

Artigo de revisão

Thaína Pizane da Silva¹
Mayara da Silva Trentim¹
André Felipe da Silva¹
Luiz Sérgio Merlini¹
Rita de Cássia Lima Ribeiro¹
Luciana Kazue Otutumi¹
Pollyana Linhares Sala¹
Thaís Camaso de Sá¹
Ana Maria Quessada¹

¹. Universidade Paranaense

KEYWORDS

Animal welfare, Chemical castration, Immunocastration, Orchiectomy, Swine breeding.

PALAVRAS-CHAVE

Bem-estar animal, castração química, imunocastração, orquiectomia, suinocultura.

AUTOR CORRESPONDENTE:

Ana Maria Quessada

<mariaquessada@prof.unipar.br >

Programa de pós-graduação em Ciência animal com ênfase em produtos bioativos, UNIPAR. Praça Mascarenhas de Moraes, 4282, Zona III, CEP 87502-210, Umuarama - PR - Brasil.

Considerações sobre castração de suínos machos**Considerations on castration of male pigs****ABSTRACT**

Pigs are the second most consumed animal protein in the world, with Brazil being the fourth largest producer of this type of meat in the world. One of the techniques used to improve palatability and consumer acceptance of pork is castration of males. In addition to improving the flavor and palatability of meat, castration in male pigs is also performed to facilitate handling. In view of the above, the purpose of this review is to discuss the main techniques used to castrate male pigs. For this, a search was made in academic websites with key words that deal with the subject. After analyzing the texts, we observed that in Brazil, male castration of pigs is performed mainly by surgical methods (orchietomy), usually at 7 days of age and is performed without anesthesia. Thus, orchietomy in pigs in the way it is performed hurts the principles of animal welfare. However, to practice it with well-being and safety the cost is high for the small producer, who is majority in Brazil. One of the alternatives to the surgical castration of male pigs and that meets animal welfare standards is immunocastration. Although it has many advantages, immunocastration is also a costly procedure. In Brazilian pig farms, economically efficient production has become a prerequisite for survival in the sector. In this context, chemical castration is a promising alternative. Such a technique is a process in which chemical substances produce definitive lesion in the male reproductive system. This method is considered irreversible and allows reduction in pain levels and higher recovery speed when compared to traditional procedures. In pigs, zinc gluconate associated with DMSO showed good results in chemical castration, but other substances used in other species have potential to be used in pigs, but have not yet been studied in this species. New studies are needed on the subject, which may broaden the options for pig producers.

RESUMO

Os suínos são a segunda proteína animal mais consumida do mundo, sendo que o Brasil é o quarto produtor mundial deste tipo de carne. Uma das técnicas utilizadas para melhorar a palatabilidade e a aceitação pelo consumidor da carne suína é a castração de machos. Além de melhorar o sabor e palatabilidade da carne, a castração em suínos machos também é realizada para facilitar o manejo. Diante do exposto, o objetivo desta revisão é discutir sobre as principais técnicas utilizadas para castrar suínos machos. Para isso, foi realizada uma busca em sites acadêmicos com palavras chave que versam sobre o tema. Após a análise dos textos, observou-se que, no Brasil, a castração de machos suínos é realizada principalmente por métodos cirúrgicos (orquiectomia), geralmente aos sete dias de vida do animal e é praticada sem anestesia. Dessa forma, a orquiectomia em suínos, da maneira que é realizada, fere os princípios de bem-estar animal. No entanto, para praticar essa técnica com bem-estar e segurança, o custo é alto para o pequeno produtor, que é maioria no Brasil. Uma das alternativas à castração cirúrgica de suínos machos e que atende às normas de bem-estar animal é a imunocastração. Apesar de apresentar muitas vantagens, a imunocastração também é um procedimento oneroso. Na suinocultura brasileira, produzir de forma economicamente eficiente passou a ser pré-requisito para a sobrevivência no setor. Nesse contexto, a castração química é uma alternativa promissora. Tal técnica é um processo no qual substâncias químicas produzem lesão definitiva no aparelho reprodutor masculino. Este método é considerado irreversível e possibilita redução nos níveis de dor e maior velocidade de recuperação quando comparados aos procedimentos tradicionais. Em suínos, o gluconato de zinco, associado ao DMSO, apresentou bons resultados em castração química, mas outras substâncias utilizadas em outras espécies têm potencial para serem empregadas em suínos, não sendo ainda estudadas nesta espécie. Novos estudos são necessários sobre o tema, o que pode ampliar as opções para os produtores suínocolas.

INTRODUÇÃO

Os suínos são a segunda proteína animal mais consumida do mundo, estando atrás apenas dos pescados. Além disso, o consumo de carne suína tem crescido e apresenta boas perspectivas para o Brasil, no mercado internacional (GUIMARÃES et al., 2017). Sabe-se que o Brasil é o quarto produtor mundial desse tipo de carne (FÁVERO e FIGUEIREDO, 2009). Diversos indicadores econômicos demonstram tal crescimento e, entre eles, incluem-se geração de empregos diretos e indiretos. O consumo de carne suína, a nível mundial, é expressivo, porque tal carne é rica em nutrientes, fonte de minerais e vitaminas com baixo nível de gordura, contribuindo para uma alimentação balanceada e saudável (COLONI, 2011).

As perspectivas para a suinocultura brasileira são muito boas, podendo, até 2024, crescer 21% (CANAL RURAL, 2016). Tal crescimento se deve, em parte, a mudanças tecnológicas nas últimas décadas, que proporcionaram avanços dessa cultura na cadeia do agronegócio (COLONI, 2011).

Embora seja a segunda carne mais consumida no mundo, a criação de suínos exige algumas técnicas para melhorar o sabor, palatabilidade e aceitação pelos consumidores. O mercado consumidor está cada vez mais exigente com relação à qualidade dos produtos cárneos que devem conter propriedades que determinem sua utilidade para o comerciante, à atração para o consumidor e a adequação para processamento posterior (ATHAYDE, 2013).

Uma das técnicas utilizadas para melhorar a palatabilidade e a aceitação pelo consumidor da carne suína é a castração de machos. O odor sexual presente na carne suína, causado principalmente pelo acúmulo de androstenona e escatol no tecido adiposo, é um problema significativo na qualidade da carne de machos inteiros. A androstenona é um ferormônio esteróide produzido nos testículos e o escatol é um subproduto da degradação do triptofano pelas bactérias lácticas no trato digestivo que cai na corrente sanguínea, sendo absorvido pelo tecido adiposo e eliminado nas fezes e na urina.

Ambas as substâncias, altamente lipofílicas, são sequestradas pelo tecido adiposo dos suínos e, devido à alta volatilidade, são liberadas durante aquecimento e o cozimento, liberando odor e sabor indesejáveis (ATHAYDE, 2013). Além de melhorar o sabor e palatabilidade da carne, a castração em suínos machos também é realizada para facilitar o manejo, pois animais inteiros apresentam agressividade devido à ação da testosterona (THUN et al., 2006).

O objetivo desta revisão é discorrer sobre as principais técnicas utilizadas para castrar suínos machos na suinocultura brasileira. Para tanto, foi realizada uma busca nos sites Google acadêmico, Pubmed e Scielo, utilizando-se palavras chave em português (castração, suínos,

castração química, imunocastração) e combinação de tais palavras. Nos sites internacionais, usou-se as palavras *swine*, *pig*, *castration*, *immunocastration*, *chemical castration* e combinação destas palavras. Selecionou-se artigos cuja metodologia pudesse ser reproduzida e aqueles que apresentaram técnicas viáveis e seguras para castração de suínos.

DESENVOLVIMENTO

CONSIDERAÇÕES SOBRE BEM-ESTAR EM SUÍNOS

O aumento da preocupação da sociedade com a forma como os alimentos são produzidos tem promovido debates e gerado uma inquietação no sentido de que os sistemas de produção contemplem cada vez mais condutas voltadas para o bem-estar animal (BEA) (DIAS et al., 2018). Em 2016, em pesquisa realizada no Brasil, 91% dos brasileiros consultados declararam que animais criados sob adequado bem-estar produzem uma carne de melhor qualidade (WORLD ANIMAL PROTECTION, 2016).

O Brasil é signatário do código sanitário para os animais terrestres da Organização Mundial de Saúde Animal (OIE), portanto o país deve cumprir o referido código. Nesse documento, afirma-se que o BEA se refere ao modo como o animal se ajusta às condições nas quais vive. O código define que o animal está em boas condições de bem-estar, caso evidências científicas indiquem que ele se encontra saudável, confortável, bem nutrido, em segurança, capaz de expressar seu comportamento inato e isento de sensações desagradáveis como dor, medo ou angústia (OIE, 2010).

Na suinocultura brasileira, predomina o sistema de confinamento intensivo com o objetivo de otimizar o desempenho econômico e produtivo. Por outro lado, os produtores sofrem a pressão da sociedade para que se valorize o BEA, sendo necessários mais conhecimentos científicos na área. A União Europeia (UE) destaca-se na adoção de medidas relacionadas ao BEA, tendo aprovado leis rigorosas em diversas áreas (MOLENTO, 2005), em especial, no sistema de produção de suínos. No Brasil, a questão do BEA, na suinocultura, vem ganhando espaço pelo interesse dos produtores em ampliar os mercados mais exigentes, tais como, China, Estados Unidos e a União Europeia (BAPTISTA et al., 2011).

Os suínos são expostos a alguns métodos de manejo agressivos que produzem dor como a caudectomia, castração e corte de dentes (DUNCAN, 2005). Tais procedimentos são considerados como padrão no ciclo produtivo dos estabelecimentos suinícolas (CORDEIRO et al., 2018).

A castração cirúrgica, como é realizada atualmente no Brasil, prejudica a exportação de carne brasileira, uma vez que os consumidores internacionais estão cada vez mais exigentes sobre bem-estar animal. Empresas suinícolas que forem capazes de implementar sistemas de produção que

permitam a rastreabilidade do produto desde a granja até o consumidor e que possam demonstrar que está protegendo ao meio ambiente, observando a legislação do bem-estar em toda a sua cadeia produtiva, terão maiores margens de lucro, produtos de alta qualidade e uma maior facilidade na venda de seus produtos nos mercados externo e interno (COSTA et al., 2005). Nos dias atuais, as pessoas passaram a desejar comer carne oriunda de animais que sejam criados, tratados e abatidos em sistemas que promovam bem-estar, definida como qualidade ética e que o sistema de produção seja sustentável sob condições ambientalmente corretos (WARRISS et al., 2006).

São necessárias mudanças, na suinocultura brasileira, para que o BEA possa ser maximizado e, conseqüentemente, agregar valor à carne suína, possibilitando exportação para mercados exigentes.

CASTRAÇÃO CIRÚRGICA (ORQUIECTOMIA)

A castração de machos suínos é tradicionalmente realizada por métodos cirúrgicos, sendo denominada de orquiectomia. Na suinocultura brasileira, tal prática é realizada geralmente aos sete dias de vida do animal e é praticada sem anestesia (VON BORELL et al., 2009; SANTOS et al., 2016).

Na indústria suinícola, a orquiectomia é realizada por meio de duas incisões verticais na bolsa escrotal (uma incisão para cada testículo) compreendendo 2-3cm. (BATES et al., 2014; BONASTRE et al., 2016; PRADO et al., 2018), na dependência do tamanho desse órgão (PRADO et al., 2018). As incisões escrotais são realizadas o mais ventralmente possível para facilitar a drenagem de fluidos das feridas e reduzir os riscos de infecção (PRADO et al., 2018). Após a incisão cutânea, os testículos são pressionados por pressão manual até rompimento do cordão espermático (BATES et al., 2014) ou é realizada ligadura bilateral dos cordões espermáticos. Pode ser utilizada braçadeira de nylon em substituição ao fio de sutura na ligadura dos cordões espermáticos (PRADO et al., 2018). Esse procedimento é realizado sem anestesia ou analgesia no Brasil (SANTOS et al., 2016), especialmente por razões econômicas, uma vez que a atividade suinícola brasileira é uma atividade familiar (ITO et al., 2016).

Em relação ao bem-estar animal, a castração cirúrgica, com anestesia ou analgesia, pode ser considerada uma solução de curto prazo na produção de suínos machos. No entanto, é uma técnica de difícil implementação e de difícil fiscalização. Para criadores, essa prática requer esforço extra, em termos de trabalho, custo e complexidade. Além disso, tal técnica não pode ser realizada apenas pelo criador, já que a aplicação de anestesia é uma prática exclusiva do médico veterinário (ALUWÉ et al., 2015).

Apesar da administração de analgesia e anestesia antes da castração cirúrgica consumir tempo e dinheiro, a demanda por essas técnicas, durante a castração de leitões,

tem aumentado, porque reduz a dor e o sofrimento (BARTICCIOTTO et al., 2016).

Um protocolo analgésico adequando para diminuir a dor e o estresse na castração de suínos até sete dias de idade inclui a aplicação de meloxicam associada à anestesia local (intratesticular) com lidocaína (BONASTRE et al., 2016). A anestesia local intratesticular, antes da orquiectomia, em leitões, é prática, auxilia na manutenção das boas práticas de bem-estar animal e melhora o ganho de peso em curto prazo em leitões submetidos à castração cirúrgica (BARTICCIOTTO et al., 2016).

Devido aos problemas éticos de bem-estar animal, a castração cirúrgica vem sendo abandonada nos países da União Europeia. No final de 2010, em encontro realizado em Bruxelas a Comissão Europeia, foi anunciado que diversos participantes da cadeia de produção de carne suína concordaram voluntariamente a diminuir a castração cirúrgica, abandonando-a completamente no dia 1 de janeiro de 2018. Como um primeiro passo, desde 2012, a castração cirúrgica, nos países da União Europeia, só deve ser realizada com anestesia e analgesia prolongada (ALUWÉ et al., 2015).

A castração cirúrgica, da forma que é praticada no Brasil (sem anestesia e analgesia) (SANTOS et al., 2016), fere frontalmente os princípios de bem-estar animal por produzir intensa dor, inclusive dor prolongada (PRUNIER et al., 2006; KLUIVERS-POODT et al., 2013). A castração cirúrgica pode ainda provocar infecções e perda de peso (PRUNIER et al., 2006).

Para que a orquiectomia em suínos seja realizada com dor mínima, sem estresse e dentro dos princípios de bem-estar animal, o paciente a ser submetido ao procedimento precisa ser anestesiado (KLUIVERS-POODT et al., 2013; COMASSETTO et al., 2014) com anestésico local (KLUIVERS-POODT et al., 2013) ou até mesmo geral. (COMASSETTO et al., 2014).

Em protocolos com anestesia local, é necessária a administração de anti-inflamatório não hormonal para complementar a analgesia (KLUIVERS-POODT et al., 2013). Além disso, realização de anestésicos e procedimentos cirúrgicos em animais é prerrogativa do médico veterinário (CFMV, 2008). Dessa maneira, torna-se inviável para o pequeno produtor (maioria no Brasil), devido aos custos, realizar a orquiectomia dentro dos princípios de bem-estar animal e legislação pertinente.

IMUNOCASTRAÇÃO

Diante de pressões dos consumidores em relação ao bem-estar dos animais e das preferências quanto às características da carne, novas tecnologias têm sido adotadas para evitar a castração cirúrgica e viabilizar a produção de suínos machos inteiros. A imunocastração destaca-se como uma dessas opções (DEMORI et al., 2015). Essa técnica atende às normas de bem-estar animal,

sendo utilizada para aliviar a dor em suínos (MARTINS, et al., 2013; BRUNO et al., 2013; LUCAS et al., 2016).

A imunocastração significa a administração de uma vacina que inibe a função testicular por meio da imunização ativa contra o hormônio liberador de gonadotropina (GnRH) (BAUMGARTNER et al., 2010). Tal técnica não causa dor, possibilitando a redução do estresse nos animais (MARTINS et al., 2013). A vacina da imunocastração induz à formação de anticorpos contra GnRH, neuropeptídeo, que é liberado pelo hipotálamo, estimulando a secreção de hormônio luteinizante (LH) e o Hormônio folículo-estimulante (FSH) que regulam a produção de esteroides testiculares (RYDHMER Et al., 2010). Tais anticorpos se ligam ao GnRH endógeno, evitando a secreção de LH e FSH pela hipófise, reduzindo a secreção de esteroides testiculares (WEILER et al., 2013) (Figura 01). Foi comprovado que a vacina contra GnRH reduz a concentração de esteroides testiculares, diminuindo o tamanho dos órgãos reprodutivos e a quantidade de esperma (JAROS et al., 2005; EINARSSON et al., 2009; BATOREK et al., 2012). Em estudo sobre a imunocastração em suínos, concluiu-se que essa técnica aumenta o ganho de peso diário, reduz a espessura de toucinho e não afeta as características qualitativas de carcaças (FERNANDES et al., 2017).

A imunocastração utiliza o sistema imune natural do animal para alcançar os efeitos da castração. Essa vacina contém um análogo fisiologicamente inativo do GnRH, conjugado por covalência a uma proteína carreadora imunogênica. Tal análogo não apresenta atividade hormonal, mas possui os epítomos (determinantes antigênicos) necessários para estimular uma resposta efetiva de anticorpos anti-GnRH, bloqueando o estímulo do eixo hipotálamo-hipófise-gônadas. Consequentemente, impede-se a formação de hormônios esteroides gonadais, ocorrendo regressão dos órgãos reprodutivos e algumas alterações metabólicas que levam a alterações no comportamento do animal como redução da agressividade, aumento do apetite e da ingestão alimentar e aumento da performance de crescimento (ŠKRLEP et al., 2014). Machos imunocastrados apresentam melhor conversão alimentar, maior ganho de peso e maior percentual de carne magra na carcaça que os machos castrados cirurgicamente (DEMORI et al., 2015).

Na imunocastração, para se conseguir a efetiva imunização, são necessárias pelo menos duas aplicações da vacina com um intervalo mínimo de duas semanas. As injeções subcutâneas são administradas na base da orelha por um vacinador designado pelo produtor da vacina para evitar autoaplicação acidental. A primeira dose ativa o sistema imune do suíno e pode ser administrada a qualquer tempo após 8-9 semanas de vida. A segunda dose deve ser administrada 4-5 semanas antes do abate. Esse protocolo considera a produção suína padrão, ou seja, os animais são abatidos aos seis meses de idade. Como a primeira aplicação

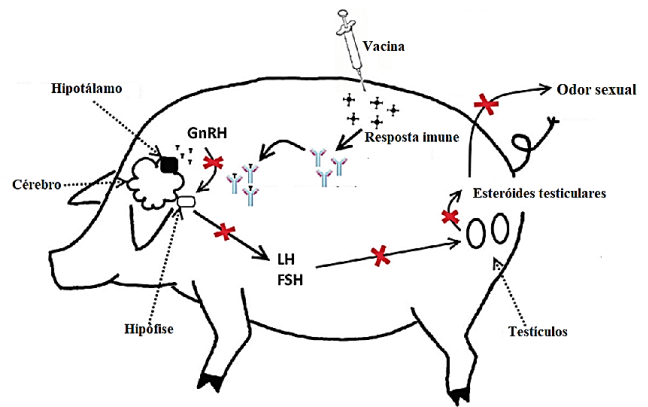


Figura 01. Resposta fisiológica à imunocastração em suínos machos. A vacina consiste de um antígeno (análogo a GnRH), que ativa o sistema imune para produzir anticorpos que neutralizam o GnRH endógeno. Consequentemente não há estímulo para a hipófise liberar LH e FSH, impedindo os testículos de produzirem testosterona e androsterona, evitando assim que ocorra o desenvolvimento do odor sexual. Fonte: Čandek-Potokar et al., (2017).

aplicação não tem impacto aparente nos hormônios esteroidais, esse protocolo possibilita que o animal tenha desenvolvimento completo do potencial de crescimento de machos inteiros até a segunda aplicação (ČANDEK-POTOKAR et al., 2017).

Após a imunização, os animais imunocastrados alteram rapidamente seu metabolismo semelhantemente aos castrados cirurgicamente, com aumento do consumo alimentar e deposição de gordura. Quanto mais longo o período desde a segunda vacinação até o abate, mais evidentes são as diferenças entre os suínos imunocastrados e os machos inteiros ou castrados cirurgicamente. Em animais mais velhos pode ser necessária uma terceira aplicação para assegurar inativação de GnRH e eliminação do odor sexual. Em animais que não respondem ao tratamento (detectados por testículos maiores ou comportamento sexual prolongado), uma dose adicional também deve ser aplicada (ČANDEK-POTOKAR et al., 2017).

O cenário atual da atividade suinícola evidencia uma redução significativa nas margens de lucro e, por isso, produzir de forma economicamente eficiente passou a ser pré-requisito para a sobrevivência no setor, pois, nos últimos anos, a suinocultura tem se caracterizado pela alternância entre bons e maus momentos.

CASTRÇÃO QUÍMICA

Além disso, o ganho de peso foi maior nos A busca por métodos de castração de suínos mais acessíveis ao produtor brasileiro deve ser uma constante. Nesse contexto, a castração química é uma alternativa promissora.

A castração química é um processo no qual substâncias químicas produzem inflamação, fibrose e lesão definitiva nas estruturas do aparelho reprodutor masculino, levando à redução da espermatogênese e nível sérico de andrógenos

(KUTZLER e WOOD, 2006). Tais métodos são considerados irreversíveis e possibilitam redução nos níveis de dor e maior velocidade de recuperação quando comparados aos procedimentos tradicionais (COHEN et al., 1990; EMIR et al., 2008; AHMED e AL-BADRANY, 2009).

Em suínos, foram registrados alguns artigos que descrevem castração química. A primeira menção sobre a castração química nesse grupo de animais é um registro de patente nos Estados Unidos, datado de 1994. Para castração química, foi utilizado acetato de zinco. O autor relata que o procedimento é mais humano e não tem os efeitos colaterais da castração cirúrgica (hemorragia, hérnia, infecção e algumas vezes óbito). Neste caso, os suínos castrados quimicamente apresentaram crescimento e a qualidade da carcaça é tão boa ou melhor do que o macho inteiro, sendo que o odor sexual é reduzido (FAHIM, 1994).

Em um estudo foi utilizado um composto de substâncias incluindo permanganato de potássio, ácido acético glacial e água destilada estéril para castrar quimicamente suínos. O composto foi injetado na dose de 2 ml em cada testículo. Comparada à castração cirúrgica, afirmou-se que a técnica foi simples, econômica e mais fácil de ser empregada em animais castrados quimicamente, tornando o método benéfico ao produtor (GIRI et al., 2002).

Em outra pesquisa foram apresentados bons resultados, utilizando o gluconato de zinco associado ao DMSO (dimetil sulfóxido) (LUCAS et al., 2016), sendo que o gluconato de zinco é bastante empregado na castração química de outras espécies como o cão e o gato (OLIVEIRA et al., 2012; FAGUNDES et al., 2014; LOPES e SILVA, 2014).

A castração química em suínos é realizada na mesma idade em que é realizada a castração cirúrgica, ou seja, na primeira semana de vida. A técnica é simples e rápida, podendo ser realizada em campo com material simples como seringas e agulhas (Figura 02). Geralmente o animal é contido por contenção manual e o fármaco empregado para a castração química é administrado no interior do testículo (Figura 02). Para evitar desconforto e dor, deve ser administrado anestésico local intratesticular, geralmente lidocaína (ABSHENAS et al., 2013; ANDRADE NETO et al., 2014; ABU-AHMED, 2015, BARTICCIOTTO et al., 2016).

A castração química é um procedimento realizado apenas uma vez e a dose do fármaco varia com o tamanho testicular (ANDRADE NETO et al., 2014). Em castração química de cães com óleo essencial de cravo da Índia, os autores utilizaram dose única (1ml em cada testículo) para todos os animais (ABSHENAS et al., 2013; ABU-AHMED, 2015).

Além do gluconato de zinco, outras substâncias são empregadas com sucesso em outras espécies na castração química por meio de injeção intratesticular. Tais substâncias



Figura 02. Suíno macho, quatro dias de idade, 2,5kg, sendo submetido à castração química. Fonte: Arquivo Pessoal

apresentam potencial para serem aplicadas em suínos. Entre estes bioativos destacam-se o óleo essencial de cravo da Índia utilizado em cães (ABSHENAS et al., 2013; ABU-AHMED, 2015) e a solução hipertônica de cloreto de sódio que foi empregada com sucesso para esterilizar ratos (KWAK e LEE, 2013) e bovinos (ANDRADE NETO et al., 2014).

Não foram encontrados artigos comparando substâncias utilizadas para castração química em suínos. Em estudo comparando-se a utilização de óleo de cravo com cloreto de cálcio em cães, o óleo mostrou-se superior ao cloreto de cálcio por provocar menos dor e menor irritação (ABU-AHMED, 2015). Tal resultado estimula estudos sobre a utilização de tal produto na espécie suína.

CONCLUSÃO

No Brasil, ainda é amplamente utilizada a castração cirúrgica em suínos machos por meio de métodos tradicionais sem utilização de anestesia e analgesia. Provavelmente, isso ocorre principalmente por questões financeiras.

Uma opção viável e de custo mais baixo para castrar suínos machos é a castração química. No entanto, novos estudos são necessários sobre o tema, o que pode ampliar as opções para os produtores suinícolas, em especial, os pequenos produtores que são maioria no Brasil.

REFERÊNCIAS

ABSHENAS, J.; MOLAEI, M.M.; DERAKHSHNFAR, A.; GHALEKHANI, N. Chemical sterilization by intratesticular injection of eugenia caryophyllata essential oil in dog: a histopathological study. *Iranian Journal of Veterinary Surgery*, v.8, n.2, p. 9-16, 2013.

ABU-AHMED, H.M. Chemical sterilization of dogs using single bilateral intra-testicular injection of calcium chloride or clove oil. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences*, v. 45, n.1, p. 26-32, 2015.

- ALUWÉ, M.; TUYTTENS, F.A.M.; VAN DEN BROEKE, A.; HEYRMAN, E.; MILLET, S. Alternatives for surgical castration: report on the state of the art and ILVO Research. 15^{ème} **Journée Productions porcines et avicoles**, p. 40-48. 2015.
- ANDRADE NETO, O.; GASPERIN, B.G.; ROVANI, M.T.; ILHA, G.F.; NÓBREGA JR, J.E.; MONDADORI, R.G.; GONÇALVES, P. B.D.; ANTONIAZZI, A.Q. Intratesticular hypertonic sodium chloride solution treatment as a method of chemical castration in cattle. **Theriogenology**, v. 82, n.7, p. 1007-1011, 2014.
- ATHAYDE, N.B. **Susceptibilidade ao estresse, desempenho e qualidade de carne de suínos de diferentes categorias de castração e níveis de ractopamina**. 2013. 91p. (Tese em Zootecnia)- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2013.
- BAPTISTA, R.I.A.A.; BERTANI, G.R.; BARBOSA, C.N. Indicadores do bem-estar em suínos. **Ciência Rural**, v.41, n.10, p.1823-1830, 2011.
- BARTICCIOTTO, L.S.; LUNA, S.P.L.; LORENA, S.E.R.S.; TELLES, F.G.; BERTO, D.A. Weight gain, behavioral and cortisol changes after orchietomy with or without local anaesthesia in piglets. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 3, p. 1307-1316, 2016.
- BATES, J.L.; KARRIKER, L.A.; STOCK, M.L.; PERTZBORN, K.M.; BALDWIN, L.G.; WULF, L.W.; COETZEE, J.F. Impact of transmammary-delivered meloxicam on biomarkers of pain and distress in piglets after castration and tail docking. **Plos One**, v. 9, n.12, p.e113-678, 2014.
- BATOREK, N.; ČANDEK-POTOKAR, M.; BONNEAU, M.; VAN MILGE, J. Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. **Animal**, v. 6, n. 8, p. 1330-1338, 2012.
- BAUMGARTNER, J.; LAISTER, S.; KOLLER, M.; PFÜTZNER, A.; GRODZYCKI, A. M.; ANDREWS, S.; SCHMOLL, F. The behavior of male fattening pigs following either surgical castration or vaccination with GnRF vaccine. **Applied Animal Behavior Science**, v. 124, n. 1, p. 28-34, 2010.
- BONASTRE, C.; MITJANA, O.; TEJEDOR, M.T.; CALAVIA, M.; YUSTE, A.G.; ÚBEDA, J.L.; FALCETO, M.V. Acute physiological responses to castration-related pain in piglets: the effect of two local anesthetics with or without meloxicam. **Animal**, v. 10, n.9, p.1474-1481, 2016.
- BRUNO, H.V.; KIEFER, C.; BRUMATTI, R.C.; SANTOS, A.P.; ROCHA, G.C.; RODRIGUES, G.P. Avaliação técnico-econômica de suínos machos imuno e cirurgicamente castrados. **Ciência Rural**, v.43, n.11, p.2063-2069, 2013.
- CANAL RURAL. **Até 2024, suinocultura brasileira vai crescer 21%**. 22/07/2016. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/suino/ate-2024-suinocultura-brasileira-vai-crescer-63110>>.
- ČANDEK-POTOKAR, M.; ŠKRLEP, M.; ZAMARATSKAIA, G. Immunocastration as alternative to surgical castration in pigs. **Theriogenology**, v. 6, p. 109-126, 2017.
- CFMV. Conselho Federal de Medicina Veterinária. **Resolução nº 877**: de 15 de fevereiro de 2008. Disponível em: <<http://portal.cfmv.gov.br/lei/download-arquivo/id/508>>. Acesso em: 16 nov. 2018.
- COHEN, R.D.H.; KING, B.D.; THOMAS, L.R.; JANZEN, E.D. Efficacy and stress of chemical versus surgical castration of cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 70, n. 4, p. 1063-1072, 1990.
- COLONI, R.D. Aspectos da suinocultura brasileira e a produção cárnea. **Jornal dia de campo**. 03/11/2011. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=25446&secao=Artigos%20Especiais>>.
- COMASSETTO, F.; BEIER, S.L.; FARIAS, F.H.; MENEGASSO, R.B.; REGALIN, D.; TOCHETO, R.; OLESKOVICZ, N. Avaliação analgésica e sedativa de dois protocolos em suínos submetidos à orquiectomia. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.42, n.1, p. 1212, 2014.
- CORDEIRO, A.F.S.; NÄÄS, I.A.; BARACHO, M.S.; JACOB, F.G.; MOURA, D.J. The use of vocalization signals to estimate the level of pain in piglets. **Engenharia Agrícola**, v.38, n.4, p.486-490, 2018.
- COSTA, O.A.D.; LUDKE, J.V.; COSTA, M.J.R. Aspectos econômicos e de bem estar animal no manejo dos suínos da granja até o abate. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS, 4., 2005, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2005.
- 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**, v.16, n.1, p.130-138, 2015.
- DIAS, C.P.; SILVA, C.A.; FOPPA, L.; CALLEGARI, M.A.; PIEROZAN, C.R. Panorama brasileiro do bem-estar de suínos. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 16, p.1-15, 2018.
- DUNCAN, I.J.H. Science-based assessment of animal welfare: farm animals. **Revue scientifique et technique**, v.24, n.2, p. 483-492, 2005.
- EINARSSON, S. H.; ANDERSSON, K.; WALLGREN, M.; LUNDSTRÖM, K.; RODRIGUEZ-MARTINEZ, H. Short- and long-term effects of immunization against gonadotropin-releasing hormone, using Improvac (TM), on sexual maturity, reproductive organs and sperm morphology in male pigs. **Theriogenology**, v. 71, n. 2, p. 302-310, 2009.
- EMIR, L.; DADALI, M.; SUNAY, M.; EROL D.; CAYDERE, M.; USTÜN, H. Chemical castration with intratesticular injection of 20% hypertonic saline: a minimally invasive method. **Urologic Oncology: seminars and original investigations**, v.26, n.4, p.392-396, 2008.
- FAGUNDES, A.K.; OLIVEIRA, E.C.S.; TENORIO, B. M.; MELO, C.C. S.; NERY, L. T.B.; SANTOS, F.A.B.; ALVES, L.C.; DOUGLAS, R.H.; SILVA JUNIOR, V.A. Injection of a chemical castration agent, zinc gluconate, into the testes of cats results in the impairment of spermatogenesis: A potentially irreversible contraceptive approach for this species? **Theriogenology**, v. 81, n. 2, p. 230-236, 2014.
- FAHIM, M.S. Chemical castration. United States Patent 5372822, Application No. 206469. **United States Patent and Trademark Office**. 1994. Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/db/89/45/456bafd65249d0/US5372822.pdf>>.

- FÁVERO, J.A.; FIGUEIREDO, E.A.P. Evolução do melhoramento genético de suínos no Brasil. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, p.420-427, 2009.
- FERNANDES, A.R.; PENA, M.S; CARMO, M.A.; COUTINHO, G.A.; BENEVENUTO JUNIOR, A.A. Desempenho, características de carcaça e qualidade de carne de suínos sob castração cirúrgica ou imunológica. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.18, n.2, p.303-312., 2017.
- GIRI, S.C.; YADAV, P.D.S.; PANDA, S.K. Chemical castration in pigs. **The Indian Journal of Animal Sciences**, v.72, n.6, p. 451-453, 2002.
- GUIMARÃES, D.; AMARAL, G.; MAIA, G.; LEMOS, M.; ITO, M.; CUSTODO, S. Suinocultura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no brasil e no mundo e o apoio do BNDES. **BNDES Setorial**, v. 45, p. 85-136, 2017.
- ITO, M.; GUIMARÃES, D.D.; AMARAL, G.F. Impactos ambientais da suinocultura: desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, n. 44, p. 125-156, 2016.
- JAROS, P.; BÜRGI, E.; STÄRK, K.D.C.; NOEL, R.; HENNESSY, D.; THUN, R. Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. **Livestock Production Science**, v. 92, n. 1, p. 31-38, 2005.
- KLUIVERS-POODT, M.; ZONDERLAND, J.J.; VERBRAAK, J.; LAMBOOIJ, E.; HELLEBREKERS, L.J. Pain behaviour after castration of piglets; effect of pain relief with lidocaine and/or meloxicam. **Animal**, v. 7, n. 7, p. 1158-1162, 2013.
- KUTZLER M, WOOD A. Non-surgical methods of contraception and sterilization. **Theriogenology**, v. 66, n. 3, p. 514-525, 2006.
- KWAK, B.K.; LEE, S.H. Intratesticular injection of hypertonic saline: non-invasive alternative method for animal castration model. **Development & Reproduction**. v. 17, n.4, p.435-440, 2013.
- LOPES, K.R.F.; SILVA, A.R. Castração química de mamíferos machos: revisão. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.38, n.1, p.49-53, 2014.
- LUCAS, D.S.; E.T.F. SIQUEIRA, E.T.F.; HAGUIWARA, M.M.H.; AZEVEDO, S.S.; YOTSUYANAG, S.E.; SILVA, T.J.P.; Effect of piglet castration with nonsurgical sterilant on the zootechnical performance and pork carcass quality. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, n.6, p.1487-1496, 2016.
- MARTINS, P.C.; ALBUQUERQUE, M.D.; MACHADO, I.P.; MESQUITA, A.A. Implicações da imunocastração na nutrição de suínos e nas características de carcaça. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 237, p. 105-118, 2013.
- MOLENTO, C.F.M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos: revisão. **Archives of Veterinary Science**, v.10, n.1, p.1-11. 2005.
- OIE. Organização Mundial de Saúde Animal. Código Sanitario para los Animales Terrestres. 19.ed. 2010. Disponível em: <https://www.oie.int/doc/ged/D7599.PDF>
- OLIVEIRA, E.C.S.; MOURAB, M.R.P.; SÁ, M.J.C.; SILVA JÚNIOR, V.A.; KASTELICE, J.P.; DOUGLAS, R.H.; MARQUES JÚNIOR, A.P. Permanent contraception of dogs induced with intratesticular injection of a Zinc Gluconate-based solution. **Theriogenology**, v. 77, n. 6, p. 1056-1063, 2012.
- PRADO, T.D.; COSTA, C.D.A.; AMARAL, A.S.Z.; TREICHEL, T.L. Nylon clamps for orchietomy hemostasis in swines. **Ciência Animal Brasileira**, v.19, 1-9, e-47546, 2018.
- PRUNIER, A.; BONNEAU, M.; vON BORELL, E.H.; 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**, v. 15, n. 3, p. 277-289, 2006.
- RYDHMER, L.; LUNDSTRÖM, K.; ANDERSSON, K. Immunocastration reduces aggressive and sexual behavior in male pigs. **Animal** v. 4, n. 6, p. 965-972, 2010.
- SANTOS, R.K.S.; CALDARA, F.R.; MOI, M.; SANTOS, L.S.; NÄÄS, I.A.; FOPPA, L.; GARCIA, R.G.; BORQUIS, R.R.A. Behavior of immunocastrated pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45, n.9, p.540-545, 2016.
- ŠKRLEP, M.; BATOREK-LUKAČ, N.; MAJA PREVOLNIK-POVŠE M.; ČANDEK-POTOKAR, M. Teoretical and practical aspects of immunocastration. **S Stočarstvo: Časopis za unapredenje stočarstva**, v.68, n.2, p. 39-49, 2014.
- THUN, R.; GAJEWSKI, Z.; JANETT, F. Castration in male pigs: techniques and animal welfare issues. **Journal of physiology and pharmacology**, v. 57, Suppl 8, p. 189-194, 2006.
- VON BORELL, E.; BAUMGARTNER, J.; GIERSING M.; JAGGIN, N.; PRUNIER A.; TUYTTENS F.A.M.; EDWARDS, S.A. Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. **Animal**, v.3, n.11, p 1488-1496, 2009.
- WARRISS, P. D.; BROWN, S.N.; PAŚCIAK, P. The color of the adductor muscle as a predictor of pork quality in the loin. **Meat Science**, v. 73, n. 4, p. 565-569, 2006.
- WEILER, U.; GÖTZ, M.; SCHMIDT, A.; OTTO, M.; MÜLLER, S. Influence of sex and immunocastration on feed intake behavior, skatole and indole concentrations in adipose tissue of pigs. **Animal**, v. 7, n. 2, p. 300-308, 2013.
- World Animal Protection. Consumo às cegas: percepção do consumidor sobre o bem-estar animal. São Paulo:WAP Brasil; 2016. https://d31j74p4lpxrpf.cloudfront.net/sites/default/files/br_files/consumo_as_cegas_latam.pdf