

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Daniela Cardoso Batista

COMPORTAMENTO DE FÊMEAS SUÍNAS IMUNOCASTRADAS

Santa Maria, RS
2020

Daniela Cardoso Batista

COMPORTAMENTO DE FÊMEAS SUÍNAS IMUNOCASTRADAS

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Zootecnia**.

Orientador: Prof. Dr. Vladimir de Oliveira

Santa Maria, RS
2020

Batista, Daniela Cardoso
Comportamento de fêmeas suínas imunocastradas /
Daniela Cardoso Batista.- 2020.
49 p.; 30 cm

Orientador: Vladimir de Oliveira
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós
Graduação em Zootecnia, RS, 2020

1. castração 2. comportamento 3. estro 4. fêmeas suínas
5. imunocastração I. Oliveira, Vladimir de II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

© 2020

Todos os direitos autorais reservados a Daniela Cardoso Batista. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

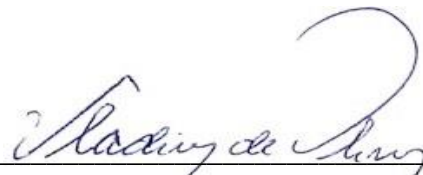
E-mail: danielacb3@gmail.com

Daniela Cardoso Batista

COMPORTAMENTO DE FÊMEAS SUÍNAS IMUNOCASTRADAS

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Zootecnia**.

Aprovado em 24 de setembro de 2020.



Vladimir de Oliveira, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Carlos Augusto Rigon Rossi, Dr. (UFSM)



Amanda D'avila Verardi, Dra. (IFC)

AGRADECIMENTOS

Com grande reconhecimento, agradeço a todas as pessoas que contribuíram de alguma forma para a realização deste projeto, em especial:

Ao professor orientador Vladimir de Oliveira, pela transmissão de conhecimentos e pela confiança.

Aos membros da banca, Amanda D'ávila Verardi e Carlos Rossi, pelas contribuições ao longo do trabalho.

Aos estagiários e pós-graduandos do Laboratório de Suinocultura da Universidade Federal de Santa Maria, que possibilitaram a realização deste trabalho.

Ao CNPq pela bolsa de pesquisa e financiamento do projeto.

Gratidão!

RESUMO

COMPORTAMENTO DE FÊMEAS SUÍNAS IMUNOCASTRADAS

AUTORA: Daniela Cardoso Batista
ORIENTADOR: Vladimir de Oliveira

O peso ao abate é decisivo na eficiência do processo de produção de carne suína. Uma vez que o padrão de crescimento dos animais é alterado com a maturidade sexual, o estro em fêmeas é um dos fatores que devem ser considerados no estabelecimento do peso final. O presente estudo teve como objetivo comparar o comportamento de fêmeas suínas inteiras e imunocastradas em diferentes idades. Foram utilizados 72 animais oriundos de cruzamento industrial (Agroceres x Topigs) com 105 dias de vida. As fêmeas foram distribuídas em 3 tratamentos conforme um delineamento inteiramente casualizado. Foi aplicada a vacina de imunocastração em dois grupos, seis semanas antes do abate (I6) e quatro semanas antes do abate (I4). O grupo não imunocastrado (NI) foi utilizado como controle. O comportamento social foi analisado através da coleta de imagens por uma câmera de monitoramento posicionada em cada uma das seis baias. O período de análise foi das 6 às 18 horas, com as observações realizadas a cada dez minutos. Os dados do comportamento ingestivo foram coletados pelo sistema automatizado FIRE[®]. Para a análise dos dados, em função da divergência da data da aplicação da vacina nos dois grupos, foi realizada a comparação individual de cada grupo imunocastrado com o grupo controle (NI vs. I6 e NI vs. I4). A imunização anti-GnRH não influenciou significativamente a maioria das variáveis analisadas. No entanto, ocorreu uma variação no comportamento alimentar no grupo I6, com uma redução no número de visitas ao comedouro e aumento do consumo de alimento por visita. Os resultados sugerem que a imunocastração suprime os efeitos do estro sem influenciar diretamente em aspectos sociais do comportamento.

Palavras-chave: castração, comportamento, estro, fêmeas suínas, imunocastração.

ABSTRACT

IMMUNOCASTRATED FEMALE PIGS BEHAVIOUR

AUTHOR: Daniela Cardoso Batista

ADVISOR: Vladimir de Oliveira

The market weight is crucial to the pork supply chain efficiency. As the animals' growth pattern is altered with sexual maturity, the estrus in the female is one of the factors that must be considered in the establishment of the harvest weight. This study aimed to compare the behaviour of entire gilts with gilts immunocastrated at different ages. Seventy-two animals from industrial crossing (Agroceres x Topigs), 105 days old were used. The female pigs were distributed in 3 treatments according to a randomized design. The immunocastration vaccine was applied in two groups, six weeks before slaughter (I6) and four weeks before slaughter (I4). The non-immunized group (NI) was used for comparison. Social behaviour was analysed through the collection of images by a monitoring camera positioned in each of the six pens. The analysis period was from 6 am to 6 pm, with data taken at every ten minutes. Eating behaviour data was collected by the automated FIRE[®] system. Due to the divergence in the time of immunization in the two groups, an individual comparison of each immunocastrated group with the control group (NI vs. I6 and NI vs. I4) was performed. Anti-GnRH immunization did not influence most of the variables analysed. However, there was a variation in the eating behaviour of group I6, with a reduction in the number of visits to the feeder and an increase in food consumption per visit. These findings suggest the immunocastration vaccine suppresses the effects of the estrus period, while it does not directly affect social aspects of behaviour.

Keywords: behaviour, castration, estrus, female pigs, immunocastration.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO

Table 1 – Ethogram with evaluated behavioural variables description.....	25
Table 2 – Means and standard deviation of behaviour variables of non-immunocastrated (NI) and immunocastrated 6 weeks before slaughter (I6) swine females, before and after second dose of immunocastration vaccine.....	26
Table 3 – Means and standard deviation of behaviour variables of non-immunocastrated (NI) and immunocastrated 4 weeks before slaughter (I4) swine females, before and after second dose of immunocastration vaccine.....	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Padrões hormonais reprodutivos antes e depois da ocorrência ovulação.....	13
Figura 2 – Representação esquemática da ação da imunização anti-GnRH.....	14

ARTIGO

Figure 1 – Experimental scheme of treatment distribution and data analyses for groups I6 and I4.....	24
Figure 2 – Feed intake per meal (kg) along a day of non-immunocastrated (NI) and immunocastrated 6 (I6) and 4 (I4) weeks before slaughter in pig females, before (20 and 22 weeks) and after (24 and 26 weeks) the second dose of immunocastration vaccine.....	29
Figure 3 – Number of daily feeder visits during a day of non-immunocastrated (NI) and immunocastrated 6 (I6) and 4 (I4) weeks before slaughter in pig females, before (20 and 22 weeks) and after (24 and 26 weeks) the second dose of immunocastration vaccine....	30
Figure 4 – Time on feeder per meal (minutes) along a day of non-immunocastrated (NI) and immunocastrated 6 (I6) and 4 (I4) weeks before slaughter in pig females, before (20 and 22 weeks) and after (24 and 26 weeks) the second dose of immunocastration vaccine.....	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 HIPÓTESE.....	11
1.2 OBJETIVO.....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 FISIOLOGIA DA IMUNIZAÇÃO ANTI-GNRH.....	12
2.2 ESPÉCIE SUÍNA: COMPORTAMENTO NATURAL E FUNCIONAMENTO BIOLÓGICO.....	15
2.3 ANÁLISE DE COMPORTAMENTO	17
2.4 BEM-ESTAR ANIMAL.....	18
2.5 PRÁTICA DA IMUNIZAÇÃO ANTI-GNRH NA PRODUÇÃO DE FÊMEAS SUÍNAS.....	19
3 ARTIGO – IMMUNOCASTRATED FEMALE PIGS BEHAVIOUR	21
INTRODUCTION.....	22
MATERIAL AND METHODS	22
RESULTS	26
DISCUSSION	31
CONCLUSION	36
ACKNOWLEDGEMENTS.....	37
REFERENCES.....	37
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

A espécie suína é responsável por atender o maior consumo de proteína animal do planeta, movimentando um expressivo mercado de empregos e renda em muitos países. O suíno é um animal cosmopolita que apresenta inúmeras características inerentes positivas, dentre as quais se destacam a rapidez dos ciclos produtivos e reprodutivos e a alta prolificidade (Dias et al., 2016). Tendo sua performance constantemente melhorada, é capaz de responder de forma eficiente aos massivos investimentos em genética, nutrição e sanidade, com índices zootécnicos que se superam anualmente.

Segundo Lassaletta et al. (2019), a produção mundial de carne suína quadruplicou nos últimos cinquenta anos e a previsão é de crescimento para, no mínimo, as próximas três décadas. Para acompanhar essa demanda, há grande número de pesquisas sendo desenvolvidas, as quais buscam trazer inovação para a indústria e aumentar os índices produtivos e a competitividade (Fowler et al., 2018). Neste âmbito, é importante produzir continuamente em maior quantidade, mas sem deixar de lado as necessidades físicas e emocionais dos animais.

Na suinocultura industrial, o confinamento foi a alternativa encontrada para monitorar com maior eficácia os animais, reduzir as perdas energéticas, aumentar a produtividade, além de reduzir a necessidade de espaço e mão-de-obra. Acabaram por agravar-se, todavia, os problemas de comportamento e bem-estar animal (Foppa et al., 2014). Desta forma, questões sobre ambiente, segurança alimentar e bem-estar vem recebendo crescente atenção nos meios acadêmicos, técnicos e científicos, sendo considerados os três maiores desafios atuais. Conforme avaliado por Hutu e Onan (2019), o interesse primordial da indústria suína é a sustentabilidade econômica, seguida da sustentabilidade ambiental e por fim, aceitação social. É notável, entretanto, a progressiva demanda por alimentos sustentáveis e de alta qualidade. Para grande parte dos consumidores, o bem-estar dos animais é visto como um importante parâmetro para a qualidade da carne (Thorslund et al., 2017). Em síntese, parcela do mercado consumidor requer que a indústria leve em consideração atributos éticos durante o ciclo produtivo (Grunert et al., 2018).

O peso final é decisivo na eficiência do processo de produção de carne suína, uma vez que o abate de animais mais pesados contribui para a redução dos custos de produção. O padrão de crescimento dos suínos se altera quando os animais atingem a maturidade

sexual (Rodrigues, 2016). Em fêmeas, a idade e peso ao início da puberdade é um dos fatores que devem ser considerados no estabelecimento do peso ao abate. A puberdade é definida como uma série complexa de eventos, que culmina na ativação de centros neuroendócrinos que controlam a secreção do hormônio GnRH (do inglês, Gonadotropin-Releasing Hormone), no início de ondas de alta frequência de LH (do inglês, Luteinizing Hormone) e no estabelecimento de ciclos ovulatórios (Williams et al., 2018). A fase é marcada por reduzido consumo alimentar e baixo ganho de peso (Hinson et al., 2012).

De acordo com Shull (2013), além da notável redução no consumo voluntário de alimento, as leitoas experienciando o estro podem apresentar diminuição na conversão alimentar. Na literatura, diversos autores atestaram os resultados negativos da puberdade em fêmeas e seus reflexos nos índices de desempenho produtivo (Rodrigues, 2016; Rodrigues et al., 2018). Ainda, durante esse período, fêmeas suínas alojadas em baias são mais propensas à claudicação, fraturas e lesões devido ao comportamento de monta e reações agressivas (Di Martino et al., 2018).

O método de imunocastração apresenta-se como aliado na supressão dos efeitos indesejados do estro, ao passo que leva à cessação da ciclicidade reprodutiva (Dalmau et al., 2015). A imunização anti-GnRH foi inicialmente desenvolvida como uma alternativa à castração cirúrgica em suínos machos, com o intuito de controlar o odor característico do macho inteiro na carne. Assim, pode-se sobrepujar as desvantagens da castração cirúrgica, que é causa de dor e estresse para os animais e, conseqüentemente, de prejuízos para o crescimento corporal (Nautrup et al., 2020; Zanata et al., 2018). Na literatura, de uma forma geral, é amplamente aceito que a vacina de imunocastração aumenta o consumo de alimento e a taxa de crescimento em suínos em terminação (Dunshea e McCauley, 2001; Gómez-Fernandez et al., 2013; Nautrup et al., 2020; Van den Broeke et al., 2016). Todavia, pouco se sabe a respeito da sua influência no comportamento social de fêmeas suínas. Dessa forma, esse estudo foi realizado para avaliar o comportamento social e ingestivo de fêmeas suínas inteiras e imunocastradas em diferentes idades.

1.1 HIPÓTESE

A imunocastração promove mudanças no comportamento social e ingestivo de fêmeas suínas alojadas em baias.

1.2 OBJETIVO

Comparar o comportamento social e ingestivo de fêmeas suínas inteiras e imunocastradas em diferentes idades.

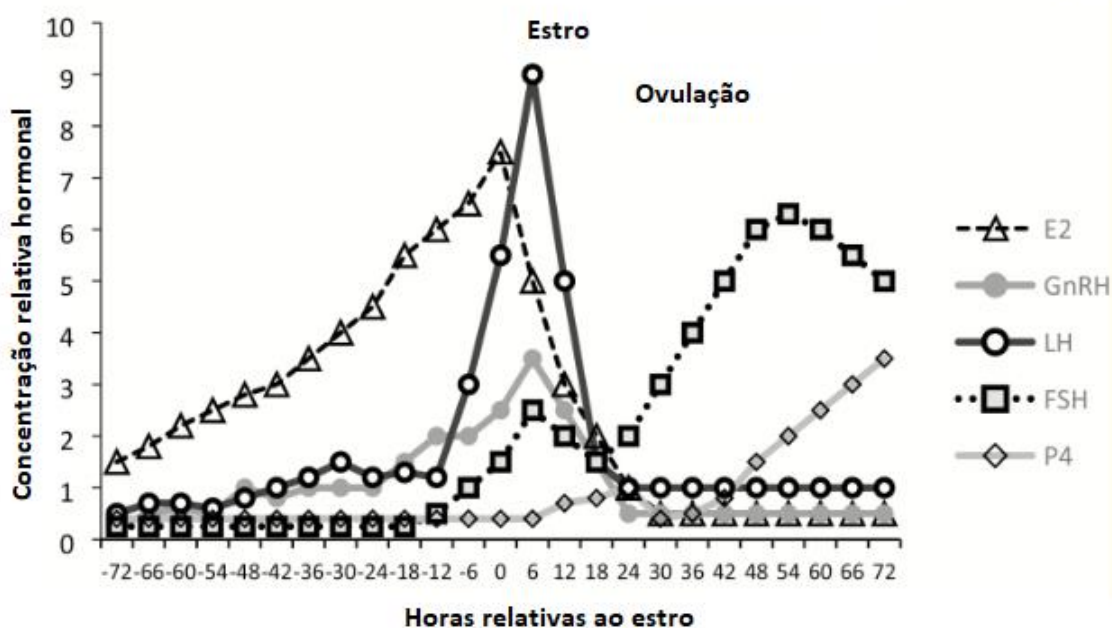
2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FISIOLOGIA DA IMUNIZAÇÃO ANTI-GNRH

A puberdade em fêmeas suínas tem início com a ocorrência do primeiro estro, seguido de ovulação, e o estabelecimento do potencial reprodutivo cíclico. A idade em que os animais atingem a puberdade é efeito da combinação de fatores genéticos e ambientais, como exposição ao macho, nutrição e estação do ano (Evans e O’Doherty, 2001). O ciclo estral em suínos tem um intervalo de 18 a 24 dias, consistindo em uma fase folicular com duração de 5 a 7 dias e uma fase luteínica, com duração de 13 a 15 dias.

Durante a fase folicular, a liberação de GnRH (hormônio liberador de gonadotrofinas) pelo hipotálamo estimula a secreção de FSH (hormônio folículo-estimulante) e LH (hormônio luteinizante) pela hipófise anterior. Com a elevação do FSH sérico, pequenos folículos antrais se desenvolvem em folículos pré-ovulatórios, pequenas estruturas localizadas nos ovários (Soede et al., 2011). À proporção que os folículos se desenvolvem, produzem estradiol, hormônio que quando em determinada concentração promove a liberação de uma onda massiva de LH, fase caracterizada pela manifestação do estro (figura 1). Com a ruptura do folículo e a liberação do óvulo – ovulação –, tem início a fase luteínica, caracterizada pelo desenvolvimento do corpo lúteo. Esse componente, formado após a ruptura do folículo, produz progesterona, o hormônio responsável pela manutenção da gestação (Knox, 2019; Lents et al., 2020). As concentrações hormonais que permeiam o período do estro são expressas na figura 1.

Figura 1 – Padrões hormonais reprodutivos antes e depois da ocorrência ovulação



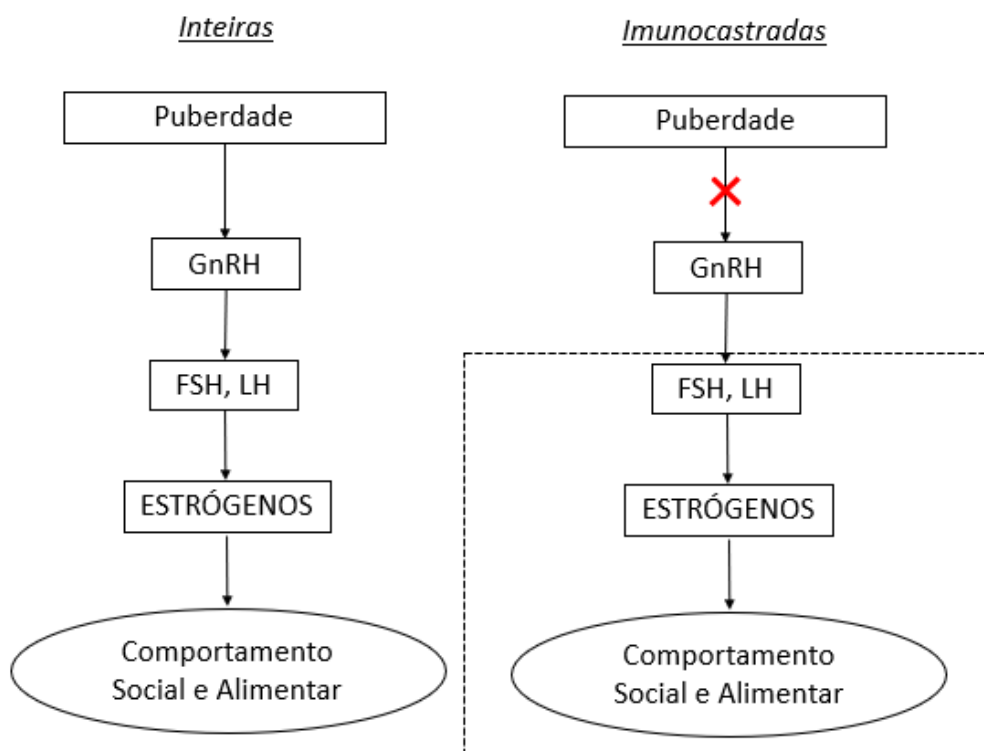
Fonte: Adaptado de Knox (2019).

Legenda: E2 = estradiol; GnRH = hormônio liberador de gonadotrofinas; LH = hormônio luteinizante; FSH = hormônio folículo-estimulante; P4 = progesterona.

O hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH) é um peptídeo originado no hipotálamo e possui ação no interior da hipófise anterior, através da indução da secreção do hormônio luteinizante (LH) e do hormônio folículo-estimulante (FSH). Essas duas gonadotrofinas, por sua vez, agem sobre as gônadas e se relacionam ao desenvolvimento das características sexuais (Oliveira, 2016). A imunização contra o GnRH, portanto, interrompe a conexão do hipotálamo com a hipófise.

A imunocastração consiste na aplicação de uma vacina contendo uma versão modificada de GnRH, uma substância análoga sintética em veículo aquoso carregada a uma proteína que induz o sistema imunológico a produzir anticorpos contra seu próprio fator de liberação de gonadotrofinas (GnRF). Desse modo, através da produção de anticorpos anti-GnRF, a inativação desse fator suprime o início do ciclo ovulatório em fêmeas, promovendo uma ação inibitória em cascata (Bohrer et al., 2014; Oliveira, 2016). A figura 2 representa o momento da interrupção hormonal pela ação da vacina de imunocastração e seu possível reflexo no comportamento animal.

Figura 2 – Representação esquemática da ação da imunização anti-GnRH



Fonte: A autora.

O protocolo vacinal consiste na aplicação de duas doses, sendo que após a segunda dose há a produção de elevados níveis de anticorpos anti-GnRF, com a promoção do efeito inibitório. Esse bloqueio é temporário, ocorrendo durante o período de imunidade da vacina (Oliveira, 2016; Rodrigues, 2016).

Sabe-se que a idade à puberdade é influenciada por fatores genéticos, variando entre diferentes linhagens (Lents et al., 2020). Desse modo, estudos são constantemente realizados e características altamente desejáveis para fêmeas reprodutoras são manipuladas através de cruzamentos por empresas do ramo de melhoramento genético, com a comercialização de linhagens maternas com diferentes parâmetros de eficiência reprodutiva (Faria et al., 2019; Magnabosco et al., 2014). A precocidade do estro, no entanto, traz prejuízos ao desempenho nos animais destinados ao abate.

Fêmeas oriundas de linhagens maternas selecionadas manifestam o estro precocemente, ao passo que em outras linhagens comerciais essa manifestação pode ser mais tardia. Nesse contexto, o efeito da vacina de imunocastração pode ser influenciado pela idade e pela linhagem dos animais. Através da imunização anti-GnRH se espera que a sintomatologia do estro não seja expressa, resultando em diferenças comportamentais

entre fêmeas inteiras e imunocastradas. Contudo, estudos sobre o comportamento social de fêmeas suínas imunocastradas são praticamente inexistentes.

2.2 ESPÉCIE SUÍNA: COMPORTAMENTO NATURAL E FUNCIONAMENTO BIOLÓGICO

Os suínos são animais onívoros e, sob condições naturais, dedicam grande parte do seu tempo ao ato de explorar o ambiente à procura de alimento (Studnitz et al., 2007). Na organização social, estabelecem várias relações de amizade e uma hierarquia, cuja efetividade é dependente de espaço e tamanho adequados para o grupo. Informações sensoriais, como o estímulo visual e olfativo, estão envolvidos diretamente no reconhecimento dos membros e na manutenção da estrutura social (Broom e Fraser, 2010). Conforme afirmado por McKenna et al. (2019), a forma como os estímulos ambientais afetam os animais e são traduzidos em respostas físicas e comportamentais é de extrema relevância para a análise do bem-estar animal.

De acordo com Turner (2010), o comportamento natural de suínos tem sido estudado em malhadas de javalis selvagens — sua espécie antecessora —, bem como em varas mantidas em condições naturais. Segundo o mesmo autor, a unidade social básica consiste na fêmea adulta e sua leitegada, não raro unindo-se a outras para formar grupos de duas a quatro fêmeas. Fêmeas desconhecidas raramente juntam-se ao grupo, o qual possui uma hierarquia estabelecida. Quando os machos da leitegada deixam o grupo, podem viver de forma solitária ou formar grupos com outros machos, reunindo-se com os grupos de fêmeas novamente durante a estação reprodutiva. Sabe-se que a espécie suína é capaz de reconhecer de vinte a trinta indivíduos diferentes. Animais que se reconhecem cumprimentam-se através de contato oral ou emitem grunhidos. Quando as fêmeas aproximam-se do momento do parto, estas caminham por longas distâncias com o intuito de selecionar um lugar isolado e protegido para formar o seu ninho. Então, carregam grama, galhos e outras vegetações e, se puderem, cobrem-se totalmente neste material antes de parir. A fêmea e sua ninhada permanecem nos arredores do ninho por até duas semanas antes de retornar e reunir-se com o restante do grupo. A ninhada é então, gradualmente integrada aos demais animais, desmamando-se aos quatro meses de idade, quando a frequência das mamadas começa a decair. Os animais jovens iniciam a ingestão de alimentos sólidos na quinta semana de vida, podendo, no entanto, continuar mamando (Turner, 2010). Na primeira semana pós-parto a atenção aos leitões é intensa, a frequência

de amamentação gira em torno de trinta vezes ao dia e, somente a partir do décimo dia a matriz retoma a convivência do grupo, ao mesmo tempo que vai diminuindo progressivamente o tempo dedicado à prole. Suínos em seu ambiente natural são desmamados de maneira gradual, assim como ocorre com a maioria dos outros mamíferos, a partir do momento em que as fêmeas saem do ninho à procura de alimento. Desta forma, ocorre a diminuição do contato com a mãe, diminuindo a ingestão de leite e aumentando cada vez mais a ingestão de alimentos sólidos (Silva et. al., 2014).

Fêmeas jovens possuem potencial para atividade reprodutiva cíclica, que tem início quando as condições ambientais são favoráveis (Lea e England, 2019). A puberdade e a maturidade sexual são influenciadas por fatores como idade, peso corporal, taxa de crescimento, nutrição e genética. De acordo com Vergara (2013), na ausência de interferências, a fêmea suína atinge a puberdade próximo aos 260 dias de vida. No entanto, sabe-se que a idade à puberdade é uma herança genética, precisamente uma característica poligênica e, como tal, é manipulada em programas de melhoramento genético (Lents et al., 2020). A idade ao primeiro estro é um indicador do potencial reprodutivo futuro. Em animais reprodutores, a puberdade precoce é uma característica altamente desejável, enquanto traz resultados negativos ao desempenho produtivo em animais de corte. Calderón Díaz et al. (2017) avaliaram o efeito de dietas com diferentes teores de lisina em cruzamentos de fêmeas suínas Large White x Landrace na idade ao primeiro estro. As fêmeas alimentadas com alto e médio teores de lisina atingiram a puberdade dez e seis dias antes, respectivamente, do que as fêmeas com baixo teor de lisina na dieta.

O ciclo estral, por sua vez, possui uma duração média de 21 dias e, neste período, a fêmea apresenta mudanças comportamentais, anatômicas e fisiológicas (Vergara, 2013). O ambiente materno durante o período pré e pós-natal influencia o crescimento de leitões, influenciando também sua performance reprodutiva subsequente. Quando superlotado ou sobrecarregado, o ambiente tende a exercer influência negativa em diversos parâmetros (Almeida, 2011).

Em sua pesquisa, Hötzel et al. (2005) caracterizam o comportamento de fêmeas suínas pré-parturientes criadas no sistema confinado e criadas no sistema intensivo ao ar livre. As porcas mantidas ao ar livre iniciaram a construção do ninho aproximadamente vinte e quatro horas prévias ao parto. Estas foram frequentemente observadas coletando pasto e organizando o ninho, bem como foram mais comumente vistas fuçando, comendo, em pé e caminhando, do que as confinadas. Por outro lado, as fêmeas confinadas

redirecionaram seu tempo a comportamentos como tentativas de escavar o piso, morder e fuçar partes da baia, comedouro e bebedouro. Ainda, estas foram mais frequentemente vistas inativas, deitadas, bebendo e mascando em falso. Deste modo, se infere que as fêmeas suínas confinadas direcionam sua motivação natural em construir o ninho para a interação com elementos da baia em que estão alojadas. Este grupo tende ainda a performar comportamentos anormais, não vistos nas fêmeas mantidas ao ar livre. Nota-se, assim, que o comportamento de fêmeas pré-parturientes é consideravelmente afetado pelo sistema de criação.

2.3 ANÁLISE DE COMPORTAMENTO

Assim como a fisiologia e a anatomia, o comportamento constitui o funcionamento geral de um animal. Ao tentar responder questões sobre como ele funciona, são empregados métodos investigativos nos quais a experiência vivenciada pelo animal é controlada e seus efeitos são avaliados (Broom e Fraser, 2010). Como uma variável de extrema importância, é fundamental nas adaptações das funções biológicas e representa a parte do organismo que interage com o meio externo. A observação das alterações comportamentais é considerada um dos métodos mais rápidos e práticos quando se avalia o bem-estar animal. Por meio dela, é possível mensurar o estado do indivíduo em relação ao seu ambiente (Baptista et al., 2011). A ausência de bem-estar pode resultar na redução do desempenho produtivo e reprodutivo (Morales et al., 2013), redução na qualidade da carne e distúrbios comportamentais. A causa destes problemas deve ser investigada para correção (Foppa et al., 2014).

A avaliação do comportamento é, contudo, uma tarefa complexa. Diversas variáveis que afetam a vida do indivíduo devem ser levadas em consideração. Neste contexto, é importante destacar que as definições de bem-estar devem sempre englobar as emoções que os animais vivenciam, o funcionamento do seu organismo e a interação animal – comportamento – ambiente. Sendo assim, a aplicação do princípio das cinco liberdades possibilita mensurar o bem-estar desde o nascimento até o abate, uma vez que este leva em consideração aspectos do ambiente e do próprio animal (Foppa et al., 2014). De acordo com Pacheco et al. (2012), as cinco liberdades resumem-se em: ausência de fome e sede, ausência de enfermidades, possibilidade de expressar o comportamento normal, ausência de medo e ansiedade e edificações e instalações adequadas.

2.4 BEM-ESTAR ANIMAL

Na discussão do bem-estar animal, a tarefa de definir o próprio conceito constitui o primeiro desafio, dada a complexidade do assunto e a ampla divergência observada entre os cientistas atuantes na área. De acordo com Manteca et al. (2013), a linha conceitual mais aceita o trata dentro de um enfoque multidimensional, abrangendo emoções, funcionamento biológico e comportamento natural. Segundo Afonso e Rabelo (2007), bem-estar animal tem sido definido como o equilíbrio entre o indivíduo e o ambiente em que se encontra. Outros autores sugerem ainda como definição, o “estado de harmonia entre o animal e seu ambiente, caracterizado por condições físicas e fisiológicas ótimas e alta qualidade de vida” (Phillips e Piggins, 1992). Sem dúvida, bem-estar relaciona-se intimamente com o conforto físico e mental. Este último remete ao grau de satisfação do animal com seu ambiente, sendo que o conforto físico se relaciona ao bom estado de saúde do indivíduo (Afonso e Rabelo, 2007). De acordo com Foppa et al. (2014), as definições de bem-estar englobam aspectos ligados ao funcionamento biológico dos animais e seu comportamento. Conforme avaliado, apesar de diversas caracterizações, parece existir um consenso de que três aspectos se sobressaem: o estado emocional do animal, o funcionamento biológico e a habilidade do animal de demonstrar o padrão normal de comportamento da espécie.

Segundo Rius et al. (2018), existe a carência de um melhor entendimento das emoções em animais, sendo este um importante objetivo em disciplinas como neurociência, por exemplo. Há, atualmente, poucas ferramentas confiáveis para medir como as emoções são expressas nas diferentes espécies. O comportamento lúdico, por exemplo, é reconhecido como indicador de estado emocional positivo em mamíferos, ao passo que ele diminui quando os animais experienciam situações negativas, como dor. O comportamento exploratório, a agressividade, a reatividade a humanos e o medo são os traços de personalidade mais estudados na espécie suína. O'Malley et al. (2019) realizaram extensa pesquisa com o intuito de propor a relação entre a personalidade, manejo e bem-estar em suínos. Os autores concluíram que os animais com personalidade reativa são mais influenciados pelo ambiente em que estão alojados do que os com personalidade proativa. Nos animais reativos, o ambiente exerceu influência na resposta imune, no comportamento de manipulação oral, na resposta em tarefas cognitivas, no comportamento lúdico e lesões gástricas, trazendo sérias implicações no manejo. O estudo atestou a relação entre personalidade, comportamento e características

fisiológicas. Ainda, os pesquisadores propõem que, uma vez que há herdabilidade nos traços de personalidade, estes podem ser selecionados no controle genético em programas de cruzamento, para o incremento do bem-estar animal e da produtividade.

Sabe-se que muitos dos problemas de bem-estar relacionam-se à situação de confinamento, a qual inviabiliza a expressão do comportamento natural da espécie. Visto que os animais são retirados de seu habitat, sendo manejados em espaços restritos, estes podem manifestar alguns distúrbios comportamentais em consequência ao estresse. Por exemplo, suínos alojados em ambientes fastidiosos podem desencadear comportamentos anômalos e estereotipados (Ludtke et al., 2014). Ludtke et al. (2014) definem estereotipias como comportamentos repetitivos sem função aparente, como tentativas de adaptar-se ao ambiente. De fato, o estresse não é uma causa e sim uma consequência, uma vez que consiste na tentativa do organismo de manter a homeostase (Afonso e Rabelo, 2007). Em relação ao ambiente, são indicadores de bem-estar animal, a pressão sonora, a temperatura e umidade (Tolon et al., 2010), a qualidade do ar, o espaço físico e limpeza. Sob o ponto de vista do animal, os aspectos fisiológicos, sanitários, produtivos, reprodutivos e comportamentais são, sem dúvida, valiosos indicadores (Foppa et al., 2014). De acordo com Faucitano et al. (2020), o enriquecimento ambiental resulta em suínos mais pesados e com maior quantidade de gordura, de modo que combate o estresse e auxilia no manejo dos animais.

2.5 PRÁTICA DA IMUNIZAÇÃO ANTI-GNRH NA PRODUÇÃO DE FÊMEAS SUÍNAS

A imunocastração vem sendo utilizada em fêmeas suínas como forma de evitar a manifestação do estro e a redução no consumo de alimento, característica nesse período (Rodrigues et al., 2018). Na perspectiva dos produtores, leitoas tratadas aumentam significativamente o ganho médio diário e o consumo de alimento, obtendo um peso maior ao abate (Nautrup et al., 2020). Bohrer et al. (2014) evidenciaram que leitoas imunizadas foram superiores em ganho de peso diário e eficiência alimentar em 4,7 e 3,2%, respectivamente, após a segunda dose. Soma-se a isso, a redução de problemas relacionados ao comportamento sexual de monta e interações agressivas (Di Martino et al., 2018), o que contribui para o bem-estar dos animais alojados em grupos. Diversos autores atestaram a correlação da vacina com a melhoria dos índices zootécnicos de fêmeas em terminação e seu reflexo na qualidade do produto final (Bona e Valle, 2018).

Por tratar-se de um método não-invasivo (Rodrigues, 2016), de fácil praticabilidade e que não promove dor aos animais, há perspectivas positivas na expansão do uso da técnica de imunocastração em fêmeas, como forma de aumentar o peso ao abate dos animais.

3 ARTIGO – IMMUNOCASTRATED FEMALE PIGS BEHAVIOUR

ABSTRACT

This study compared the behaviour of entire gilts and immunocastrated gilts at different ages. Were used 72 gilts from industrial crossbreeding (Agroceres x Topigs), with 15 weeks of age. The female pigs were distributed in 3 treatments according to a randomized design. The immunocastration vaccine was applied in two groups, six weeks before slaughter (I6) and four weeks before slaughter (I4). The non-immunized group (NI) was used for comparison. Due to the divergence in the time of immunization in the two groups, an individual comparison of each immunocastrated group with the control group (NI vs. I6 and NI vs. I4) was performed. Social behaviour was analysed through the collection of images by a monitoring camera and the analysis period was from 6 am to 6 pm, with behaviour observation at every ten minutes. Feeding behaviour data was collected by the automated FIRE[®] system. Anti-GnRH immunization did not influence most of the variables analysed. However, there was a variation in the eating behaviour of group I6, with a reduction in the number of visits to the feeder and an increase in food consumption per visit. These findings suggest the immunocastration vaccine suppresses the effects of the estrus period, while it does not directly affect social and feeding behaviour.

Keywords: estrus, gilts, immunocastration, welfare.

INTRODUCTION

Slaughter weight is economically significant for producers and swine meat industry, due increase the efficiency of the production process and, consequently, to reducing costs (Rodrigues et al., 2018b). The definition of slaughter weight for castrated males, consider fat content and feed conversion (Rosa et al., 2008; Vieira et al., 2004). And for females, also were considered reached of puberty, as it negatively affects the productive performance of animals (Hinson et al., 2012; Rodrigues, 2016).

The age at gilts puberty depends of birth season, diet, number of animals per group and male presence (Irgang et al., 1990), and are variations between and within lineages (Irgang, 1998). For example, Meishan swine females manifest sexual maturity between three and four months, while Duroc, Landrace, Large White and crossbred animals, between four and eight months of age (Irgang et al., 1992; Legault et al., 1983; Neal et al., 1989). The estrus behaviour initiates a hormonal cascade, decrease voluntary feed intake, and feed conversion (Shull, 2013; Hinson et al., 2012). As a way to suppress estrus, immunocastration is presented as an effective and non-invasive method. This technique acts to trigger synthesis of anti-GnRH antibodies, reducing its production and, release of gonadotropins, which causes temporary involution of the reproductive system (Bohrer et al., 2014).

Observing animal behaviour and compare with pre-established standards, is possible to measure the individual state and make inferences about welfare (Baptista et al., 2011; Broom and Fraser, 2010). Few studies approaching the influence of anti-GnRH vaccine on the social behaviour of swine females. There are no detectable effects in the short term on behaviour (Massei et al. 2008), however, increase weight gain (Van den Broeke et al. 2016), and less aggressivity (Di Martino et al., 2018). The aim of this experiment was comparing the social and feeding behaviour of non-immunocastrated and immunocastrated on swine females, with immunocastration at different ages.

MATERIAL AND METHODS

The study was carried out in Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brazil (Latitude: 29°41'29" S, longitude: 53°48'3" W, elevation: 139 m). The procedures adopted to conduct this experiment were in accordance with the provisions of Federal Law No.

11,794 of October 08, 2008, and Decree No. 6,899 of July 15, 2009, under case no. 5495110619 of the local Ethics Committee of Animal Use (CEUA).

Animals

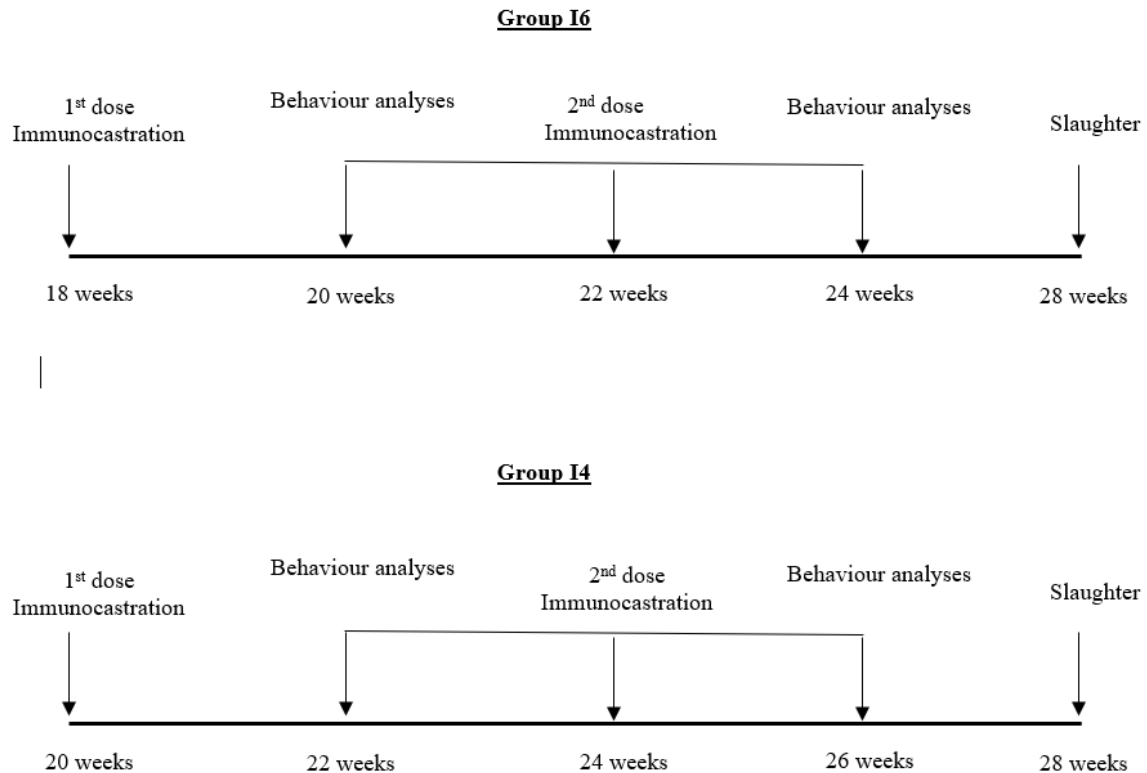
Seventy-two industrial crossbreeding female pigs (Agroceres x Topigs) were used, with average weight and age of 60 kg and 105 days and 120 kg and 150 days, at the beginning of the experiment and the end of the experimental period, respectively.

Experimental design and installations

The animals were housed in 6 pens with 15 m² of free area each (1.25 m² per female), in a facility with 3.2 m in height, curtain-sided, concrete floor and aluzinc with polystyrene roof. Each pen had 0.9 m high hollow dividers and was equipped with two drinkers and an automated FIRE® (Feed Intake Recording Equipment) feeding system. Ventilation management was through sided-curtains, and temperature and humidity data monitored with an electronic recorder (datalogger). The females received food and water *ad libitum*, ambience conditions were maintained for thermal comfort and, receiving 24 hours of light.

At the beginning of the experiment, the females were weighed and distributed to the treatments according to a completely randomized design, with 3 treatments and 24 repetitions, with an animal as an experimental unit. The treatments were: NI – non-immunocastrated females, I6 - immunocastrated six weeks before slaughter and I4 - immunocastrated four weeks before slaughter, according to the experimental scheme in Figure 1. The vaccines were administered by a Zoetis® technician, who administered two doses of Vivax®.

Figure 1 - Experimental scheme of treatment distribution and data analyses for groups I6 and I4.



Analyses of social behaviour

Social behaviour was collected through a monitoring camera positioned in each pen. To assess behavioural patterns, 4 females per pen were selected for individual analysis. The behaviour analysis period was 12 continuous hours - from 6 am to 6 pm. Observations were made every 10 minutes using focal sampling methodology per interval (Lehner, 1992) and totalled 72 events per day in each pen. The data of each behaviour were determined as percentages of the total time (i.e., 72 events observed per day lasting 10 minutes each (interval between samples), totalling 720 min per day (total time used to calculate the daily percentages of each behaviour)), according to the methodology proposed by Rydhmer et al. (2010) and Machado et al. (2017). The behavioural patterns observed were described in the ethogram in Table 1. Twice a day, the animals were inspected to check for external signs of estrus. In the presence of evidence that the females were in estrus, the reflex test at lumbar pressure was performed.

Table 1 – Ethogram with evaluated behavioural variables description.

Variable	Description
Eating	Presence on the feeder, not necessarily eating
Drinking	Presence on the drinker, not necessarily drinking water
Resting	Right or left lateral decubitus, eyes closed or open
Defecating	Defecation
Urinating	Urination
Sitting	Animal with the back legs bent and front legs supported on floor
Rooting	Exploring the environment with the snout
Standing	Animal with four legs supported on floor
Interacting	Interaction without aggression, like smelling another pig
Playing	Races that end in a stop or spin, or fall to the floor
Aggressivity	Any agonistic interaction - fights, disputes, chases, bites
Disturbed behaviour	Repetitive sucking or biting behaviour in any part of the body or pen

Considering that the application of the second dose of the vaccine occurred on different dates, comparisons were made between the control group and each of the treatments, individually: non-immunocastrated (NI) versus immunocastrated six weeks before slaughter (I6), and non-immunocastrated (NI) versus immunocastrated four weeks before slaughter (I4). From this, the data were divided to compare the effect of the immunocastration vaccine depending on the application of the second dose of the vaccine, being grouped by weeks: (before) two weeks before the second dose and (after) two weeks after the second dose. A completely randomized design was used, the data had normal distribution and the means were compared using the Student's t-test with a 5% significance level.

Analyses of feeding behaviour

Feeding behaviour data were collected by the FIRE® system, which identifies the animals by reading a chip on the ear. The data on the time of entry and exit of the feeder, weight of the animal at the entrance and exit of the feeder and the feed consumed at each visit were stored on a computer using the TEAM System® Software. The data was revised, eliminating data when the animal spent a lot of time in the feeder without feed consumption, and when entering and get out in less than 5 seconds. From this information,

the number of meals (visits), the average time per meal (in minutes), and the average food consumption (in kg) of the animals throughout the day were calculated.

The data of feeding behaviour was also separated in two groups for the comparisons: treatment NI with I6, and NI with I4, divided by weeks according to the application of the second dose of the immunocastration vaccine: (Before) two weeks before the dose and (After) two weeks after the dose. A completely randomized design was used and the variables had normal distribution, the comparison between treatments and weeks was performed using the Student's t-test with a 5% significance level.

RESULTS

Social behaviour

The results of the variables that determine the behaviour of non-immunocastrated (NI) and immunocastrated females six weeks before slaughter (I6) are shown in Table 2. The behaviours between groups at 20 weeks of age (before immunocastration) and at 24 weeks of age (after immunocastration) was similar ($P > 0.05$) when comparing the means between the groups (NI and I6), only sitting behaviour has a difference ($P < 0.05$).

Table 2 – Means and standard deviation of behaviour variables of non-immunocastrated (NI) and immunocastrated 6 weeks before slaughter (I6) swine females, before and after second dose of immunocastration vaccine.

Behaviour (%)	Treatment	Immunocastration period	
		Before dose (20 weeks of age)	After dose (24 weeks of age)
Resting	NI	76.40 (6.81) a	81.36 (3.75) a
	I6	77.01 (6.30) a	81.94 (4.07) a
Rooting	NI	9.96 (3.83) a	7.24 (2.77) a
	I6	11.58 (4.98) a	7.26 (3.96) a
Eating	NI	6.25 (1.20) a	5.24 (0.92) a
	I6	6.28 (1.54) a	5.47 (2.04) a
Sitting	NI	3.48 (1.41) a	1.86 (0.78) a
	I6	1.56 (0.99) b	0.98 (0.75) b
Drinking	NI	2.61 (0.79) a	1.05 (0.49) a

	I6	2.71 (1.05) a	1.35 (1.20) a
Interacting	NI	0.14 (0.44) a	1.97 (1.31) a
	I6	0.24 (0.37) a	1.70 (1.17) a
Standing	NI	0.62 (0.71) a	0.82 (0.79) a
	I6	0.34 (0.53) a	0.71 (0.62) a
Aggressivity	NI	0.17 (0.29) a	0.28 (0.33) a
	I6	0.14 (0.30) a	0.16 (0.23) a
Urinating	NI	0.20 (0.28) a	0.02 (0.09) a
	I6	0.10 (0.21) a	0.21 (0.33) a
Defecating	NI	0.05 (0.13) a	0.09 (0.17) a
	I6	0.00 (0.00) a	0.13 (0.22) a
Playing	NI	0.02 (0.09) a	0.03 (0.11) a
	I6	0.03 (0.10) a	0.05 (0.18) a
Disturbed behaviour	NI	0.00 (0.00) a	0.02 (0.09) a
	I6	0.00 (0.00) a	0.05 (0.13) a

*Before: Two weeks before second immunocastration dose;

*After: Two weeks after second immunocastration.

Lower case letters compare the columns by Student test.

Table 3 expresses the results of the variables that determine the behaviour of non-immunocastrated (NI) and immunocastrated females four weeks before slaughter (I4). The second dose of the vaccine had no influence ($P > 0.05$) on analysed variables.

Table 3 – Means and standard deviation of behaviour variables of non-immunocastrated (NI) and immunocastrated 4 weeks before slaughter (I4) swine females, before and after second dose of immunocastration vaccine.

Behaviour (%)	Treatment	Immunocastration period	
		Before dose (22 weeks of age)	After dose (26 weeks of age)
Resting	NI	79.63 (8.28) a	78.67 (4.09) a
	I4	75.48 (3.57) a	80.58 (3.93) a
Rooting	NI	9.19 (3.97) a	8.28 (3.14) a
	I4	9.97 (4.30) a	7.79 (2.71) a

Eating	NI	4.95 (2.39) a	5.95 (1.06) a
	I4	6.29 (1.29) a	5.89 (1.08) a
Sitting	NI	2.51 (2.03) a	3.19 (1.01) a
	I4	3.96 (1.50) a	1.79 (0.95) b
Drinking	NI	1.67 (0.87) a	1.62 (0.95) a
	I4	1.73 (1.05) a	1.67 (1.12) a
Standing	NI	0.72 (0.82) a	0.87 (1.03) a
	I4	1.57 (2.91) a	0.84 (0.79) a
Interacting	NI	0.94 (1.62) a	1.03 (1.09) a
	I4	0.78 (1.46) a	1.08 (1.53) a
Aggressivity	NI	0.25 (0.45) a	0.14 (0.31) a
	I4	0.10 (0.23) a	0.17 (0.23) a
Urinating	NI	0.11 (0.18) a	0.10 (0.23) a
	I4	0.09 (0.16) a	0.02 (0.08) a
Defecating	NI	0.00 (0.00) a	0.10 (0.18) a
	I4	0.03 (0.09) a	0.03 (0.10) a
Disturbed behaviour	NI	0.00 (0.00) a	0.05 (0.13) a
	I4	0.00 (0.00) a	0.09 (0.29) a
Playing	NI	0.00 (0.00) a	0.00 (0.00) a
	I4	0.00 (0.00) a	0.05 (0.19) a

*Before: Two weeks before second immunocastration dose;

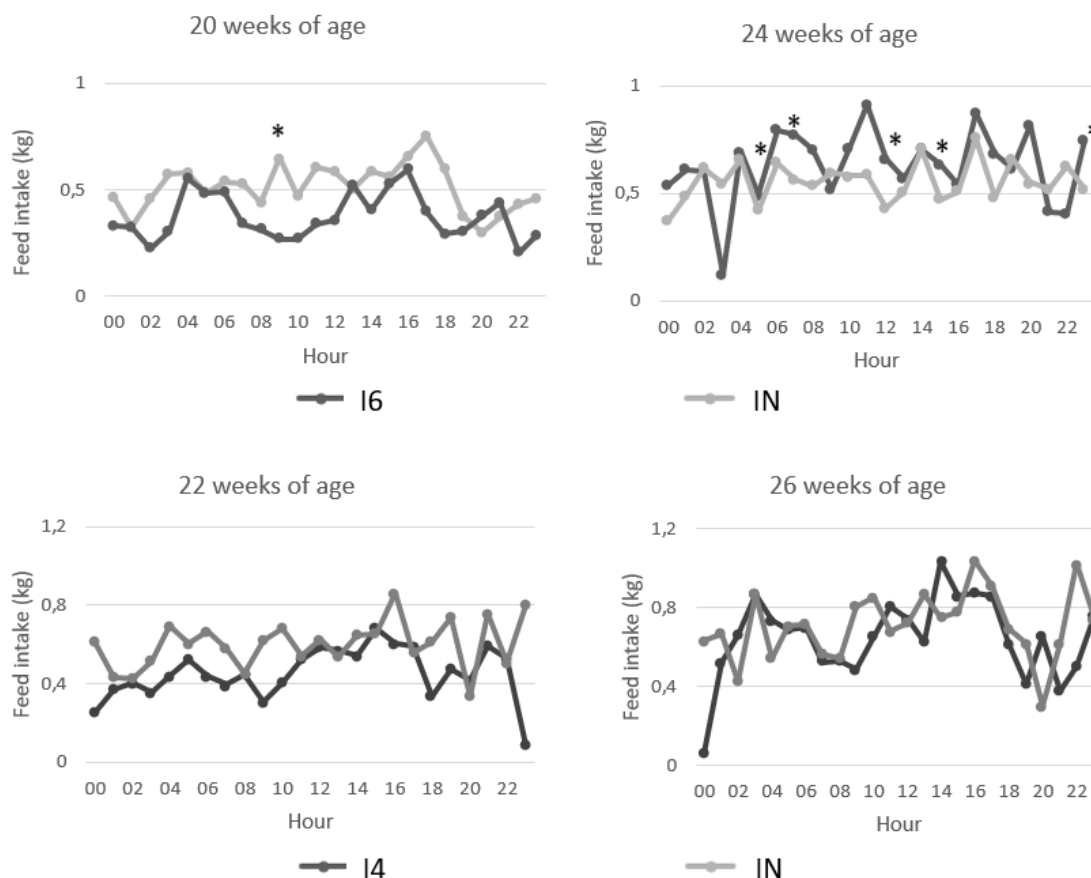
*After: Two weeks after second immunocastration.

Lower case letters compare the columns by Student test.

Feeding behaviour

Figure 2 shows the daily variation on feed intake per meal of non-immunocastrated (NI) and immunocastrated 6 weeks before slaughter (I6), had some differences in the morning (20 weeks of age) and morning and start od afternoon. And for non-immunocastrated (NI) and immunocastrated 4 weeks before slaughter (I4), were no differences between the groups along the day.

Figure 2 – Feed intake per meal (kg) along a day of non-immunocastrated (NI) and immunocastrated 6 (I6) and 4 (I4) weeks before slaughter in pig females, before (20 and 22 weeks) and after (24 and 26 weeks) the second dose of immunocastration vaccine.



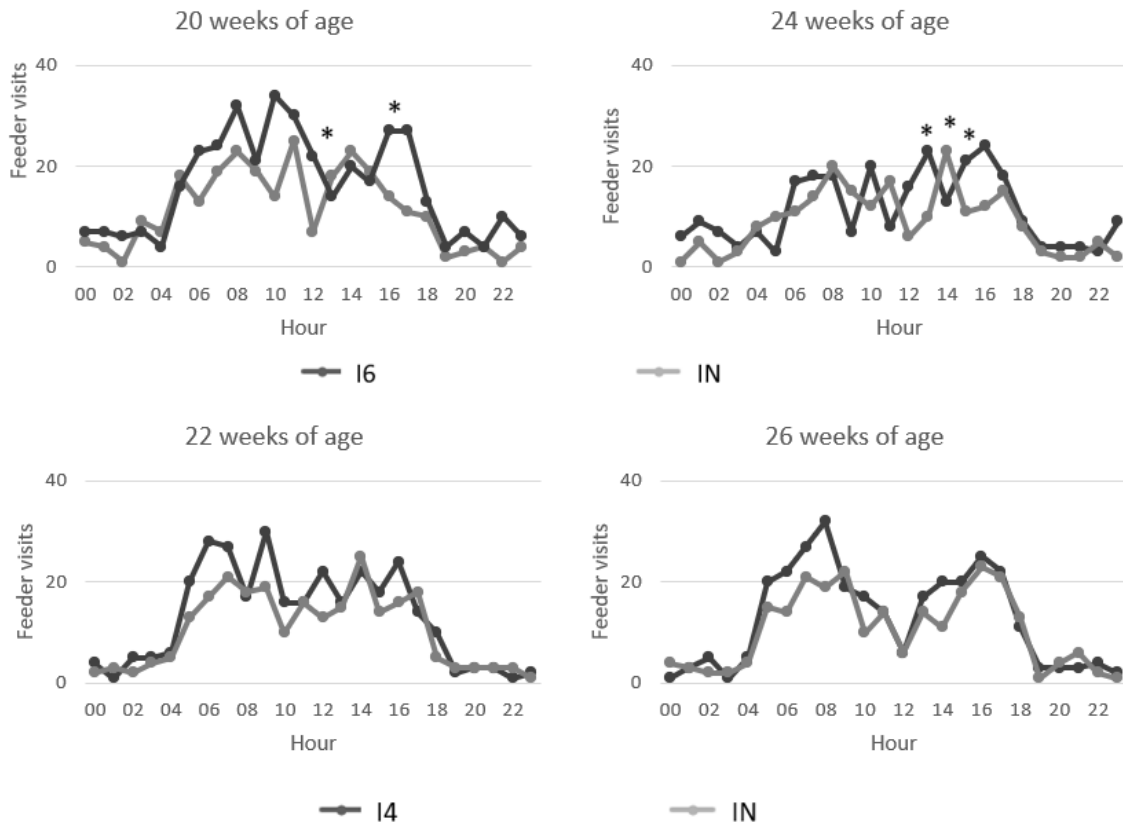
Week 20/22: two weeks before second immunocastration dose.

Week 24/26: two weeks after second immunocastration dose.

* Difference by Student test between the hours of day.

In Figure 3 are the observations of the number of daily visits to the feeder before and after the second dose of the immunocastration vaccine in immunocastrated swine females at 6 (I6) and at 4 (I4) weeks before slaughter compared to non-immunocastrated (NI). Females in group I6 showed a reduction in the number of visits to the feeder as a function of time ($P < 0.05$).

Figure 3 – Number of daily feeder visits during a day of non-immunocastrated (NI) and immunocastrated 6 (I6) and 4 (I4) weeks before slaughter in pig females, before (20 and 22 weeks) and after (24 and 26 weeks) the second dose of immunocastration vaccine.



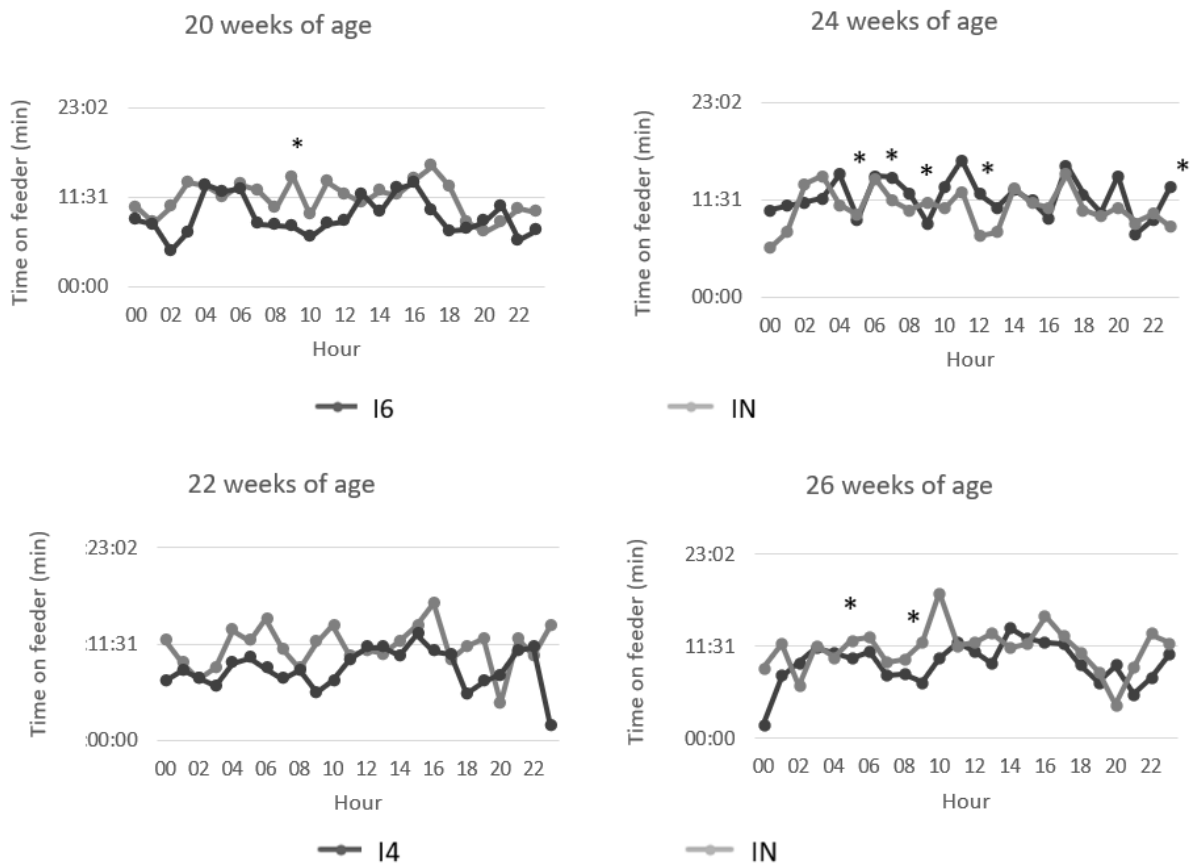
Week 20/22: two weeks before second immunocastration dose.

Week 24/26: two weeks after second immunocastration dose.

* Difference by Student test between the hours of day.

The distribution of average time per visit to the feeder is showed in Figure 4. At 24 weeks of age, after immunocastration (I6), had longer meals than the previous period.

Figure 4 – Time on feeder per meal (minutes) along a day of non-immunocastrated (NI) and immunocastrated 6 (I6) and 4 (I4) weeks before slaughter in pig females, before (20 and 22 weeks) and after (24 and 26 weeks) the second dose of immunocastration vaccine.



Week 20/22: two weeks before second immunocastration dose.

Week 24/26: two weeks after second immunocastration dose.

* Difference by Student test between the hours of day.

DISCUSSION

Social behaviour

Homeostasis is the key to understanding why an animal performs a certain behaviour, and the distribution of time for the different activities - time budgeting - allows the animals to perform the various tasks necessary for survival, regulated by feedback loops (Breed and Moore, 2016). It is unequivocal that the endocrine system is related to behaviour, with behavioural endocrinology studying the interaction between hormones and behaviour (Russart and Nelson, 2019).

The period in which females manifest estrus is marked by behavioural changes and reduced feed consumption and production performance. Immunocastration, an alternative technique to surgical castration, consists of applying a vaccine that suppresses the action of GnRH, blocking the release of LH and FSH, hormones with action on follicular maturation, as well as stimulate the secretion of ovarian hormones affecting social behaviour (Rodrigues, 2016).

Thus, with immunocastration vaccine as a form of hormonal suppression, it is expected that behavioural changes will be manifested by females. The hypothesis tested in this study was that immunocastrated females have their social and feeding behaviours altered when compared to non-immunocastrated females.

Analysing the social behaviour between groups I6 and IN, the results were similar, growing pigs showed a daytime rhythm of activity, composed of social interactions and exploratory activities, spending approximately 70% of the time inactive. The active period represented about 30% of the time and included movement, standing and lying periods, food and water intake and social and aggressive behaviour (Maselyne et al. 2014). In the present study, lying behaviour was not considered, as it is inserted in the resting variable, which could explain the small difference. The most frequent activities presented by the females in the termination phase were, in decreasing order, resting, rooting and eating, representing about 94% of the total activities observed in the period.

The results of week 20 (before immunocastration) are similar to those of Brouns and Edwards (1994), in which they concluded that sows fed *ad libitum*, in a period of 24 hours, spend about 1.5h (6.25%) with feed intake. Some studies have attested that the consumption of food by pigs housed individually is higher than that of animals housed in groups, also differing in feeding patterns (Ellis and Augspurger, 2000). On the other hand, Gonyou et al. (1992) found that pigs housed individually or in groups, without considering sexual category, employ an average of 9.7% of the time in this activity.

There was influence of the period in the time that the females remained resting, being verified that 76.7% and 81.6% of the sampled time was dedicated to this activity, before and after the immunocastration, respectively. A possible explanation for these results may be linked to the thermal increase related to the increase in weight of the animals, which implies a decrease in the frequency of feeding behaviour (Massari et al., 2015).

In the literature, there is evidence that eating behaviour is affected by body weight. As the live weight increases, the number of visits to the feeder decreases, increasing feed

intake per visit and the consumption rate, which results in a decrease in the time of occupation of the feeder (Hyun et al., 1997).

At 22 weeks of age, females in the NI group resting more and spent less time feeding and sitting compared to females in the I4 group. This difference, however, is not significant enough to conflict with the existing literature. Without consider treatment, 93% of the time, the females were resting, rooting, and eating.

At 26 weeks of age, the time that females in the NI group in resting are the same of the previous period. In females in group I4, a higher percentage of this behaviour was found in relation to week 22, attributed to the period related to the increase in weight of the animals (Massari et al., 2015). Still, similarly to group I6, group I4 reduced feeding time, which confirms the study by Hyun et al. (1997).

Resting behaviour was the most frequently observed. In the second week after the second dose of immunocastration, the maximum value for this activity was reached for treatments I6 and I4. In contrast to mice, rats, and savage pigs, domestic pigs rest most of the dark period (Špinková, 2009). It is known that the behaviour in savage pigs is influenced by seasonal patterns. Several authors have reported an increase in inactivity when temperature rises (Gerard and Campan, 1988; Mauget et al., 1984). In the present study, however, the time limitation made it impossible to affirm the existence of any influence caused by seasonal variation.

There was no effect of immunocastration on rooting behaviour. In the post-immunocastration week, this variable presented a numerical decline for all groups, being more accentuated in the immunocastrated groups. The act of rooting is an innate behaviour of pigs, and the fraction of time dedicated to this activity is remarkable. Although the swine are intensity domesticated, exploratory behaviour keeps them aware of the availability of resources, essential for their survival when in natural conditions (Machado et al., 2017). The habit of exploring is dependent on the environment in which the animals live, and finishing pigs housed in enriched environments considerably increase the frequency of this activity (Zwicker et al., 2012).

Immunocastration caused a decrease ($P < 0.05$) in the frequency that the animals spent sitting. In the NI group, there was a decrease (vs. I6) and an increase (vs. I4) in the frequency for this variable, indicating no time influence. In a study by Rodrigues et al. (2018a), the sitting behaviour was not altered by the female immunocastration.

According to a study conducted on young swine females, 75% of daily water consumption is associated with visits to the feeder, 25% carried out in the pre-meal period

(Bigelow and Houpt, 1988). All groups progressively reduced access to drinkers, demonstrating no vaccine effect.

The results for the standing behaviour demonstrate the lack of an immunocastration effect on this variable. In contrast, Rodrigues et al. (2018a) attested to a decrease in time spent standing for immunized females, when compared to entire females.

Playing behaviour is related to pleasure and welfare in young animals (Massari et al., 2015). In the present study, the playing and interacting between the females did not show variation. Likewise, aggressivity and disturbed behaviour were not influenced by immunocastration. This result contradicts the reports of Di Martino et al. (2018), who attested less aggressivity in immunocastrated pig females.

Feeding behaviour

Daza et al. (2016) demonstrated a lower feed intake after the first dose of the immunocastration vaccine in pig females, when comparing with non-immunocastrated females. The authors suggest that the effect of the first dose used in the study had a negative influence on growth characteristics. However, after complete immunization, the immunocastrated animals resulted in carcasses with higher levels of fat than non-immunocastrated.

Some studies in swine females show that differences in weight start one month after the application of the second dose and remain until 14 weeks after, having their maximum difference 70 days after immunization (Gómez-Fernandez et al., 2013). Therefore, to obtain the maximum benefit in weight gain, the ideal average interval between the second application and slaughter is close to 10 weeks. In contrast, Bohrer et al. (2014) observed better performance gains one month after immunization in females slaughtered 10 weeks after the second dose.

It is defined that reproductive function can be blocked metabolically. Therefore, the reason for the better result of immunocastrated females is probably the interruption of the metabolic effects triggered by estrus, which has its effects more suppressed when later slaughter. The activities related to reproduction are then converted into others. In addition, the role of hormonal factors correlated with changes in feeding behaviour is relevant, since GnRH is responsible for triggering a series of events, including decrease in serum progesterone (Van den Broeke et al., 2016). However, it is known that other hormones

play an important role in regulating appetite, such as leptin (Barb et al., 2005; Barb et al., 2008).

The frequency of feeder visits has a defined period during the day, being predominantly in the early morning until late afternoon - from 5 to 17 hours. This result is similar to the data by Gonyou et al. (1992), who defined that the feeding period in housed pigs has a daytime distribution, with a peak between 8 and 16 hours.

Females in group I6 showed a reduction in the number of visits to the feeder as a function of time. While visits decreased, there was an increase in feed consumed per visit, denoting the influence of immunocastration. Although studies on the effect of the anti-GnRH vaccine on the feeding behaviour of female pigs are still inconsistent, Weiler et al. (2013) found similar results, immunocastration was associated with a 50% reduction in the number of daily meals, accompanied by an increase in the duration of meal. In contrast, Schmidt et al. (2011) attested to a shorter duration of the feeding period in the immunocastrated groups when comparing them with surgically castrated.

Massei et al. (2008) concluded that the behaviour was influenced by the vaccination and experimental periods, but not by the treatment. The authors attested that the behavioural differences between the control group and the treated females, before and after the anti-GnRH vaccine, were due to an effect of time instead of vaccine treatment. The variations, in both groups, due because changes in eating and resting time. In the first period, both groups progressively spent more time eating and less time resting when autumn approached. In the second period, both groups progressively spent less time eating and more time resting when summer approached. Thus, the proportion of active time differed according to the period, but was not affected by the treatment.

In the present study, the temperature showed a minimum of 15.2 °C and a maximum of 33.9 °C, with an average of 22.6 °C. During most of the experiment, the oscillation remained close to the average, with no significant influence on behaviour.

At 24 weeks of age, after immunocastration, group I6 had longer meals than the previous period. Conversely, a series of studies on automated and conventional feeders show that during the daily peak of consumption, pigs food pattern varies, with a decrease in the time of feeder presence and feed intake per visit, with an increase in the consumption rate. Thus, animals increase the speed of feed intake (Ellis and Augspurger, 2000). This pattern was not observed in the present study, whereas between 6 and 17 hours, females remain more time on feeder.

It is noteworthy that the use of automated feeding stations, despite providing accurate individual data on the feed intake and feeding behaviour of pigs housed in groups, allows only one animal at a time to access the feeder. As a result, there is the possibility of a dispute for access to the food, or change eating time, factors that may reflect in the results.

The hypothesis tested in the study was not confirmed, since the immunocastration vaccine did not significantly alter the behaviour of female pigs. A possible explanation for these results is that at 24 and 26 weeks of age, females in the NI group would not have started their reproductive cycle. According to Lea and England (2019), puberty in swine females usually manifests between 6 and 8 months of life. According to Fontes and Rodrigues (2014), puberty in gilts occur between 131 and 201 days of age, however, there is the influence of numerous individual variables linked to triggering this event. It is known that age at puberty is influenced by the lineage of animals (Lents et al., 2020). Considering the industrial crossbreeding used in the study, at 24 and 26 weeks of age, it is possible that the NI group did not manifest estrus, which would explain the absence of differences in results.

It is widely accepted that after the second dose of immunization, male pigs reduce their aggressivity and sexual behaviour. This increase feeder visits and, consequently, increase feed intake (Rodrigues et al., 2018b; Zamaratskaia et al., 2008). In the same way, females are expected to redirect estrus related behaviours to other activities, since immunocastration provides total suppression of reproductive cyclicity and reduced aggression (Dalmau et al., 2015; Di Martino et al., 2018). This suppression, including the levels of serum progesterone, the involution of the ovaries and uterus and leads to increase growth rate and feed consumption after the second dose (Dalmau et al., 2015; Dunshea and McCauley, 2001; Gómez -Fernandez et al., 2013; Jhonset et al., 2017; Rodrigues et al., 2018b; Van den Broeke et al., 2016).

Considering the time after slaughter of the second dose, Sattler et al. (2014) found no influence on growth, feed intake and carcass quality in male pigs. Regarding the behaviour of females, the literature is still very limited.

CONCLUSION

Immunocastration did not show any significant influence on the analysed behaviour variables. The effect of time or age was not relevant to the analysed period. No

signs of estrus were detected, so the results indicate that anti-GnRH vaccination in swine females is efficient, as it contributes to animal welfare, without directly influencing social and feeding behaviour.

ACKNOWLEDGEMENTS

The project was supported by the National Council of Scientific and Technological Development (CNPq), through the granting of a postgraduate scholarship and financial resources to carry out the experiment (Chamada Universal 425055/2016-7).

REFERENCES

Baptista, R.I.A.A., Bertani, G.R., Barbosa, C.N., 2011. Welfare indicators in swine. *Ciência Rural*, 41 (10), 1823-1830. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782011005000133>.

Barb, C.R., Hausman, G.J., Czaja, K., 2005. Leptin: A metabolic signal affecting central regulation of reproduction in the pig. *Domestic Animal Endocrinology*, 29 (1), 186-192. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2005.02.024>

Barb, C.R., Hausman, G.J., Lents, C.A., 2008. Energy Metabolism and Leptin: Effects on Neuroendocrine Regulation of Reproduction in the Gilt and Sow. *Reproduction in Domestic Animals*, 43 (s2), 324-330. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0531.2008.01173.x>.

Bigelow, J.A., Houpt, T.R., 1988. Feeding and drinking patterns in young pigs, *Physiology & Behavior*, 43 (1), 99-109. [https://doi.org/10.1016/0031-9384\(88\)90104-7](https://doi.org/10.1016/0031-9384(88)90104-7).

Bohrer, B.M., Flowers, W.L., Kyle, J.M., Johnson, S.S., King, V.L., Spruill, J.L., Thompson, D.P., Schroeder, A.L., Boler, D.D., 2014. Effect of gonadotropin releasing factor suppression with an immunological on growth performance, estrus activity, carcass characteristics, and meat quality of market gilts, *Journal of Animal Science*, 92 (10), 4719-4724. <https://doi.org/10.2527/jas.2014-7756>.

Brasil, 2008. Normativa nº 56 de 2008 – Recomendações de Boas Práticas de Bem-Estar para Animais de Produção e de Interesse Econômico. <https://www.gov.br/agricultura/pt->

br/assuntos/sustentabilidade/bem-estar-animal/arquivos/arquivos-legislacao/in-56-de-2008.pdf.

Breed, M.D., Moore, J., 2016. Homeostasis and Time Budgets. *Animal Behavior*, second ed., cap. 4, pp. 109-144.

Broom, D.M., Fraser, A.F., 2010. *Comportamento e bem-estar de animais domésticos*, 438p.

Brouns, F., Edwards, S.A., 1994. Social rank and feeding behaviour of group-housed sows fed competitively or *ad libitum*. *Applied Animal Behaviour Science*, 39 (3-4), 225-235. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(94\)90158-9](https://doi.org/10.1016/0168-1591(94)90158-9).

Dalmau, A., Velarde, A., Rodriguez, P., Pedernera, C., Llonch, P., Fabrega, E., Casal, N., Mainau, E., Gispert, M., King, V., Sloomans, N., Thomas, A., Mombarg, M., 2015. Use of an anti-GnRF vaccine to suppress estrus in crossbred Iberian female pigs. *Theriogenology*. 84 (3), 342-347. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.03.025>.

Daza, A., Latorre, M.A., Olivares, A., López Bote, C.J., 2016. The effects of male and female immunocastration on growth performances and carcass and meat quality of pigs intended for dry-cured ham production: A preliminary study. *Livestock Science*, 190, 20-26. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2016.05.014>.

Di Martino, G., Scollo, A., Garbo, A., Lega, F., Stefani, A.L., Vascellari, M., Natale, A., Zuliani, F., Zanardello, C., Tonon, F., Bonfanti, L., 2018. Impact of sexual maturity on the welfare of immunocastrated v. entire heavy female pigs. *Animal*. 12 (8), 1631-1637. <https://doi.org/10.1017/S1751731117003135>.

Dunshea, F.R., McCauley, I., 2001. Immunization of pigs against gonadotrophin releasing factor (GnRF) prevents boar taint and affects boar growth and behaviour. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, 13, 65-71.

Ellis, M., Augspurger, N., 2000. Feed Intake in Growing-Finishing Pigs. *Swine Nutrition*, second ed., pp. 447-468.

Fontes, D.O., Rodrigues, L.A., 2014. Curvas de crescimento em leitoas, in: ABCS (Eds.), *Produção de Suínos - Teoria e Prática*, first ed. cap. 7.4., pp. 266-271.

Gerard, J.F., Campan, R., 1988. Variabilité eco-ethologique chez le sanglier europeen: comparasion des travaux français. *Cah. Ethol. Appl.* 8, 63–130.

Gómez-Fernández, J., Horcajada, S., Tomás, C., Gómez-Izquierdo, E., de Mercado, E., 2013. Efecto de la inmunocastración y de la castración quirúrgica sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal en cerdas Ibéricas de cebo. *ITEA*. 109 (1), 33-48.

Gonyou, H.W., Chapple, R.P., Frank, G.R., 1992. Productivity, time budgets and social aspects of eating in pigs penned in groups of five or individually. *Applied Animal Behaviour Science*, 34 (4), 291-301. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(05\)80090-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(05)80090-5).

Hinson, R.B., Galloway, H.O., Boler, D.D., Ritter, M.J., McKeith, F.K., Carr, S.N., 2012. Effects of feeding ractopamine (Paylean) on growth and carcass traits in finishing pigs marketed at equal slaughter weights. *The Professional Animal Scientist*, 28 (6), 657-663. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30425-3](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30425-3).

Hyun, Y., Ellis, M., McKeith, F.K., Wilson, E.R., 1997. Feed intake pattern of group-housed growing-finishing pigs monitored using a computerized feed intake recording system. *Journal of Animal Science*, 75 (6), 1443-1451. <https://doi.org/10.2527/1997.7561443x>.

Irgang, R., 1998. Limites fisiológicos do melhoramento genético de suínos. XXXV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia – Simpósios, pp. 355-369.

Irgang, R., Scheid, I.R., Fávero, J.A., 1990. Aumento do peso e redução da idade à puberdade de leitoas através dos cruzamentos. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, Comunicado Técnico 151, 3p.

Irgang, R., Scheid, I.R., Fávero, J.A., Wentz, I., 1992. Daily gain and age and weight at puberty in purebred and crossbred Duroc, Landrace and Large White gilts. *Livestock Production Science*, 32 (1), 31–40. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(12\)80010-8](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(12)80010-8).

Jhonset, J., Samaniego, B., Arianeth, Y., Arcia, S., 2017. Desempeño productivo, características de canal y calidad de carne en cerdas inmunocastradas. Proyecto Especial de Graduación presentado como requisito, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras.

Lea, R., England, G.C.W., 2019. Puberty and Seasonality. *Veterinary Reproduction and Obstetrics*, tenth ed., pp. 54-62.

Legault, C., Caritez, J.C., Dupont, C., Gogue, J., 1983. L'expérimentation sur le porc chinois en France I. Performances de reproduction en race pure et en croisement. *Genetics Selection Evolution*, 15 (2), 225–240. <https://doi.org/10.1186/1297-9686-15-2-225>.

Lehner, P.N., 1992. Sampling methods in behavior research. *Poultry Science*, 71 (4), 643-649. <https://doi.org/10.3382/ps.0710643>.

Lents, C.A., Lindo, A.N., Hileman, S.M., Nonneman, D.J., 2020. Physiological and genomic insight into neuroendocrine regulation of puberty in gilts. *Domestic Animal Endocrinology*, p. 106446. <https://doi.org/10.1016/j.domaniend.2020.106446>.

Machado, S.P., Caldara, F.R., Foppa, L., de Moura, R., Gonçalves, L.M.P., Garcia, R.G., de Oliveira, G.F., 2017. Behavior of pigs reared in enriched environment: Alternatives to extend pigs attention. *PloS One*, 12 (1), 1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168427>.

Maselyne, J., Saeys, W., De Ketelaere, B., Briene, P., Millet, S., Tuytens, F., Van Nuffel, A., 2014. How do fattening pigs spend their day? *Proceedings of the 6th International Conference on the Assessment of Animal Welfare at Farm and Group Level*. Clermont-Ferrand, France, p. 157.

Massari, J.M., Curi, T.M.R. de C., Moura, D.J., Medeiros, B.B.L., Salgado, D.D., 2015. Behavioral characteristics of different gender division of growing and finishing swine in “wean to finish” system. *Engenharia Agrícola*, 35 (4), 646-656. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n4p646-656/2015>.

Massei, G., Cowan, D.P., Coats, J., Gladwell, F., Lane, J.E., Miller, L.A., 2008. Effect of the GnRH vaccine GonaCon on the fertility, physiology and behaviour of wild boar. *European Journal of Wildlife Research*, 35 (6), 540-547. <https://doi.org/10.1071/WR07132>.

Mauget, R., Campan, R., Spitz, F., Dardaillon, M., Janeau, G., Pepin, D., 1984. Synthèse des connaissances actuelles sur la biologie du sanglier, perspectives de recherche, in: Spitz, F., Pepin, D. (Eds.), ‘Symposium International sur le Sanglier’. Coll. INRA: Toulouse, pp. 15–50.

Neal, S.M., Johnson, R.K., Kittok, R.J., 1989. Index selection for components of litter size in swine: response to five generations of selection. *Journal of Animal Science*, 67 (8), 1933–1945. <https://doi.org/10.2527/jas1989.6781933x>.

Rodrigues, L.A., 2016. Efeito da imunização anti-GnRH e da suplementação de ractopamina no desempenho e atividade reprodutiva de fêmeas suínas em terminação. Dissertação (M.Sc.), Universidade Federal de Minas Gerais.

Rodrigues, L.A., Almeida, F.R.C.L., Ferreira, F.N.A., Allison, J., Prezotti, G.P.S., Reis, L.G., Souza Júnior, D.M., Fontes, D.O., 2018a. Assessment of ractopamine supplementation and immunization against GnRH effects on behavioral traits and human-pig interaction in heavy weight market gilts. *Applied Animal Behaviour Science*, 207, 20-25. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2018.07.008>.

Rodrigues, L.A., Almeida, F.R.C.L., Peloso, J.V., Ferreira, F.N.A., Allison, J., Fontes, D.O., 2018b. The effects of immunization against gonadotropin-releasing hormone on growth performance, reproductive activity and carcass traits of heavy weight gilts. *Animal*. 13 (6), 1326-1331. <https://doi.org/10.1017/S1751731118003099>.

Rosa, A.F., Gomes, J.D.F., Martelli, M.R., Amaral, P.J., Lima, C.G., Balieiro, J.C.C., 2008. Características de carcaça de suínos de três linhagens genéticas em diferentes idades ao abate. *Ciência Rural*. 38 (6), 1718-1724. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000600035>.

Russart, K.L.G., Nelson, R.J., 2019. Hormones and Behavior: Basic Concepts. *Encyclopedia of Animal Behavior*, second ed., pp. 51-60.

Rydmer, L., Lundström, K., Andersson, K., 2010. Immunocastration reduces aggressive and sexual behaviour in male pigs. *Animal*. 4 (6), 965-972. <https://doi.org/10.1017/S175173111000011X>.

Sattler, T., Sauer, F., Schmoll, F., 2014. Effect of time of second GnRH vaccination on feed intake, carcass quality and fatty acid composition of male fatteners compared to entire boars and barrows. *Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift*, 127 (7-8), 290-296. <https://doi.org/10.2376/0005-9366-127-290>.

Schmidt, T., Calabrese, J.M., Grodzycski, M., Paulick, M., Pearce, M.C., Rau, F., von Borell, E., 2011. Impact of single-sex and mixed-sex group housing of boars vaccinated against GnRF or physically castrated on body lesions, feeding behaviour and weight gain. *Applied Animal Behaviour Science*, 130 (1), 42-52. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2010.11.019>.

Shull, C. M., 2013. Modeling growth of pigs reared to heavy weights. Thesis (Ph.D), Graduate College of the University of Illinois.

Špinko, M., 2009. Behaviour of pigs, in: Jensen, P. (Ed.), *The Ethology of Domestic Animals: An Introductory Text*, second ed. CAB International, Wallingford, p. 177.

Van den Broeke, A., Leen, F., Aluwé, M., Ampe, B., Van Meensel, J., Millet, S., 2016. The effect of GnRH vaccination on performance, carcass, and meat quality and hormonal regulation in boars, barrows, and gilts. *Journal of Animal Science*. 94 (7), 2811-2820. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-0173>.

Vieira, A.A., Barbosa, H.C.A., Almeida, F.Q., Souza, R.M., Campos, J.F., 2004. Qualidade da carcaça de suínos machos e fêmeas, abatidos em diferentes pesos, alimentados com dietas contendo dois níveis de energia líquida, sob restrição alimentar na fase de terminação. *Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida*. 24 (1), 155-160.

Weiler, U., Götz, M., Otto, M., 2013. Influence of sex and immunocastration on feed intake behavior, skatole and indole concentrations in adipose tissue of pigs. *Animal*. 7 (2), 300-308. <https://doi.org/10.1017/S175173111200167X>.

Zamaratskaia, G., Rydhmer, L., Andersson, H.K., Chen, G., Lowagie, S., Andersson, K., Lundström, K., 2008. Long-term effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone, using Improvac™, on hormonal profile and behaviour of male pigs. *Animal Reproduction Science*, 108 (1-2), 37-48. <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2007.07.001>.

Zwicker, B., Gygax, L., Wechsler, B., Weber, R., 2012. Influence of the accessibility of straw in racks on exploratory behaviour in finishing pigs. *Livestock Science*, 148 (1-2), 67-73. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.05.008>.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica de imunocastração em fêmeas mostra-se promissora, ao passo que contribui para o bem-estar animal, estando aliada à busca pela otimização da eficiência de produção de carne suína. Através da supressão dos efeitos do estro, é possível evitar o reduzido consumo dessa categoria durante o estabelecimento da puberdade, possibilitando a obtenção de carcaças mais pesadas.

A imunização das fêmeas não manifestou influência significativa em nenhuma das variáveis analisadas. Ademais, não foi detectado sinal de estro em nenhum dos animais. É digno de nota que o intervalo entre a aplicação da segunda dose e o abate, bem como os efeitos da vacina no comportamento social e ingestivo, com a utilização de diferentes modelos de estação alimentar, carecem de novos estudos.

Por fim, este estudo possibilitou a reunião e obtenção de informações de forma a contribuir para a edificação e atualização do conhecimento técnico-científico na área.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Afonso, E. R., Rabelo, R. N., Comportamento e bem-estar suíno, Pubvet, v. 1, n. 8, p. 1982-1263, 2007.

Almeida, M., Efeito do peso ao nascer e do tamanho da leitegada ao nascimento no desempenho de fêmeas puras Landrace até a puberdade, Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 44p., 2011.

Baptista, R. I. A. A., Bertani, G. R., Barbosa, C. N., Welfare indicators in swine, Ciência Rural, v. 41, n. 10, p. 1823-1830, 2011.

Bohrer, B. M.; Flowers, W. L.; Kyle, J. M.; Johnson, S. S.; King, V. L.; Spruill, J. L.; Thompson, D. P.; Schroeder, A. L.; Boler, D. D. Effect of gonadotropin releasing factor suppression with an immunological on growth performance, estrus activity, carcass characteristics, and meat quality of market gilts, Journal of Animal Science, v. 92, n. 10, p. 4719-4724, 2014.

Bona, G. A.; Valle, G. R. Influência da Imunização Anti-Gnrh sobre o desempenho zootécnico de fêmeas suínas, *Sinapse Múltipla*, v. 7, n. 2, p. 117-120, 2018.

Broom, D. M., Fraser, A. F., *Comportamento e bem-estar de animais domésticos*, 438p., 2010.

Calderón Díaz, J. A.; Vallet, J. L.; Boyd, R. D.; Lents, C. A.; Prince, T. J.; DeDecker, A. E.; Phillips, C. E.; Foxcroft, G.; Stalder, K. J. Effect of feeding three lysine to energy diets on growth, body composition and age at puberty in replacement gilts, *Animal Reproduction Science*, v. 184, p. 1-10, 2017.

Dalmau, A.; Velarde, A.; Rodriguez, P.; Pedernera, C.; Llonch, P.; Fabrega, E.; Casal, N.; Mainau, E.; Gispert, M.; King, V.; Sloomans, N.; Thomas, A.; Mombarg, M. Use of an anti-GnRF vaccine to suppress estrus in crossbred Iberian female pigs, *Theriogenology*, v. 84, n. 3, p. 342-347, 2015.

Di Martino, G., Scollo, A., Garbo, A., Lega, F., Stefani, A. L., Vascellari, M., Natale, A., Zuliani, F., Zanardello, C., Tonon, F., Bonfanti, L., Impacto f sexual maturity on the welfare of immunocastrated v. entire heavy female pigs, *Animal*, v. 12, n. 8, p. 1631-1637, 2018.

Dias, C. P., Silva, C. A., Manteca, X., *Bem-estar dos suínos*, 403p., 2016.

Dunshen, F. R.; McCauley, I. Immunization of pigs against gonadotrophin releasing factor (GnRF) prevents boar taint and affects boar growth and behaviour, *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*, v. 13, 2001.

Evans, A. C. O.; O'Doherty, J. V. Endocrine changes and management factors affecting puberty in gilts, *Livestock Production Science*, v. 68, n. 1, p. 1-12, 2001.

Faria, V. R.; Pinho, R. O.; Camilo, B. S.; Guimarães, J. D.; Fonseca e Silva, F.; Lopes, P. S.; Silva, P. V.; Teixeira, S. A.; Veroneze, R.; Penitente-Filho, J. M.; Guimarães, S. E. F. Genes expression and phenotypic differences in corpus luteum and cumulus cells of commercial line and piau breed gilts, *Theriogenology*, v. 136, p. 111-117, 2019.

Faucitano, L.; Conte, S.; Pomar, C.; Paiano, D.; Duan, Y.; Zhang, P.; Drouin, G.; Rina, S.; Guay, F.; Devillers, N. Application of extended feed withdrawal time preslaughter and its effects on animal welfare and carcass and meat quality of enriched-housed pigs, *Meat Science*, v. 167, 2020.

Foppa, L., Caldara, F. R., Machado, S. P., Moura, R., Santos, R. K. S., Nääs, I. A., Garcia, R. G., *Enriquecimento ambiental e comportamento de suínos: revisão*, *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, v. 8, n.1, p. 1-7, 2014.

Fowler, K. E.; Mandawala, A. A.; Griffin, D. K.; Walling, G. A.; Harvey, S. C. The production of pig preimplantation embryos in vitro: Current progress and future prospects, *Reproductive Biology*, v. 18, n. 3, p. 203-211, 2018.

Gómez-Fernández, J.; Horcajada, S.; Tomás, C.; Gómez-Izquierdo, E.; de Mercado, E. Efecto de la inmunocastración y de la castración quirúrgica sobre los rendimientos productivos y la calidad de la canal en cerdas Ibéricas de cebo, *Información Técnica Económica Agraria*, v. 109, n. 1, p. 33-48, 2013.

Grunert, K. G.; Sonntag, W. I.; Glanz-Chanos, V.; Forum, S. Consumer interest in environmental impact, safety, health and animal welfare aspects of modern pig production: Results of a cross-national choice experiment, *Meat Science*, v. 137, p. 123-129, 2018.

Hinson, R. B.; Galloway, H. O.; Boler, D. D.; Ritter, M. J., McKeith, F. K.; Carr, S. N. Effects of feeding ractopamine (Paylean) on growth and carcass traits in finishing pigs marketed at equal slaughter weights, *The Professional Animal Scientist*, v. 28, n. 6, p. 657-663, 2012.

Hötzel, M. J., Filho, L. C. P. M., Dalla Costa, O. A., Behaviour of pre-parturient sows housed in intensive outdoor or indoor systems, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, n. 2, p. 169-174, 2005.

Hutu, I.; Onan, G. Efficiency of Swine Production - Chapter 6, *Alternative Swine Management Systems*, Elsevier, p. 133-141, 2019.

Knox, R. V. Physiology and endocrinology symposium: Factors influencing follicle development in gilts and sows and management strategies used to regulate growth for control of estrus and ovulation, *Journal of Animal Science*, v. 97, n. 4, p. 1433-1445, 2019.

Lassaletta, L.; Estellés, F.; Beusen, A. H. W.; Bouwman, L.; Calvet, S.; van Grinsven, H. J. M.; Doelman, J. C.; Stehfest, E.; Uwizeye, A.; Westhoek, H. Future global pig production systems according to the Shared Socioeconomic Pathways, *Science of The Total Environment*, v. 665, p. 739-751, 2019.

Lea, R.; England, G. C. W. Puberty and Seasonality, *Veterinary Reproduction and Obstetrics (Tenth Edition)*, p. 54-62, 2019.

Lents, C. A.; Lindo, A. N.; Hileman, S. M.; Nonneman, D. J. Physiological and genomic insight into neuroendocrine regulation of puberty in gilts, *Domestic Animal Endocrinology*, 106446. Advance online publication, 2020.

Ludtke, C., Calvo, A.V., Bueno, A. D., *Produção de Suínos - Teoria e Prática*, Associação Brasileira dos Produtores de Suínos, cap. 4, 908 p., 2014.

Magnabosco, D.; Cunha, E. C. P.; Bernardi, M. L.; Wentz, I.; Bortolozzo, F. P. Effects of age and growth rate at onset of boar exposure on oestrus manifestation and first farrowing performance of Landrace x Large White gilts, *Livestock Science*, v. 169, p. 180-184, 2014.

Manteca, X., Silva, C. A., Bridi, A. M., Dias, C. P., Animal welfare: concepts and practical procedures to evaluate the swine production systems, *Ciências Agrárias*, v. 34, n. 6, p. 4213-4230, 2013.

McKenna, L.; Sharifi, A. R.; Gerken, M. Behavioural and cardiac responses towards different novel objects in juvenile female and male pigs (*Sus scrofa*), *Applied Animal Behaviour Science*, v. 215, p. 13-20, 2019.

Morales, O. E. S., Gonçalves, M. A. D., Storti, A. A., Bernardi, M. L., Wentz, I., Bortolozzo, F. P., Effect of Different Systems for the Control of Environmental Temperature on the Performance of Sows and Their Litters, *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 41, p. 1111-1118, 2013.

Nautrup, B. P.; Van Vlaenderen, I.; Mah, C. K. The effect of immunization against gonadotropin-releasing factor in market gilts: Meta-analyses of parameters relevant for pig producers, pork packers and retailers/consumers, *Research in Veterinary Science*, v. 131, p. 159-172, 2020.

Oliveira, S. R. Efeito da adição de ractopamina e da imunocastração na carne *in natura* de suínos, Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, 2016.

O'Malley, C. I.; Turner, S. P.; D'Eath, R. B.; Steibel, J. P.; Bates, R. O.; Ernst, C. W.; Siegford, J. M. Animal personality in the management and welfare of pigs, *Applied Animal Behaviour Science*, v. 218, 2019.

Pacheco, G. F. E., Saad, F. M. O. B., Trevizan, L., Aspectos éticos no uso de animais de produção em experimentação científica, *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 6, n. 4, p. 260-266, 2012.

Phillips, C., Piggins, D., *Farm animals and the environment*, 430 p., 1992.

Rius, M. M.; Pageat, P.; Bienboire-Frosini, C.; Teruel, E.; Monneret, P.; Leclercq, J.; Lafont-Lecuelle, C.; Cozzi, A. Tail and ear movements as possible indicators of emotions in pigs, *Applied Animal Behaviour Science*, v. 205, p. 14-18, 2018.

Rodrigues, L. A. Efeito da imunização anti-GnRH e da suplementação de ractopamina no desempenho e atividade reprodutiva de fêmeas suínas em terminação, *Dissertação de Mestrado*, Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.

Rodrigues, L. A.; Almeida, F. R. C. L.; Peloso, J. V.; Ferreira, F. N. A.; Allison, J.; Fontes, D. O. The effects of immunization against gonadotropin-releasing hormone on growth performance, reproductive activity and carcass traits of heavy weight gilts, *Animal*, v. 13, n. 6, p. 1326-1331, 2018.

Shull, C. M. Modeling growth of pigs reared to heavy weights, *Dissertação de Doutorado*, Graduate College of the University of Illinois, 2013.

Silva, G. A., Rorig, A., Schmidt, J. M., Guirro, E. C. B. P., Impacto do desmame no comportamento e bem-estar de leitões: revisão de literatura, *Veterinária em Foco*, v. 12, n. 1, p. 32-48, 2014.

Soede, N. M.; Langendijk, P.; Kemp, B. Reproductive Cycles in Pigs, *Animal Reproduction Science*, v. 124, n. 3-4, p. 251-258, 2011.

Studnitz, M., Jensen, M. B., Pedersen, L. J., Why do pigs root and in what will they root?: A review on the exploratory behaviour of pigs in relation to environmental enrichment, *Applied Animal Behaviour Science*, v. 107, p. 183-197, 2007.

Thorslund, C. A. H.; Aaslyng, M. D.; Lassen, J. Perceived importance and responsibility for market-driven pig welfare: Literature review, *Meat Science*, v. 125, p. 37-45, 2017.

Tolon, Y. B., Baracho, M. S., Nääs, I. A., Rojas, M., Moura, D. J. D., Thermal, aerial, and acoustic environment for boar housing, *Engenharia Agrícola*, v. 30, p. 01-13, 2010.

Turner, J., *Animal Breeding, Welfare and Society*, 324p., 2010.

Van den Broeke, A.; Leen, F.; Aluwé, M.; Ampe, B.; Van Meensel, J.; Millet, S. The effect of GnRH vaccination on performance, carcass, and meat quality and hormonal regulation in boars, barrows, and gilts, *Journal of Animal Science*, v. 94, n. 7, p. 2811-2820, 2016.

Vergara, J. C. M., Puberdade, maturidade sexual e parâmetros gestacionais em marrãs da raça Piau e linhagem comercial, *Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa*, 46p., 2013.

Williams, G. L.; Alves, B. R. C.; Cardoso, R. C. Female Puberty: Nutrition and Endocrinology, *Encyclopedia of Reproduction (Second Edition)*, v. 2, p. 238-244, 2018.

Zanata, F. A.; Freitas, P. V. D. X.; Almeida, E. M.; Zanata, R. A.; Barbosa, L. M.; Ribeiro, F. M.; Carvalho, T. A. Imunocastração em suínos, *Revista Científica Rural*, v. 20, n. 1, p. 108-128, 2018.