 375 mg; piridoxina, 37,5 mg; ácido fólico, 19,5 mg; biotina, 1,95 mg; cianocobalamina, 0,60 mg; colina, 5.000 mg; Fe, 3.200 mg; Cu, 5.000 mg; Mn, 1.280 mg; Zn, 2.240 mg; I, 25,60 mg; Co, 12,80 mg; Se, 9,60 mg; Ca, 240 g; P, 68 g; Na, 50 g; Cl, 200 g

Tabela 2. Valores médios do desempenho das genéticas e gêneros avaliados de acordo com períodos experimentais

	Fêmea AG PIC 337® x Afrodite®	Fêmea premo® x Afrodite®	Macho ¹ AG PIC 337® x Afrodite®	Macho ² premo® x Afrodite®	P-valor	CV%
Crescimento I						
PI (Kg)	31,85	31,24	30,89	29,54	0,295	10,58
PF (Kg)	51,92	51,34	51,44	49,29	0,273	8,24
GDP (Kg)	1,03	0,97	1,02	0,98	0,650	9,5
CDR (Kg)	2,11 ^a	2,04 ^a	1,94ab	1,84b	0,020	9,87
CA	2,06ab	2,10 ^a	1,90ab	1,89b	0,020	8,02
Crescimento II						
PF (Kg)	84,46	83,40	82,03	79,31	0,115	7,61
GDP (Kg)	1,17	1,09	1,12	1,06	0,169	8,87
CDR (Kg)	2,99 ^a	2,90 ^a	2,86ab	2,53b	0,011	10,82
CA	2,56ab	2,67 ^a	2,55ab	2,38b	0,039	7,15
*Terminação I						
PF (Kg)	103,85	101,26	105,03	101,37	0,452	7,45
GDP (Kg)	0,98ab	0,90b	1,06a	1,06a	0,004	12,69
CDR (Kg)	3,26	3,21	3,11	3,06	0,200	9,89
CA	3,35ab	3,47 ^a	3,05bc	2,92c	0,001	9,01
**Terminação II						
PF (Kg)	125,71	121,26	126,46	120,39	0,145	7,49
GDP (Kg)	1,21	1,18	1,33	1,19	0,402	18,4
CDR (Kg)	3,45b	3,22b	4,13a	3,30b	0,0004	13,49
CA	2,86	2,76	3,37	2,78	0,301	28,78
Total						
GDP	1,09	1,03	1,10	1,07	0,172	8,93
CDR (Kg)	2,93 ^a	2,80ab	2,97a	2,64b	0,036	9,02
CA	2,68 ^a	2,70 ^a	2,65ab	2,48b	0,016	5,82

PI = peso inicial; PF = peso final; GDP = ganho diário de peso; CDR = consumo diário de ração; CA = conversão alimentar

¹Macho imunocastrado, *primeira dose da vacina Vivax®, e **segunda dose da vacina Vivax®

²Macho inteiro

CV – coeficiente de variação; P-valor – probabilidade

Figura 1. Desenvolvimento da largura dos testículos de suínos machos imunocastrados e machos inteiros antes do abate

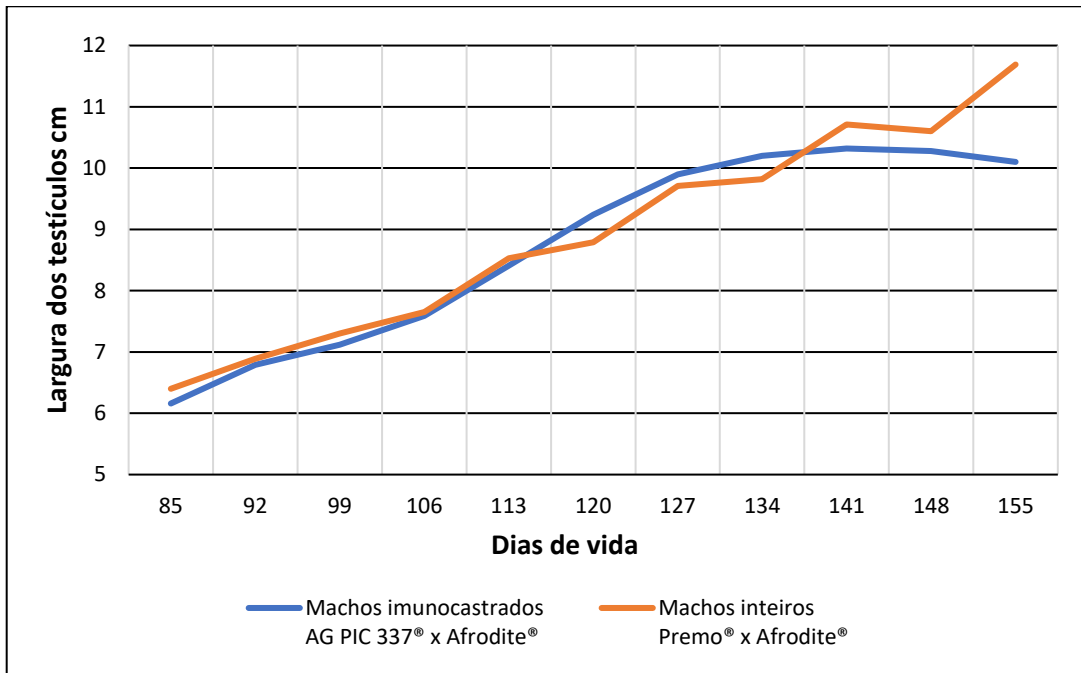


Tabela 3. Largura e peso dos testículos no momento do abate

	Machos imunocastrados AG PIC 337® x Afrodite®	Machos inteiros Premo® x Afrodite®	P-valor	CV%
Largura média (cm)	9,82	11,99	0,00001	10,84
Largura mínima (cm)	7,40	9,60		
Largura máxima (cm)	11,20	14,40		
Peso médio (kg)	0,300	0,488	0,00001	19,90
Peso mínimo (kg)	0,180	0,350		
Peso máximo (kg)	0,395	0,640		

CV – coeficiente de variação; P-valor – probabilidade

Tabela 4. Peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça resfriada (PCR), Rendimento de carcaça (RC), comprimento de carcaça (CC), espessura de gordura (EG), profundidade de músculo (PM), área olho de lombo (AOL) e rendimento de carne magra (RCM)

	Fêmea AG PIC 337® x Afrodite®	Fêmea Premo® x Afrodite®	Macho ¹ AG PIC 337® x Afrodite®	Macho ² Premo® x Afrodite®	P-valor	CV%
PCQ (kg)	93,90	92,17	93,95	89,80	0,269	7,88
PCR (kg)	92,98	91,13	93,02	88,67	0,251	7,94
RC (%)	77,32 a	75,79 ab	74,25 b	74,62 b	0,0001	2,26
CC (cm)	82,9	85,27	84,43	84,45	0,435	3,71
EG (mm)	16,45 b	13,59 a	17,86 b	15,37 ab	0,016	21,42
PM (mm)	69,52 a	64,06 ab	64,18 ab	59,00 b	0,0005	9,44
AOL (cm ²)	49,77 a	43,92 b	44,22 b	41,61 b	0,0004	10,45
RCM (%)	58,75 ab	60,24 a	57,27 b	58,60 ab	0,0029	4,17

¹Macho imunocastrado

²Macho inteiro

CV – coeficiente de variação; P-valor – probabilidade

Tabela 5. Médias observadas de pH, pressão parcial de oxigênio (pO₂), pressão parcial de gás carbônico (pCO₂) e bicarbonato (HCO₃) no sangue e concentrações séricas de lactato (LA), ureia (NUP), glicose (GLI) e creatinina (CRE) de suínos das genéticas AG PIC 337® x Afrodite® e Premo® x Afrodite®

	Fêmea AG PIC 337® x Afrodite®	Fêmea Premo® x Afrodite®	Macho ¹ AG PIC 337® x Afrodite®	Macho ² Premo® x Afrodite®	P-valor	CV%
pH	7,34 b	7,40 a	7,34 b	7,40 a	0,0008	0,72
pO ₂ (mmHg)	30,11	32,42	34,52	36,58	0,481	33,72
pCO ₂ (mmHg)	61,87 a	51,38 b	62,32 a	52,91 b	0,0005	14,73
HCO ₃ (mmol/L)	32,34	31,19	32,43	31,73	0,430	7,55
Lactato (mmol/L)	3,5 a	1,94 ab	2,88 ab	1,83 b	0,050	73,11
GLI (mg/dL)	81,90	85,30	81,65	84,35	0,514	9,24
CRE (mg/dL)	1,14	1,11	1,04	1,14	0,321	16,71
NUP (mg/dL)	26,09 b	25,2 b	36 a	23,95 b	0,0001	21,22

¹Macho imunocastrado

²Macho inteiro

CV – coeficiente de variação; P-valor – probabilidade

Tabela 6. Custo médio de ração por quilograma de peso vivo ganho, índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo médio (ICM) no período total de avaliação

	Fêmea AG PIC 337® x Afrodite®	Fêmea Premo® x Afrodite®	Macho ¹ AG PIC 337® x Afrodite®	Macho ² Premo® x Afrodite®
Período Total				
Custo em ração (R\$/kg)	3,09	3,08	3,05	2,88
IEE	93,17	93,37	94,41	100
ICM	107,33	107,10	105,92	100

¹Macho imunocastrado

²Macho inteiro