

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Veterinária
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

**EFEITO DA IMUNIZAÇÃO ANTI-GNRH E DA SUPLEMENTAÇÃO DE
RACTOPAMINA NO DESEMPENHO E ATIVIDADE REPRODUTIVA
DE FÊMEAS SUÍNAS EM TERMINAÇÃO**

Lucas Alves Rodrigues

Belo Horizonte
Escola de Veterinária - UFMG

2016

Lucas Alves Rodrigues

Efeito da imunização anti-GnRH e da suplementação de ractopamina no desempenho e atividade reprodutiva de fêmeas suínas em terminação

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área: Produção de não-ruminantes

Orientador: Dalton de Oliveira Fontes

Belo Horizonte
Escola de Veterinária - UFMG

2016


DISSERTAÇÃO apresentada e aprovada no dia 26/02/2016 pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:



Prof.^o Dr. Dalton de Oliveira Fontes



Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva



Prof.^o Dr. Carlos Henrique de Figueiredo Vasconcellos

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais, Wellington e Vera, que são minha inspiração e fonte de felicidade, meus agradecimentos por sempre estarem do meu lado, incondicionalmente. Agradeço a Deus o prazer de herdar o otimismo do meu pai e a força da minha mãe;

Aos meus irmãos, Leo and Letícia, primos e amigos por me proporcionarem serenidade e momentos de felicidade, e também por serem as pessoas que sei que posso confiar durante momentos de dificuldade. Um agradecimento especial à minha irmã Letícia, que foi uma grande encorajadora e parceira durante minha caminhada do mestrado;

À Lu, que sempre fez questão de me ajudar durante os bons e maus momentos, por me aconselhar e pela felicidade que ela demonstra com as minhas conquistas;

Ao Prof. Dalton de Oliveira Fontes, que me mostrou o caminho das pedras, que me escutou e acreditou no meu potencial, por sua amizade e atenção – extremamente importantes para me manter entusiasmado;

À Prof. Fernanda R.C.L. Almeida, por sua paciência e por ter sido uma colaboradora direta desse projeto;

Aos Prof. Luciano Rodrigues e Israel Silva que colaboraram imensamente para minha inserção na pesquisa em suínos;

Ao Prof. Leonardo Lara, que sempre foi uma pessoa muito prestativa e disposta a ajudar em tudo que precisei;

Aos animais que cresceram, dependeram e confiaram em nós. Nossas principais motivações!

À Zoetis, ao Frigorífico Saudali e à Vaccinar, não só por terem possibilitado o desenvolvimento do presente estudo, mas também pela disponibilidade e atenção de todas as pessoas envolvidas. Agradecimentos especiais ao Chico (Dr. Francisco Carlos), Evandro Poleze, João Paulo, José Mauro, José Peloso, Luísa Souza, Tulio Paiva e Sebastião;

Ao Dione e demais amigos da equipe, Alex, Ana Paula, Andreia, Clarice, Deborah, Felipe, Izadora, Ju, Leo, Martolino e Tati, sem os quais as avaliações do experimento não seriam viáveis;

A todos os meus amigos de infância, amigos da Escola de Veterinária, essenciais em minha vida. Agradecimento especial ao Guilherme Picinin, Felipe Santos e Victor Alves, grandes parceiros durante esse período. A todos os professores da Escola de Veterinária-UFMG por terem me proporcionado uma grande formação acadêmica;

Aos meus padrinhos, José Maria e Maria Izabel, e ao meu tio Jesus, por terem possibilitado tantas coisas em minha vida, e por sempre estarem perto, seguindo meus passos;

A todas as pessoas que estiveram presentes durante a condução do experimento. Agradecimentos especiais ao Carlinho, Daniel Ottoni, Douglas, Eduardo, Gabi, Geraldo, Joana, Ju, Mailson, Marciano, Márcio, Nenego, Ronaldo e Seu Luiz;

À CAPES, por me fornecer uma bolsa.

“.. See things as you would have them be instead of as they are ..”

Robert Collier

ÍNDICE

INTRODUÇÃO GERAL	12
1. REVISÃO DE LITERATURA	14
1.1. Imunização anti-GnRH e sua aplicabilidade na suinocultura	14
1.1.a. Potencialidade de utilização em fêmeas	16
1.2. Ractopamina e sua atuação no organismo animal	17
1.3. Efeito da imunização anti-GnRH no desempenho de suínos	19
1.4. Efeito da ractopamina no desempenho de suínos	21
1.5. Efeito da imunização anti-GnRH na atividade reprodutiva	23
REFERÊNCIAS	25
2. EFEITO DA IMUNIZAÇÃO ANTI-GNRH E DA SUPLEMENTAÇÃO DE RACTOPAMINA NO DESEMPENHO E ATIVIDADE REPRODUTIVA DE FÊMEAS SUÍNAS EM TERMINAÇÃO	34
2.1. Resumo	34
2.1. Abstract	35
2.2. Introdução	36
2.3. Material e Métodos	37
2.3.a. Cronologia Experimental	37
2.3.b. Animais, Instalações e Tratamentos	38
2.3.c. Dietas	39
2.3.d. Mensurações de Desempenho	41
2.3.e. Mensurações Reprodutivas	41
2.4. Análise Estatística	43
2.5. Resultados	44
2.6. Discussão	46
2.7. Conclusões	51
REFERÊNCIAS	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição em ingredientes (% como alimentado) e nutricional das dietas	40
Tabela 2. Efeito da imunização anti-GnRH e da suplementação de 10 mg/kg de ractopamina no desempenho de leitoas em terminação	45
Tabela 3. Efeito da imunização anti-GnRH na atividade reprodutiva e desenvolvimento do trato reprodutivo	46

LISTADE FIGURAS

Figura 1. Representação esquemática do (a) GnRH endógeno ligando-se aos receptores na hipófise, (b) do GnRH endógeno ligando-se aos anticorpos produzidos pela vacina, (c) do GnRH e seu análogo presente na vacina, e (d) exemplares da ligação entre diferentes análogos de GnRH e proteínas carreadoras (Zoetis Saúde Animal, 2016).....	15
Figura 2. Representação esquemática da ação da vacina em leitoas. A vacinação com o produto imunológico incita a produção de anticorpos (*) contra o hormônio liberador de gonadotropinas(GnRH), que é bloqueado, suprimindo a liberação de LH e FSH (responsáveis pelo desenvolvimento gonadal)	16
Figura 3. Estrutura química da RAC, com representação do anel aromático (---), nitrogênio alifático (---) e etanolamina (---) (Adaptado de Smith, 1998).....	17
Figura 4. Mecanismo de ação dos agonistas beta-adrenérgicos. Nomeação: Beta-AR (receptor beta-adrenérgico), Gs (proteína ativa), AC (enzima adenilato ciclase), ATP (trifosfato de adenosina), cAMP (AMP cíclico), PKA (proteínaquinase A) (Adaptado de Moody et al., 2000)	18
Figura 5. Vista panorâmica frontal (direita) e traseira (esquerda) do galpão experimental (Arquivo pessoal)	37
Figura 6. Cronologia e tratamentos do experimento. A imunização anti-GnRH foi aplicada às 15 (V1) e 19 (V2) semanas de vida, e a suplementação de ractopamine e a exposição diária aos machos reprodutores (EDM) ocorreram da 21 ^a semana de vida ao abate	38
Figura 7. Veterinário da Zoetis realizando a vacinação(Arquivo pessoal).....	39
Figura 8. Contenção e pesagem dos animais (Arquivo pessoal)	41
Figura 9. Exposição direta aos machos reprodutores (direita) e teste de “back pressure” (esquerda)(Arquivo pessoal).....	42
Figura 10. Avaliação de escore de vulva. Normal (1), levemente avermelhada (2), avermelhada (3), avermelhada e edematosa (4).....	42
Figura 11. Ovários de leitoas não imunizadas (superior direito) e imunizadas (superior esquerdo), úteros de leitoas não imunizadas (inferior direito) e imunizadas (inferior esquerdo) (Arquivo pessoal)	49

LISTA DE ABREVIACÕES

ADFI: Average daily feed intake

ADG: Average daily gain

AMPc: Cyclic monophosphate adenosine (Monofosfato cíclico de adenosina)

ATP: Adenosine triphosphate (Trifosfato de Adenosina)

BW: Body weight

Ca: Calcium (Cálcio)

CA: Conversão Alimentar

CP: Crude protein

CRD: Consumo de Ração Diário

DBE: Daily boar exposure

EDM: Exposição diária aos machos

EM: Energia Metabolizável

FDR: Fat deposition rate

F:G: Feed gain ratio

FSH: Follicle-stimulating hormone (Hormônio folículo-estimulante)

FW: Final body weight

GnRF: Gonadotropin-releasing factor

GnRH: Hormônio liberador de gonadotropinas

GPD: Ganho de Peso Diário

IW: Initial body weight

LH: Luteinizing Hormone (Hormônio luteinizante)

ME: Metabolizable energy

P: Phosphorus (Fósforo)

PB: Proteína Bruta

PC: Peso Corporal

PCF: Peso Corporal Final

PCI: Peso Corporal Inicial

RAC: Ractopamine (Ractopamina)

TDG: Taxa de deposição de gordura

EFEITO DA IMUNIZAÇÃO ANTI-GNRH E DA SUPLEMENTAÇÃO DE RACTOPAMINA NO DESEMPENHO E ATIVIDADE REPRODUTIVA DE FÊMEAS SUÍNAS EM TERMINÇÃO

INTRODUÇÃO GERAL

O crescimento demográfico e o mercado consumidor que, a cada dia, tornam-se mais exigentes em relação a produtos alimentícios seguros, em quantidade e qualidade, forçam os sistemas agroindustriais de produção animal a trabalhar intensamente afim de elucidar tecnologias viáveis. Além disso, a reduzida disponibilidade de espaço e o constante monitoramento de agências ambientais levam à necessidade de se atingir elevada produtividade e eficiência econômica, sem aumentar a propriedade. Assim, a atual tendência da criação de suínos e que mostra sinais de continuidade para os próximos anos é a criação de animais até pesos de abate mais elevados (acima de 100 kg), explorando melhor o potencial dos suínos e do espaço disponível para alojamento.

A busca por tecnologias capazes de melhorar o padrão de consumo e crescimento de leitoas destinadas ao abate é uma ferramenta promissora. Esse fato existe devido ao reduzido consumo de ração voluntário (Puls et al., 2014) e padrão de crescimento desacelerado (Braña et al., 2013) dessa categoria, quando comparada a machos castrados e inteiros contemporâneos.

Afim de reduzir a experiência dolorosa da castração cirúrgica e de eliminar possíveis odores de carcaça, a imunização anti-GnRH surgiu como uma alternativa à castração de machos em terminação. Dentro da atual realidade de produção de suínos brasileira, fêmeas destinadas ao abate não são submetidas a nenhum procedimento de castração. Entretanto, existe a possibilidade de que essa tecnologia (imunocastração) seja aplicada em leitoas, não só porque o GnRH é um composto produzido tanto por machos quanto por fêmeas, mas também porque a inibição desse hormônio pode levar à supressão do estro, período marcado por reduzido consumo de ração e ganho de peso (Hinson et al., 2012).

No campo da nutrição, a ractopamina é um aditivo que tem sido amplamente utilizado nos sistemas de produção de suínos brasileiros e em vários países ao redor do mundo, modificando o metabolismo animal e levando a uma maior deposição de tecido magro nas carcaças. Trata-se de um agonista β -adrenérgico industrializado fornecido aos animais durante o período de terminação, fase na qual eles são menos eficientes em conversão alimentar, com maiores taxas de deposição de gordura e menor acúmulo de músculo na carcaça. O mecanismo

de ação desse aditivo reside na inibição da produção de gordura com concomitante estímulo da quebra de gorduras e síntese proteica, através da retenção de nitrogênio(Miyada, 1996). Os benefícios diretos são melhoria do desempenho, principalmente em conversão alimentar e ganho de peso(Leal et al., 2015), carcaças mais carnudas (Marçal et al., 2015) com reduzida espessura de toucinho(Cantarelli et al., 2009), sem que haja comprometimento da qualidade da carne(Garbossa, 2010).

A exploração da imunização anti-GnRH e da suplementação de ractopamina em leitoas em terminação é promissora em relação aos benefícios em consumo e taxa de ganho de peso.Considerando que ambas as ferramentas podem ser aplicadas na mesma fatia de tempo, possíveis efeitos sinérgicos podem ser explorados para potencializar o desempenho de leitoas.

De posse das considerações acima, o objetivo do presente estudo foi de avaliar o potencial da imunização anti-GnRH em suprimir a atividade reprodutiva de fêmeas em terminação e de determinar a influência da imunização e da ractopamina no desempenho dos animais.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. Imunização anti-GnRH e sua aplicabilidade na suinocultura

O dano tecidual causado pela castração cirúrgica de leitões recém-nascidos destinados ao abate submete os animais a uma situação dolorosa e extremamente estressante (Prunier et al., 2005). Por outro lado, o abate de animais inteiros é inviável considerando a produção pelos animais de dois compostos que levam a odores facilmente perceptíveis no ato de cozimento da carne. Eles são a androsterona (5α -androst-16-ene-3-ona; Patterson, 1968) e o escatol (3-metil indol; Vold, 1970; Walstra and Maarse, 1970), que são associados à gordura e engatilham os odores desagradáveis de urina e fezes, respectivamente (Disjksterhuis et al., 2000). O desejo de melhoria do bem-estar animal, associado à garantia de eliminação dos odores de carcaça motivaram o desenvolvimento da castração imunológica, que tem boa aceitabilidade entre consumidores, particularmente de países europeus (Vanhonacker & Verbeke, 2011).

A lei 061/2007/DICS/CGI/DIPOA de 23 de abril de 2007 – Brasília/DF/Brasil estabelece as diretrizes e exigências para o abate de machos imunizados usando a vacina imunológica. Todos os animais submetidos à imunocastração e abatidos em estabelecimentos sob inspeção do Serviço de Inspeção Federal – SIF precisam seguir os procedimentos e métodos da lei acima citada (MAPA, 2007). Inicialmente produzida na Austrália pela Pfizer Saúde Animal (atualmente Zoetis Saúde Animal) em 1998, o uso do produto imunológico para castração disseminou-se para países vizinhos e atualmente é autorizado em mais de sessenta países. A vacina que recebeu o nome de Vivax® ou Improvac® teve lançamento territorial em 2007, com registro datado de dois anos antes (PFIZER, 2010).

O crescimento testicular e, conseqüentemente, a produção de esteróides são diretamente coordenadas por dois hormônios denominados LH (hormônio luteinizante) e FSH (hormônio folículo-estimulante), ambos secretados pela hipófise anterior. O hormônio liberador de gonadotropinas (GnRH) é um peptídeo do hipotálamo que ganha a circulação sanguínea e, através da ligação a receptores específicos na hipófise anterior induz a secreção de LH e FSH.

Quando os animais atingem a puberdade, o GnRH estimula o hormônio luteinizante (LH) que, por sua vez, aumenta a produção e conseqüentemente a concentração de esteróides testiculares (Zamaratskaia, 2004). A técnica de imunocastração bloqueia temporariamente a produção de esteróides pelos testículos, através de uma vacina que contém um análogo do GnRH endógeno GnRH, ligado a uma proteína carreadora inerte em veículo aquoso. A presença da estrutura análoga leva à produção de anticorpos contra o GnRH endógeno (Jaros et al., 2005;

Zamaratskaia et al., 2008), conduzindo a um efeito inibitório em cascata até as gônadas e evitando o desenvolvimento de odores de carcaça (Jaros et al., 2005). A Figura 1 mostra esquematicamente a morfologia e modo de atuação da vacina.

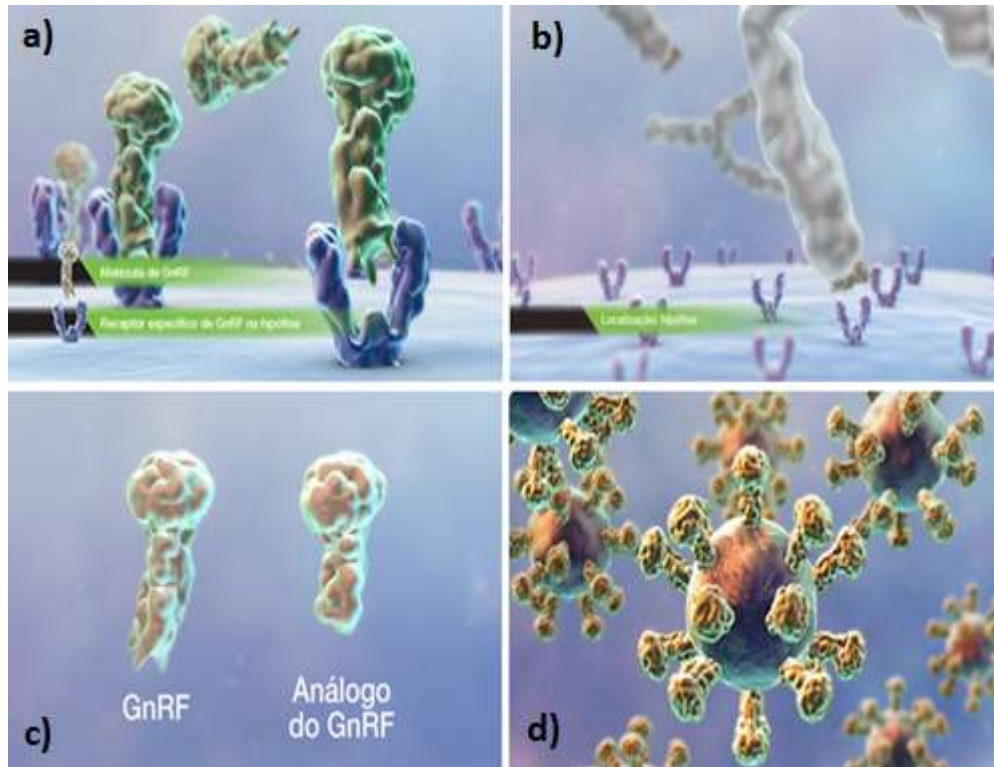


Figura 1. Representação esquemática do (a) GnRH endógeno ligando-se aos receptores na hipófise, (b) do GnRH endógeno ligando-se aos anticorpos produzidos pela vacina, (c) do GnRH e seu análogo presente na vacina, e (d) exemplares da ligação entre diferentes análogos de GnRH e proteínas carreadoras (Zoetis Saúde Animal, 2016)

O protocolo de vacinação utilizado no Brasil é de dupla aplicação (2 mL, via subcutânea, atrás da orelha) espaçadas em 4 semanas com um período de aproximadamente um mês entre a segunda aplicação e o abate, embora dados recentes confirmem a possibilidade de se encurtar esse período (Lealiifano et al., 2011). Dados de Scheid et al. (2014) reforçam a necessidade de uma aplicação adicional (segunda dose) para efetiva eliminação de odores na carcaça e inibição do desenvolvimento testicular.

Dados de pesquisa mostraram, além dos efeitos benéficos ao consumo de ração e conversão alimentar (Puls et al., 2014), melhorias no rendimento de cortes das carcaças (Tavárez et al., 2016), supressão de comportamento sexual agressivo e sexual de machos (Karaconji et al., 2015) e possíveis influências nas características de processamentos dos cortes suínos (Pinna et al., 2015). A seguir, avanços históricos e recentes em relação à possibilidade da imunização

de fêmeas suínas serão discutidos.

1.1.a. Potencialidade de utilização em fêmeas

A imunização anti-GnRH em fêmeas pode ter diferentes prerrogativas e objetivos dependendo do tipo de sistema de produção em que é aplicada. Em suínos ibéricos, por exemplo, a coabitação de fêmeas ibéricas e machos selvagens pode resultar em cruzamentos/gestações indesejadas. Por outro lado, para sistemas de produção industrial similares aos do Brasil e Estados Unidos, a supressão do estro não tem caráter emergencial, entretanto, pode servir como ferramenta para melhoria de ganho de peso (Bohrer et al., 2014) e consumo de ração (Oliver et al., 2003).

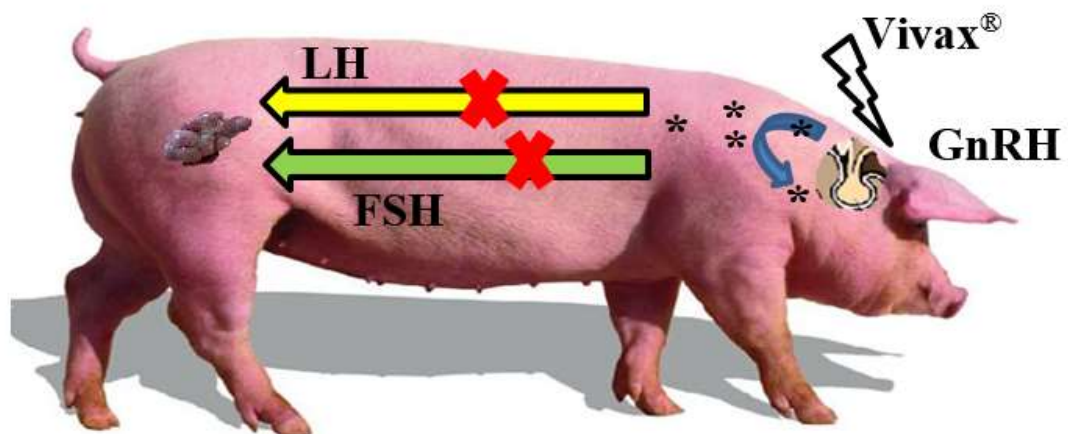


Figura 2. Representação esquemática da ação da vacina em leitões. A vacinação com o produto imunológico incita a produção de anticorpos (*) contra o hormônio liberador de gonadotropinas (GnRH), que é bloqueado, suprimindo a liberação de LH e FSH (responsáveis pelo desenvolvimento gonadal)

A castração cirúrgica é amplamente difundida nos sistemas de produção de suínos brasileiros e aplicada somente a machos, tendo em vista o perigo de “odor do macho inteiro”, previamente discutido nessa revisão. A possibilidade de extrapolação da tecnologia para fêmeas ocorre porque GnRH é um composto também produzido por essa categoria, do mesmo modo observado em machos. A ação hormonal serial do GnRH sobre o LH e FSH culmina no desenvolvimento dos folículos ovarianos, desencadeando a ovulação. A Figura 2 apresenta um

esquema do mecanismo de ação da imunocastração em leitoas.

Considerando que durante o período aproximado de 5 dias no qual fêmeas ovulam e manifestam cio (Eliasson, 1989) tanto o crescimento quanto o consumo de ração são comprometidos (Zeng et al., 2002), torna-se plausível e promissor manejar fêmeas com o produto imunológico.

Sob o ponto de vista mercadológico, a supressão dos efeitos maléficos do estro no desempenho pode influenciar as características de carcaça dos animais no frigorífico (Bohrer et al., 2014). Aliado ao fato de serem mais leves que machos e inteiros e castrados no momento do abate, leitoas também podem apresentar carcaças mais magras no frigorífico (Latorre et al., 2004). Tendo em vista o poder da imunocastração de elevar o consumo e crescimento, existe a possibilidade de aumentar a deposição de gordura (Bohrer et al., 2014) assim como o peso das carcaças (Latorre et al., 2013), dando a elas um padrão mais próximo do que é alcançado com machos.

O emprego de técnicas que possibilitam velocidade de ganho de peso e aumento de consumo das fêmeas em terminação são extremamente importantes na tentativa de homogeneizar baias com sexo misto e aumentar, conseqüentemente, o retorno econômico.

1.2. Ractopamina e sua atuação no organismo animal

As feniletanolaminas, grupo ao qual a ractopamina (RAC) pertence, são compostos que possuem afinidade por receptores alfa e beta, com estrutura química basicamente composta por um anel aromático, o nitrogênio alifático e uma cadeia lateral de etanolamina (Smith, 1998), como elucidado na Figura 3.

Essa estrutura é similar à epinefrina e norepinefrina (catecolaminas), com a diferença de que essas são endogenamente produzidas, ao passo que a RAC é sinteticamente produzida (Bellaver et al., 1991). A caracterização recebida pela RAC de agente de repartição (Palermo Neto, 2002) e dados históricos confirmam que ela age diretamente ou indiretamente em diversos processos relacionados ao metabolismo animal, tais como: alterando o metabolismo proteico (Bergen et al., 1989), reduzindo a capacidade lipogênica dos animais (Mills et al., 1990), e melhorando a qualidade da carne (Almeida et al., 2010).

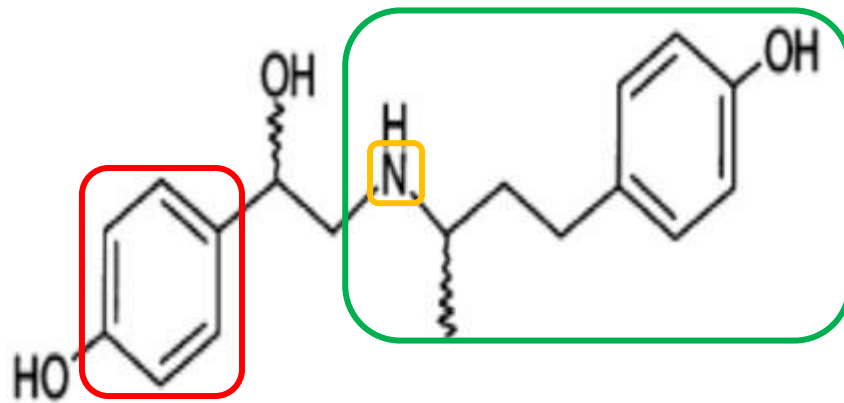


Figura 3. Estrutura química da RAC, com representação do anel aromático (---), nitrogênio alifático (---) e etanolamina (---) (Adaptado de Smith, 1998)

Moody et al. (2000) exploraram o mecanismo microscópico de ação desse agonista beta-adrenérgico, representado na Figura 4. O processo se inicia pela estimulação do receptor β -adrenérgico correspondente, gerando um composto aditivo-receptor. Esse composto, então, conjuga-se a uma proteína de ligação ativando-a e esse estímulo modifica a fluidez da membrana celular, acarretando seu deslocamento lateralizado. Esse padrão de deslocamento promove aumento da atividade da enzima adenilato ciclase (AC) na porção interna da membrana plasmática e que forma o AMP cíclico, produto resultante do trifosfato de adenosina (ATP). O monofosfato cíclico de adenosina (cAMP) promove fosforilação enzimática indireta através da ativação da proteína quinase e essas enzimas fosforiladas levarão a respostas metabólicas específicas, sendo elas: aumento dos níveis de insulina, glucagon e renina, relaxamento do tecido muscular liso, aumento da contração cardíaca e gliconeogênese.

A principal ação do aditivo ocorre na célula adiposa (estímulo à lipólise e inibição da lipogênese, ocorrendo também influência no músculo esquelético (estímulo à síntese de proteína e inibição da proteólise (Bellaver et al., 1991; Moloney & Beermann, 1996; Haese & Bunzen, 2005). Dados recentes, entretanto, elucidam novos mecanismos de ação da RAC no organismo animal. A mudança de metabolismo lipídico relacionada ao estímulo da lipólise é evidente, ocorrendo concomitante melhoria no metabolismo de carboidratos para subsidiar a deposição de carne magra (Araujo et al., 2014). Costa-Lima et al. (2015) também reportaram influência do produto no metabolismo glicídico, através de aumento do conteúdo de enzimas glicolíticas circulantes, potencialmente responsáveis pelo aumento da conversão de músculo em carne. Além disso, efeitos externos como categoria sexual suplementada (Braña et al., 2013), ajuste de aminoácidos da dieta (Corassa et al., 2013), suplementação simultânea de

diferentes aditivos e ingredientes (James et al., 2013; James et al., 2013a; Pompeu et al., 2013; Paulk et al., 2014) e situações de stress (Lopes et al., 2015) podem modificar a resposta da RAC.

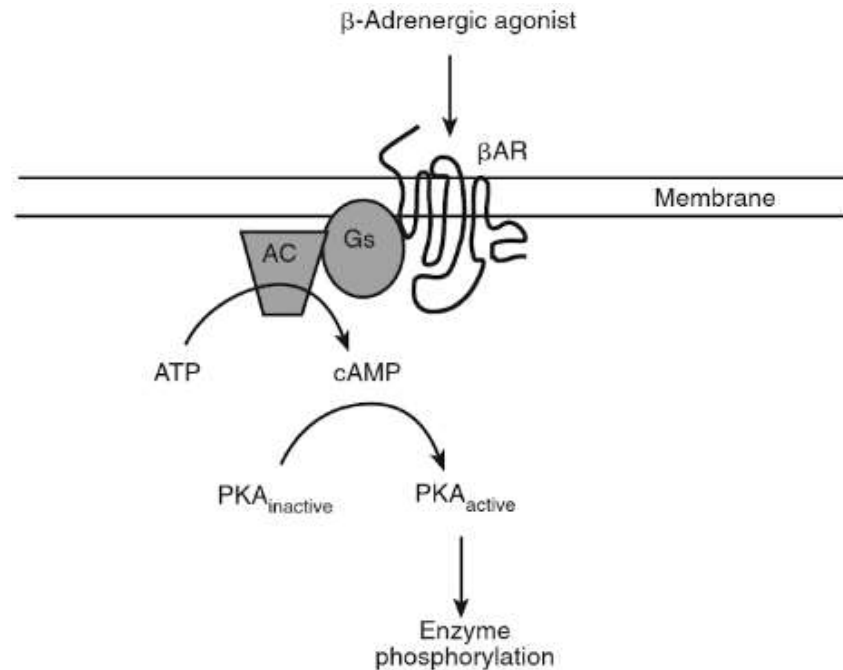


Figura 4. Mecanismo de ação dos agonistas beta-adrenérgicos. Nomeação: Beta-AR (receptor beta-adrenérgico), Gs (proteína ativa), AC (enzima adenilato ciclase), ATP (trifosfato de adenosina), cAMP (AMP cíclico), PKA (proteína quinase A) (Adaptado de Moody et al., 2000)

O reflexo dos efeitos favoráveis no que tange a deposição muscular e desfavoráveis ao acúmulo de gordura no desempenho de suínos serão discutidos adiante, com foco especial nos efeitos obtidos em animais submetidos à imunocastração.

1.3. Efeito da imunização anti-GnRH no desempenho de suínos

Como discutido anteriormente, a supressão de atividade reprodutiva pode levar à melhoria do padrão de crescimento de suínos. O aumento de consumo de ração engatilhado pela imunização pode acelerar o crescimento e melhorar as características da carcaça.

McCauley et al. (2003) e Oliver et al., (2003) vacinaram machos e fêmeas com um produto anti-GnRH às 14 e 18, 13 e 17 semanas, respectivamente, abatendo os animais quatro

semanas após a segunda aplicação. A tecnologia não influenciou o ganho de peso diário (GPD) e a conversão alimentar (CA) no primeiro trabalho e a CA no segundo trabalho. O primeiro trabalho reportou melhoria de 7,8% no consumo de ração diário (CRD) e 12,1% na taxa de deposição de gordura (TDG) nos animais tratados. Por outro lado, os autores reportaram que no segundo experimento houve superioridade de 9,9, 13,0, 8,7 e 25,4% em GPD, CRD, TDG e taxa de deposição de carne magra em suínos imunizados, respectivamente. Vale a pena enfatizar que os mesmos experimentos também reportaram menor ganho de peso diário, consumo de ração diário e deposição de gordura em fêmeas quando comparadas aos machos. Kantas et al. (2014), trabalhando com imunizações aplicadas precocemente (primeira aplicação entre 9 e 11 semanas de idade, segunda aplicação entre 15 e 17 semanas de idade e abate entre 22 e 25 semanas de idade), reportaram os mesmos efeitos benéficos, considerando que a vacina melhorou o peso final, o GPD e a CA, levando em conta o período total de avaliação.

Pauly et al. (2009) estabeleceram as diferenças de potencial de crescimento e consumo entre machos cirurgicamente e imunologicamente castrados, do crescimento à terminação (abate aproximadamente aos 107 kg de peso vivo). Durante o período de crescimento e início da terminação, os machos imunocastrados apresentaram menor consumo de ração (-60 e -171 g/d, respectivamente), facto que se reverteu durante a terminação tardia, quando os imunizados apresentaram maior consumo (+ 129 g/d). A superioridade após a segunda dose (V2) está de acordo com os resultados encontrados por Font-I-Furnols et al. (2012), que trabalharam com suínos da raça Duroc e reportaram crescimento acelerado dos imunocastrados quando comparados aos castrados cirurgicamente e fêmeas, da segunda dose ao abate.

Bohrer et al. (2014) mostraram que leitoas imunizadas foram superiores em GPD e eficiência alimentar em 4,7 e 3,2%, respectivamente, após a segunda aplicação, refletindo benefícios para o período total (da primeira vacinação ao abate) nos dois parâmetros (+3,5% para GPD e +3,0 para eficiência alimentar). Alguns estudos abordaram aspectos da imunocastração em fêmeas ibéricas, que são animais de carcaça mais gordurosa (Lopez-Bote, 1998), que atingem maturidade sexual em idades mais elevadas (Lopez-Bote, 1998) e que podem copular de maneira indesejada com machos selvagens (Dalmau et al., 2015).

Em virtude dos elevados pesos de abate, foi proposto um regime de vacinação efetiva consistindo de três aplicações (Allison et al., 2009). Daza et al. (2014) reportaram superioridade de leitoas imunizadas em CRD (+5,7%) e GPD (+5,3%), não resultando, entretanto, em aumento de eficiência alimentar. Finalmente, Gómez-Fernández et al. (2013) trabalhando com fêmeas originadas do cruzamento de animais ibéricos e Duroc, observaram uma melhoria de aproximadamente 12% em CRD e 22% em GPD, levando a uma melhoria na conversão

alimentar (+7,0%).

Dados recentes revelam a importância da revisão das estratégias nutricionais para fêmeas imunizadas, particularmente após a segunda aplicação (Elsbernd, 2014). Boler et al. (2011) compararam quatro níveis de lisina dietética (0,7 - baixa; 0,8 – baixa/média; 0,9 média/alta e 1,0% alta) na dieta de machos imunocastrados às 16 e 20 semanas, abatidos às 25 semanas de vida. Ao nível de 0,8%, a lisina foi capaz de aumentar o peso final dos animais, reforçando a necessidade de revisão das exigências nutricionais dessa categoria. A imunização anti-GnRH em larga escala em leitoas também leva à necessidade da revisão do padrão de consumo da genética utilizada na propriedade. Morales et al. (2011) compararam duas linhas genéticas (Tempo e Top York) representadas por três categorias sexuais cada uma (machos imunizados, machos castrados e fêmeas). Apesar de não ter sido observada interação estatística entre imunização e genética, é extremamente importante levar em consideração esse fator, principalmente porque a voracidade de ingestão e potencial de crescimento podem variar.

As consequências da imunização no consumo de ração, crescimento e eficiência agem particularmente após a última aplicação e, como exposto acima, podem prover efeitos benéficos no desempenho de leitoas da primeira vacinação ao abate. O ajuste das dietas, linha genética utilizada e o período de aplicação da imunização devem ser avaliados conjuntamente para cada sistema de produção.

1.4. Efeito da ractopamina no desempenho de suínos

O principal mecanismo de ação da ractopamina reside no aumento de deposição de tecido magro (Schinckel et al., 2001) em detrimento da acumulação de gordura (Webster et al., 2007). Essa mudança no crescimento composicional dos animais os torna mais carnudos no abatedouro (Gerlemann et al., 2014) e, conseqüentemente, mais pesados e eficientes.

Os efeitos de diferentes níveis de ractopamina na dieta de suínos estão amplamente reportados na literatura (Watkins et al., 1990; Dunshea et al., 1993; Crome et al., 1996; Trapp et al., 2002; Carr et al., 2005; Sanches et al., 2010; Agostini et al., 2011). A influência dos níveis de RAC em parâmetros de desempenho também mostra diversas consequências. Efeito linear do aumento dos níveis foram reportados em vários parâmetros de desempenho, como peso final (Garbossa et al., 2013), ganho de peso diário (Carr et al., 2005) e conversão alimentar (Sanches et al., 2010). Alguns trabalhos apresentaram efeito quadrático do aumento dos níveis em características de desempenho (Kiefer & Sanches, 2009; Agostini et al., 2011; Philomeno, 2013).

Em uma abordagem meta-analítica de Apple et al. (2007) foi observado aumento do ganho de peso diário em animais suplementados com 20 ppm de ractopamina na dieta, quando comparada à suplementação de 5 ppm. No mesmo estudo, a maior inclusão (20 ppm) mostrou por um lado malefícios para o consumo de ração e por outro lado benefícios para conversão alimentar. De maneira geral, a literatura mostra que níveis mais baixos de inclusão na dieta são insignificantes para o consumo (Pereira et al., 2008; Patience et al., 2009; Almeida et al., 2010; Campos et al., 2012), entretanto, como descrito por Watkins et al. (1990), níveis elevados podem afetar de maneira adversa esse parâmetro (Yen et al., 1990; Crome et al., 1996; Carr et al., 2005; Garbossa et al., 2013).

A duração de fornecimento da ractopamina interfere na magnitude de resposta em desempenho dos suínos. Armstrong et al. (2004) alimentou suínos com 4 níveis de RAC (0, 5, 10 e 20 mg/kg na dieta) durante cinco períodos diferentes (6, 13, 20, 27 ou 34 dias pré-abate) e observaram os melhores resultados para o menor nível fornecido durante o maior período de suplementação, com os outros parâmetros (GPD e CRD) mostrando respostas variadas para os diferentes períodos. Esse padrão de resposta foi confirmado em um experimento de Oliveira et al. (2013), em que machos castrados foram alimentados com 20 ppm de ractopamina na dieta durante os últimos 0, 7, 14, 21 and 28 dias antes do abate e foi observado efeito linear para consumo de ractopamina e conversão alimentar.

Silva et al. (2011), suplementando os mesmos níveis durante os mesmos períodos testados por Oliveira et al., (2013), submeteu leitoas a estresse por calor e encontrou efeito linear positivo no peso final, ganho de peso diário e conversão alimentar. Avaliando uma dosagem inferior (10 ppm) durante cinco diferentes períodos das últimas quatro semanas antes do abate (0, 7, 14, 21 e 28 dias), Almeida et al. (2013) reportaram efeito linear dos dias de suplementação na conversão alimentar, sem que tenha sido observado nenhum efeito nos outros parâmetros avaliados.

O ajuste de aminoácidos é outro ponto que precisa ser levado em consideração quando os animais são suplementados com ractopamina. Xiao et al. (1999) e Rostagno et al. (2011) recomendaram que a elevação dos níveis de aminoácidos deve ser de aproximadamente 30% para suínos alimentados com o aditivo, devido ao anabolismo proteico causado. Outros estudos, entretanto, revelam que diferentes níveis de suplementação exigem diferentes ajustes aminoacídicos (Webster et al., 2007).

Puls et al. (2014) reportaram maior peso final (+3,6%), maior ganho de peso durante a suplementação de ractopamina (+142 g) e melhor conversão alimentar durante todo o período experimental (+12,0%) para machos imunizados suplementados com RAC comparados aos não

suplementados. Esse estudo atestou para possíveis efeitos sinérgicos da interação entre as duas ferramentas.

Moore et al. (2009) forneceram o aditivo para machos inteiros e imunizados e encontraram efeitos benéficos conjuntos, com um ganho de peso diário 18% maior da segunda categoria comparada à primeira. Lowe et al. (2014), por outro lado, reportaram que machos imunologicamente e cirurgicamente castrados exibiram pesos de carcaça similares, quando suplementados com 0 ou 5 mg/kg de ractopamina na dieta.

Rocha et al. (2013) compararam dois métodos e castração (cirúrgico e imunológico) e duas suplementações de RAC (0 ou 7,5 mg/kg na dieta) fornecidos a duas linhas genéticas. Apesar de não ter sido observada nenhuma interação entre os efeitos do aditivo e do método de castração, ambos influenciaram o peso de carcaça quente (ractopamina positivamente e imunocastração negativamente).

RAC e imunização anti-GnRH podem agir de maneira conjunta para melhoria do desempenho em leitoas, diminuindo os efeitos deletérios do período de estro, melhorando o consumo e a conversão alimentar.

1.5. Efeito da imunização anti-GnRH na atividade reprodutiva

Em suínos, a maior parte da literature aborda os efeitos reprodutivos em machos inteiros submetidos à imunocastração. Kantas et al. (2014) realizaram duas aplicações prematuras (aproximadamente às 10 e 16 semanas de vida) do produto imunológico em machos, observando redução efetiva dos níveis de androsterona e escatol na gordura da barriga dos animais. Bilskis et al. (2012) confirmaram os efeitos supressores da imunização, usando machos reprodutores de uma estação de inseminação artificial e observaram redução dos níveis circulantes de testosterona, associado a uma inibição de libido, menor volume de ejaculado e número de espermatozoides viáveis.

Trabalhando com machos selvagens, nos quais a imunocastração tem a prerrogativa de exercer controle populacional indireto, Massei et al. (2008) reportaram que a supressão da atividade reprodutiva foi efetiva, sem consequências maléficas na fisiologia e bem-estar dos animais.

Dunshea et al. (2001) observaram redução aproximada de 50% dos testículos e glândulas bulbouretrais, assim como reduzida circulação de testosterona em machos suínos imunizados. No mesmo trabalho, as concentrações de escatol e androsterona permaneceram insignificantes, enquanto que 49,5% e 10,8% dos animais não vacinados (tratados com placebo) mostraram

níveis significantes de androsterona e escatol na gordura, respectivamente.

Fuchs et al. (2009) observaram redução da circulação de LH no período próximo ao abate, menor tamanho de testículos, além de significativa supressão de odores na carcaça de machos imunocastrados, comparados ao grupo intacto. Skrlep et al. (2012) imunizaram 24 machos inteiros em uma propriedade commercial, encontrando significativa redução do peso dos testículos, próstata, vesículas seminais e glândulas bulbouretrais, além de inibição da circulação de androsterona e escatol, quando comparados aos machos intactos.

Dados revisados por Batorek et al. (2012) corroboraram os resultados mencionados acima, onde machos imunocastrados mostraram menor peso e comprimento de testículos e glândulas bulbouretrais, assim como reduzido peso de vesículas seminais, com paralela inibição da liberação de compostos responsáveis por odores de carcaça. Bradford & Mellencamp (2013), também realizaram uma revisão sistemática e confirmaram a imunização anti-GnRH como sendo uma ferramenta promissora para redução de odores de carcaça e comportamento agressivo, sem efeitos comprometedores no desempenho e características de carcaça.

Oliver et al. (2003) reportaram uma redução de 59% no peso dos ovários e 56% no peso dos testículos de fêmeas e machos imunizados, respectivamente. Bohrer et al. (2014), realizando um experimento com imunização anti-GnRH em leitoas em engorda destinadas ao abate, e observaram uma redução de 64% no peso dos ovários e 88% na porcentagem de leitoas manifestando sinais de cio. Dalmau et al. (2015), por sua vez, trabalharam com leitoas ibéricas e aplicaram um regime de vacinação de três (V3) ou quatro (V4) aplicações, ambos comparados a um grupo controle (C) não imunizado. Avaliando a manifestação de cio, 85% das fêmeas (C) exibiram cio pelo menos uma vez, 15% das fêmeas (V3) mostraram cio uma única vez e nenhuma leitoa (V4) mostrou sinais de estro. Ambos os regimes de aplicação foram igualmente eficientes quando à redução do peso de ovários (em aproximadamente 94%) e útero (em aproximadamente 95%), assim como na redução de cornos uterinos (em aproximadamente 72%).

REFERÊNCIAS

- Agostini, P. S., Silva, C. A., Agostini, P. S., Silva, C. A., Bridi, A. M., Abrami, R. A. M., ... & Gavioli, D. F. (2011). Efeito da ractopamina na performance e na fisiologia do suíno. *Archivos de zootecnia*, 60(231), 659-670.
- Allison, J., Tolasi, G., Donna, R., Solari Basano, F., Nazzari, R., Minelli, G., & Pearce, M. (2009). Efficacy of Improvac® for controlling boar taint in heavy male pigs under commercial field conditions in Italy. *Copenhagen, Denmark: 55th ICoMST*.
- Almeida, V. V., Berenchtein, B., Costa, L. B., Tse, M. L. P., Braz, D. B., Miyada, V. S. (2010). Ractopamina, cromo-metionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 9, 1969-1977.
- Apple, J. K., Rincker, P. J., McKeith, F. K., Carr, S. N., Armstrong, T. A., & Matzat, P. D. (2007). Review: Meta-analysis of the ractopamine response in finishing swine. *The Professional Animal Scientist*, 23(3), 179-196.
- Araujo, T. S., PORTO, L. C. J., Mario, E. G., Pereira, L. J., FERREIRA, M. S. D. S., Zangeronimo, M. G., ... & De Sousa, R. V. (2014). Ractopamine effect on lipid metabolism and GLUT4 amount of finishing pigs. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 38(1), 54-62.
- Armstrong, T. A., Ivers, D. J., Wagner, J. R., Anderson, D. B., Weldon, W. C., & Berg, E. P. (2004). The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 82(11), 3245-3253.
- Batorek, N., Čandek-Potokar, M., Bonneau, M., & Van Milgen, J. (2012). Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. *Animal*, 6(08), 1330-1338.
- Bellaver, C., Fialho, E. T., Fávero, J., Ajala, L. C., Mendes, J. (1991). Níveis de ractopamina na dieta e efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 26, 10, 1795-1802.
- Benavides Valades, G., Ganswindt, A., Annandale, H., Schulman, M. L., & Bertschinger, H. J. (2012). Non-invasive assessment of the reproductive cycle in free-ranging female African elephants (*Loxodonta africana*) treated with a gonadotropin-releasing hormone (GnRH) vaccine for inducing anoestrus. *Journal of Reproductive Biology and Endocrinology* 10, 63.
- Bergen, W. G., Johnson, S. E., Skjaerlund, D. M., Babiker, A. S., Ames, N. K., Merkel, R. A., Anderson, D. B. (1989). Muscle protein metabolism in finishing pigs fed ractopamine. *Journal of Animal Science*, 67, 225-2262.
- Bilskis, R., Sutkeviciene, N., Riskeviciene, V., Januskauskas, A., & Zilinskas, H. (2012). Effect of active immunization against GnRH on testosterone concentration, libido and sperm quality in mature AI boars. *Acta Vet Scand*, 54, 33.

Bohrer, B. M., Flowers, W. L., Kyle, J. M., Johnson, S. S., King, V. L., Spruill, J. 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.

Boler, D. D., Kutzler, L. W., Meeuwse, D. M., King, V. L., Champion, D. R., McKeith, F. K., & Killefer, J. (2011). Effects of increasing lysine on carcass composition and cutting yields of immunologically castrated male pigs. *Journal of animal science*, 89(7), 2189-2199.

Bradford, J. R., & Mellencamp, M. A. (2013). Immunological control of boar taint and aggressive behavior in male swine. *Animal Frontiers*, 3(4), 12-19.

Braña, D. V., Rojo-Gómez, G. A., Ellis, M., & Cuaron, J. A. (2013). Effect of gender (gilt and surgically and immunocastrated male) and ractopamine hydrochloride supplementation on growth performance, carcass, and pork quality characteristics of finishing pigs under commercial conditions. *Journal of animal science*, 91(12), 5894-5904.

Campos, P. F., Silva, F. C. D. O., Ferreira, A. S., Oliveira, R. F. M. D., Donzele, J. L., Giroto Júnior, C. J., ... & Saraiva, A. (2012). Available phosphorus in diets with or without ractopamine for late finishing gilts. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(3), 630-635.

Carr, S. N., Ivers, D. J., Anderson, D. B., Jones, D. J., Mowrey, D. H., England, M. B., ... & McKeith, F. K. (2005). The effects of ractopamine hydrochloride on lean carcass yields and pork quality characteristics. *Journal of Animal Science*, 83(12), 2886-2893.

Cantarelli, V. S., Fialho, E. T., Almeida, E. C., Zangeronimo, M. G., Amaral, N. O., Lima, J. A. F. (2009). Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. *Ciência Rural*, 39(3).

Comstock, R. E., Winters, L. M., & Cummings, J. N. (1944). The Effect of Sex on the Development of the Pig. *Journal of Animal Science*, 3(2), 120-128.

Corassa, A., Kiefer, C., & Santos Nieto, V. M. O. D. (2013). Níveis de lisina digestível em dietas contendo ractopamina para suínos em terminação. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 14(3).

Costa-Lima, B. R., Suman, S. P., Li, S., Beach, C. M., Silva, T. J., Silveira, E. T., ... & Boler, D. D. (2015). Dietary ractopamine influences sarcoplasmic proteome profile of pork *Longissimus thoracis*. *Meat science*, 103, 7-12.

Crome, P. K., McKeith, F. K., Carr, T. R., Jones, D. J., Mowrey, D. H., & Cannon, J. E. (1996). Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition, and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. *Journal of Animal Science*, 74(4), 709-716.

Dalmau, A., Velarde, A., Rodríguez, P., Pedernera, C., Llonch, P., Fàbrega, E., ... & Sloomans, N. (2015). Use of an anti-GnRF vaccine to suppress estrus in crossbred Iberian female pigs. *Theriogenology*, 84(3), 342-347.

Daza, A., Latorre, M. A., Olivares, A., & López-Bote, C. J. (2014). The effect of immunocastration and a diet based on granulated barley on growth performance and carcass,

meat and fat quality in heavy gilts. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 8(3), 484.

Dijksterhuis, G. B., Engel, B., Walstra, P., i Furnols, M. F., Agerhem, H., Fischer, K., ...& Homer, D. B. (2000). An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: II. Sensory evaluation by trained panels in seven European countries. *Meat Science*, 54(3), 261-269.

Donovan, C. E., Hazzard, T., Schmidt, A., LeMieux, J., Hathaway, F., & Kutzler, M. A. (2013). Effects of a commercial canine gonadotropin releasing hormone vaccine on estrus suppression and estrous behavior in mares. *Animal reproduction science*, 142(1), 42-47.

Dunshea, F. R., King, R. H., Campbell, R. G., Sainz, R. D., & Kim, Y. S. (1993). Interrelationships between sex and ractopamine on protein and lipid deposition in rapidly growing pigs. *Journal of animal science*, 71(11), 2919-2930.

Dunshea, F. R., McCauley, I., & Corbett, J. (2001). Immunization of pigs against gonadotrophin releasing factor (GnRF) prevents boar taint and affects boar growth and behaviour. *Recent advances in animal nutrition in Australia*, 13, 65-71.

Dunshea, F. R., Allison, J. R. D., Bertram, M., Boler, D. D., Brossard, L., Campbell, R., ...& Ferguson, N. (2013). The effect of immunization against GnRF on nutrient requirements of male pigs: A review. *animal*, 7(11), 1769-1778.

Elhay, M., Newbold, A., Britton, A., Turley, P., Dowsett, K., & Walker, J. (2007). Suppression of behavioural and physiological oestrus in the mare by vaccination against GnRH. *Australian veterinary journal*, 85(1-2), 39-45.

Eliasson, L. (1989). A study on puberty and oestrus in gilts. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 36(1-10), 46-54.

Elsbernd, A. J. (2014). Nutrient utilization, pork quality, and lysine requirement of immunological castrates.

English, P., Fowler, S., & Baxter, S. (1988). The basis of efficient systems for the growing-finishing pig. *The growing and finishing pig: improving efficiency.[S. l.]: Farming*, 555.

Font-i-Furnols, M., Gispert, M., Soler, J., Diaz, M., Garcia-Regueiro, J. A., Diaz, I., & Pearce, M. C. (2012). Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing factor on growth performance, carcass, meat and fat quality of male Duroc pigs for dry-cured ham production. *Meat science*, 91(2), 148-154.

Garbossa, C. A. P. (2010). Composição química, características físicas e peroxidação lipídica da carne de suínos alimentados com diferentes níveis de ractopamina.

Garbossa, C. A. P., Sousa, R. V. D., Cantarelli, V. D. S., Pimenta, M. E. D. S. G., Zangeronimo, M. G., Silveira, H., ... & Cerqueira, L. G. D. S. (2013). Ractopamine levels on performance, carcass characteristics and quality of pig meat. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 42(5), 325-333.

- Gerlemann, G. D., Allee, G. L., Rincker, P. J., Ritter, M. J., Boler, D. D., & Carr, S. N. (2014). Impact of ractopamine hydrochloride on growth, efficiency, and carcass traits of finishing pigs in a three-phase marketing strategy. *Journal of animal science*, 92(3), 1200-1207.
- Gómez-Fernández, J., Horcajada, S., Tomás, C., Gómez-Izquierdo, E., & Mercado, E. D. (2013). The effect of immunocastration and surgically castration on growth performance and carcass quality in fattening period of Iberian female pigs. *ITEA*, 109(1), 33-48.
- Guyton, A. C., Hall, J. E., & Guyton, A. C. (2006). *Tratado de fisiologia médica*. Elsevier Brasil.
- Haese, D., Bunzen, S. (2005). Ractopamina Nutritime, 2, mar. 2005. Disponível em www.nutritime.com.br. Acesso em 19 jan. 2016.
- Han, X. F., Li, J. L., Zhou, Y. Q., Ren, X. H., Liu, G. C., Cao, X. H., Du, X. G., Zeng, X. Y. (2015). Active immunization with GnRH-tandem-dimer peptide in young male rats reduces serum reproductive hormone concentrations, testicular development and spermatogenesis. *Asian Journal of Andrology*, 17, 1-7.
- Han, X., Gu, L., Xia, C., Feng, J., Cao, X., Du, X., ...& Song, T. (2015a). Effect of immunization against GnRH on hypothalamic and testicular function in rams. *Theriogenology*, 83(4), 642-649.
- 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.
- James, B. W., Tokach, M. D., Goodband, R. D., Nelssen, J. L., Dritz, S. S., Owen, K. Q., ... & Sulabo, R. C. (2013). Interactive effects of dietary ractopamine HCl and L-carnitine on finishing pigs: I. Growth performance. *Journal of animal science*, 91(7), 3265-3271.
- James, B. W., Tokach, M. D., Goodband, R. D., Nelssen, J. L., Dritz, S. S., Owen, K. Q., ... & Sulabo, R. C. (2013a). Interactive effects of dietary ractopamine HCl and L-carnitine on finishing pigs: II. Carcass characteristics and meat quality. *Journal of animal science*, 91(7), 3272-3282.
- Janett, F., Gerig, T., Tschuor, A. C., Amatayakul-Chantler, S., Walker, J., Howard, R., ...& Thun, R. (2012). Vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with Bopriva significantly decreases testicular development, serum testosterone levels and physical activity in pubertal bulls. *Theriogenology*, 78(1), 182-188.
- Janett, F., Gerig, T., Tschuor, A. C., Amatayakul-Chantler, S., Walker, J., Howard, R., ...& Thun, R. (2012a). Effect of vaccination against gonadotropin-releasing factor (GnRF) with Bopriva® in the prepubertal bull calf. *Animal reproduction science*, 131(1), 72-80.
- Jaros, P., Bürgi, E., Stärk, K. D. C., Claus, R., Hennessy, D., & Thun, R. (2005). Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. *Livestock production science*, 92(1), 31-38.

- Kantas, D., Papatsiros, V., Tassis, P., Tzika, E., Pearce, M. C., & Wilson, S. (2014). Effects of early vaccination with a gonadotropin releasing factor analog-diphtheria toxoid conjugate on boar taint and growth performance of male pigs. *Journal of animal science*, 92(5), 2251-2258.
- Karaconji, B., Lloyd, B., Campbell, N., Meaney, D., & Ahern, T. (2015). Effect of an anti-gonadotropin-releasing factor vaccine on sexual and aggressive behaviour in male pigs during the finishing period under Australian field conditions. *Australian veterinary journal*, 93(4), 121-123.
- Kiefer, C., & Sanches, J. F. (2009). Metanálise dos níveis de ractopamina em dietas para suínos em terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(6), 1037-1044.
- Latorre, M. A., Lázaro, R., Valencia, D. G., Medel, P., & Mateos, G. G. (2004). The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. *Journal of animal science*, 82(2), 526-533.
- Latorre, M.A., Daza, A., Olivares, A., López-Bote, C. J. (2013) The effect of immunocastration on growth performance and meat quality of heavy gilts. *Journal of animal science*, 91 (E-Supl. 2): 372-373 (Res.)
- Leal, R. S., de Mattos, B. O., Cantarelli, V. D. S., de Carvalho, G. C., Pimenta, M. E. D. S. G., & Pimenta, C. J. (2015). Desempenho e rendimento de carcaça de suínos na fase de terminação, recebendo dietas com diferentes níveis de ractopamina. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 16(3).
- Lealiifano, A. K., Pluske, J. R., Nicholls, R. R., Dunshea, F. R., Campbell, R. G., Hennessy, D. P., ... & Mullan, B. P. (2011). Reducing the length of time between slaughter and the secondary gonadotropin-releasing factor immunization improves growth performance and clears boar taint compounds in male finishing pigs. *Journal of animal science*, 89(9), 2782-2792.
- Lopes, E., Sousa, R. V. D., Zangeronimo, M. G., Pereira, A. N. D. J., Coelho, M. D. R., Ferreira, M. S. D. S., ... & Pereira, L. J. (2015). Metabolic and behavioral effects of ractopamine at continuous low levels in rats under stress. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 58(3), 406-413.
- Lopez-Bote, C. J. (1998). Sustained utilization of the Iberian pig breed. *Meat science*, 49, S17-S27.
- Lowe, B. K., Gerlemann, G. D., Carr, S. N., Rincker, P. J., Schroeder, A. L., Petry, D. B., ... & Dilger, A. C. (2014). Effects of feeding ractopamine hydrochloride (Paylean) to physical and immunological castrates (Improvest) in a commercial setting on carcass cutting yields and loin quality. *Journal of animal science*, 92(8), 3715-3726.
- MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. (2007). Autorização para o abate de suínos imunocastrados por meio de vacina. *Circular nº 001/2007/DICS/CGI/DIPOA*, Brasília.
- Marçal, D. A. (2015). Ractopamina em dietas sem ajustes aminoacídicos para suínos machos castrados em terminação. *Ceres*, 62(3).

- 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. *Wildlife Research*, 35(6), 540-547.
- McCauley, I., Watt, M., Suster, D., Kerton, D. J., Oliver, W. T., Harrell, R. J., & Dunshea, F. R. (2003). A GnRF vaccine (Improvac®) and porcine somatotropin (Reporcin®) have synergistic effects upon growth performance in both boars and gilts. *Crop and Pasture Science*, 54(1), 11-20.
- Mills, S. E., Liu, C. Y., Schinckel, A. P. (1990). Effects of ractopamine on adipose tissue metabolism and insulin binding in finishing hogs. Interaction with genotype and slaughter weight. *Domestic Animals Endocrinology*, 7, 251-264.
- Miyada, V. S. (1996). Fatores que influenciam as exigências nutricionais dos suínos. *SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS*, 435-446.
- Moloney, A. P., Beermann, D. H. (1996). Mechanisms by which β 3-adrenergic agonists alter growth and body composition in ruminants. In: ENNE, G.; KUIPER, H.A.; VALENTINI, A. (eds.) *Residues of veterinary drugs and mycotoxins in animal products*. Wageningen Press: Wageningen, 124-136.
- Moody, D. E., Hancock, D. L., Anderson, D. B., & D'Mello, J. P. F. (2000). Phenethanolamine repartitioning agents. *Farm animal metabolism and nutrition.*, 65-96.
- Moore, K. L., Dunshea, F. R., Mullan, B. P., Hennessy, D. P., & D'Souza, D. N. (2009). Ractopamine supplementation increases lean deposition in entire and immunocastrated male pigs. *Animal Production Science*, 49(12), 1113-1119.
- Morales, J. I., Cámara, L., Berrocoso, J. D., López, J. P., Mateos, G. G., & Serrano, M. P. (2011). Influence of sex and castration on growth performance and carcass quality of crossbred pigs from 2 Large White sire lines. *Journal of animal science*, 89(11), 3481-3489.
- Oliveira, B. F., Kiefer, C., Santos, T. M. B., Garcia, E. R. M., Marçal, D. A., Abreu, R. C., Rodrigues, G. P. (2013). Período de suplementação de ractopamina em dietas para suínos machos castrados em terminação. *Ciência Rural*, 43(2).
- Oliver, W. T., McCauley, I., Harrell, R. J., Suster, D., Kerton, D. J., & Dunshea, F. R. (2003). A gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac) and porcine somatotropin have synergistic and additive effects on growth performance in group-housed boars and gilts. *Journal of Animal Science*, 81(8), 1959-1966.
- Palermo Neto, J. (2002). Agonistas de receptores β 2-adrenérgicos e produção animal. *Farmacologia aplicada à medicina veterinária*, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 3 ed., 545-557.
- Patience, J. F., Shand, P., Pietrasik, Z., Merrill, J., Vessie, G., Ross, K. A., & Beaulieu, A. D. (2009). The effect of ractopamine supplementation at 5 ppm of swine finishing diets on growth

performance, carcass composition and ultimate pork quality. *Canadian journal of animal science*, 89(1), 53-66.

Patterson, R. L. S. (1968). 5 α -androst-16-ene-3-one:—Compound responsible for taint in boar fat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 19(1), 31-38.

Paulk, C. B., Tokach, M. D., Nelssen, J. L., Burnett, D. D., Vaughn, M. A., Phelps, K. J., ... & Houser, T. A. (2014). Effect of dietary zinc and ractopamine hydrochloride on pork chop muscle fiber type distribution, tenderness, and color characteristics. *Journal of animal science*, 92(5), 2325-2335.

Pauly, C., Spring, P., O'doherty, J. V., Kragten, S. A., & Bee, G. (2009). Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac®) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. *Animal*, 3(07), 1057-1066.

Pereira, F. A., Fontes, D. O., Silva, F. C., Ferreira, W. M., Lanna, A. M., Corrêa, G. S., ... & Salum, G. M. (2008). Efeitos da ractopamina e de dois níveis de lisina digestível na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de leitoas em terminação. *Arq. bras. med. vet. zootec*, 60(4), 943-952.

PFIZER Inc. (2010). VIVAX é a primeira vacina comercial contra o odor de macho inteiro. Disponível em www.improvac.com Acesso em: 13 jan. 2016.

Philomeno, R. (2013). Ractopamina em rações para suínos em terminação submetidos a diferentes ambientes térmicos.

Pinna, A., Schivazappa, C., Virgili, R., & Parolari, G. (2015). Effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone (GnRH) in heavy male pigs for Italian typical dry-cured ham production. *Meat science*, 110, 153-159.

Pompeu, D., Wiegand, B. R., Evans, H. L., Rickard, J. W., Gerlemann, G. D., Hinson, R. B., ... & Allee, G. L. (2013). Effect of corn dried distillers grains with solubles, conjugated linoleic acid, and ractopamine (Paylean) on growth performance and fat characteristics of late finishing pigs. *Journal of animal science*, 91(2), 793-803.

Prunier, A., Mounier, A. M., & Hay, M. (2005). Effects of castration, tooth resection, or tail docking on plasma metabolites and stress hormones in young pigs. *Journal of Animal Science*, 83(1), 216-222.

Puls, C. L., Rojo, A., Ellis, M., Boler, D. D., McKeith, F. K., Killefer, J., ...& Schroeder, A. L. (2014). Growth performance of immunologically castrated (with Improvest) barrows (with or without ractopamine) compared to gilt, physically castrated barrow, and intact male pigs. *Journal of animal science*, 92(5), 2289-2295.

Rocha, L. M., Bridi, A. M., Foury, A., Mormède, P., Weschenfelder, A. V., Devillers, N., ...& Faucitano, L. (2013). Effects of ractopamine administration and castration method on the response to preslaughter stress and carcass and meat quality in pigs of two Pietrain genotypes. *Journal of animal science*, 91(8), 3965-3977.

Rossi, C. A. R., Lovatto, P. A., Garcia, G. G., Lenhen, C. R., Porolnik, G. V., Ceron, M. S., & Lovato, G. D. (2010). Alimentação de suínos em terminação com dietas contendo ractopamina e extratos cítricos: desempenho e características de carcaça. *Ciência Rural*, 40(11).

Rostagno, H. S. (2011). Tabelas Brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais. *Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, MG*, 3 ed., 252p.

Sanches, J. F., Kiefer, C., Moura, M. S., Silva, C. M., Luz, M. F., Carrijo, A. S. (2010). Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação e mantidos sob conforto térmico. *Ciência Rural*, 40(2), 403-408.

Scheid, I. R., Oliveira, F. T. T., Borges, A. C., Braga, T. F., Soncini, R. A., Mathur, S., ... & Hennessy, D. P. (2014). A single dose of a commercial anti-gonadotropin releasing factor vaccine has no effect on testicular development, libido, or sperm characteristics in young boars. *J Swine Health Prod*, 22, 185-192.

Schinckel, A. P., Richert, B. T., Herr, C. T., Einstein, M. E., & Kendall, D. C. (2001). Efeitos da ractopamina sobre o crescimento, a composição da carcaça e a qualidade dos suínos. In *CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA* (Vol. 2, pp. 324-335).

Schulman, M. L., Botha, A. E., Muenscher, S. B., Annandale, C. H., Guthrie, A. J., & Bertschinger, H. J. (2013). Reversibility of the effects of GnRH-vaccination used to suppress reproductive function in mares. *Equine veterinary journal*, 45(1), 111-113.

Silva, E. A., Kiefer, C., Moura, M. S., Bünzen, S., Santos, A. P., Silva, C. M., Nantes, C. L. (2011). Duração da suplementação de ractopamina em dietas para leitoas em terminação mantidas sob alta temperatura ambiente. *Ciência Rural*, 41(2), 337-342.

Škrlep, M., Batorek, N., Bonneau, M., Prevolnik, M., Kubale, V., & Čandek-Potokar, M. (2012). Effect of immunocastration in group-housed commercial fattening pigs on reproductive organs, malodorous compounds, carcass and meat quality. *Czech Journal of Animal Science*, 57(6), 290-299.

Smith, D. J. (1998). The pharmacokinetics, metabolism and tissue residues of beta-adrenergic agonists in livestock. *Journal of Animal Science*, 76, 173-194.

Tavárez, M. A., Bohrer, B. M., Herrick, R. T., Mellencamp, M. A., Matulis, R. J., Ellis, M., ...& Dilger, A. C. (2016). Effects of time after a second dose of immunization against GnRF (Improvest) independent of age at slaughter on commercial bacon slicing characteristics of immunologically castrated barrows. *Meat Science*, 111, 147-153.

Trapp, S. A., Rice, J. P., Kelly, D. T., Bundy, A., Schinckel, A. P., & Richert, B. T. (2002). Evaluation of four ractopamine use programs on pig growth and carcass characteristics. *West Lafayette: Purdue University*, 62-71.

Vanhonacker, F., & Verbeke, W. (2011). Consumer response to the possible use of a vaccine method to control boar taint v. physical piglet castration with anaesthesia: a quantitative study in four European countries. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 5(7), 1107.

- Xiao, R. J., Xu, Z. R., & Chen, H. L. (1999). Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 79(1), 119-127.
- Walstra, P., & Maarse, H. (1970). *Onderzoek geslachtsgeur van mannelijke mestvarkens*. IVO.
- Watkins, L. E., Jones, D. J., Mowrey, D. H., Anderson, D. B., & Veenhuizen, E. L. (1990). The effect of various levels of ractopamine hydrochloride on the performance and carcass characteristics of finishing swine. *Journal of animal science*, 68(11), 3588-3595.
- Webster, M. J., Goodband, R. D., Tokach, M. D., Nelssen, J. L., Dritz, S. S., Unruh, J. A., ... & Groesbeck, C. N. (2007). Interactive effects between ractopamine hydrochloride and dietary lysine on finishing pig growth performance, carcass characteristics, pork quality, and tissue accretion. *The Professional Animal Scientist*, 23(6), 597-611.
- Whittemore, C. T. (1986). An approach to pig growth modeling. *Journal of Animal Science*, 63(2), 615-621.
- Zamaratskaia, G. (2004). *Factors involved in the development of boar taint* (Vol. 444).
- 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), 37-48.
- Zeng, X. Y., Turkstra, J. A., Tsigos, A., Meloen, R. H., Liu, X. Y., Chen, F. Q., ... & van de Wiel, D. F. M. (2002). Effects of active immunization against GnRH on serum LH, inhibin A, sexual development and growth rate in Chinese female pigs. *Theriogenology*, 58(7), 1315-1326.

2. EFEITO DA IMUNIZAÇÃO ANTI-GNRH E DA SUPLEMENTAÇÃO DE RACTOPAMINA NO DESEMPENHO E ATIVIDADE REPRODUTIVA DE FÊMEAS SUÍNAS EM TERMINAÇÃO

2.1. Resumo

O objetivo do presente estudo foi de avaliar o efeito da imunização anti-GnRH e da suplementação de ractopamina (RAC) no consumo, desempenho e atividade reprodutiva de leitoas destinadas ao abate. Setenta e duas leitoas foram inicialmente pesadas e alocadas em baias (2 suínos/ baia) em um arranjo fatorial 2 x 2. Os tratamentos foram: leitoas não imunizadas alimentadas com 0 mg de RAC por kg de dieta; leitoas não imunizadas alimentadas com 10 mg de RAC na dieta; leitoas imunizadas alimentadas com 0 mg de RAC na dieta; leitoas imunizadas alimentadas com 10 mg de RAC na dieta. As imunizações foram realizadas às 15 (V1) e 19 (V2) semanas de idade, a exposição diária a machos reprodutores (EDM) e a suplementação de RAC ocorreram da 21^a à 25^a semana de idade, e os animais foram abatidos às 25 semanas de vida. Fêmeas alimentadas com RAC apresentaram melhor GPD e eficiência durante a suplementação do aditivo (+112 g, $P < 0,05$; +12,54%, $P < 0,01$), de V2 ao abate (+93 g, $P < 0,01$; +9,94%, $P < 0,01$) e durante o período total (+58 g, $P < 0,05$; +5,42%, $P < 0,05$), comparadas ao grupo que não recebeu RAC, independentemente da imunização. Comparando os grupos imunizado e não imunizado, o grupo imunizado mostrou pior CA (-8%, $P < 0,05$) da segunda dose à EDM, maior CRD (+ 430 g, $P < 0,01$) e GPD (+128 g, $P < 0,01$) da EDM ao abate. Essa categoria também apresentou maior GPD e CRD, respectivamente, da segunda dose ao abate (+82 g, $P < 0,05$; +390 g, $P < 0,01$) e maior CRD (+230 g, $P < 0,001$) da primeira dose ao abate. Os pesos ovariano e uterino foram reduzidos ($P < 0,01$) em 81,71 e 92,81%, respectivamente, em fêmeas imunizadas comparadas às não imunizadas. A manifestação de estro foi reduzida em 82,06% ($P < 0,01$) em leitoas imunizadas comparadas ao grupo controle. Esses dados demonstram que leitoas imunizadas exibiram supressão de estro, órgãos reprodutivos menos desenvolvidos e maior ganho de peso e consumo, particularmente após a segunda dose. Adicionalmente, a suplementação de RAC levou a um aumento do ganho de peso e eficiência das leitoas pesadas em terminação.

Palavras-chave: aditivo alimentar, consumo de ração, desempenho, leitoas, ractopamina, supressão do estro, vivax

EFFECTS OF IMMUNIZATION AGAINST GnRF AND RACTOPAMINE SUPPLEMENTATION ON PERFORMANCE AND REPRODUCTIVE ACTIVITY OF FINISHING GILTS

2.1. Abstract

The objective of this study was to assess the effects of immunization against GnRF and ractopamine hydrochloride (RAC) on feed intake, growth performance, and reproductive characteristics of market gilts. Seventy-two gilts were initially weighed and allotted to a pen (2 pigs/ pen) in a 2 x 2 factorial design. The treatments were: non-immunized gilts fed 0 mg RAC per kg in the diet; non-immunized gilts fed 10 mg RAC per kg in the diet; immunized gilts fed 0 mg RAC per kg in the diet; immunized gilts fed 10 mg RAC per kg in the diet. Immunization was performed at 15 (V1) and 19 wk (V2) of age, daily boar exposure (DBE) and RAC supplementation occurred from 21 to 25 wk of age, and the animals were slaughtered at 25 wk. Gilts fed RAC had improved ADG and efficiency during the additive supplementation (+112 g, $P < 0.05$; +12.54%, $P < 0.01$), from V2 to slaughter (+93 g, $P < 0.01$; +9.94%, $P < 0.01$) and during the entire period (+58 g, $P < 0.05$; +5.42%, $P < 0.05$), compared with no-RAC group, regardless of immunization. Comparing immunized and non-immunized categories, the immunized group showed a worse F:G ratio (-8%, $P < 0.05$) from second dose to DBE, greater ADFI (+ 430 g, $P < 0.01$), and ADG (+128 g, $P < 0.01$) from DBE to slaughter. There was also improved ADG and ADFI, respectively, from second dose to slaughter (+82 g, $P < 0.05$; +390 g, $P < 0.01$), and greater ADFI (+230 g, $P < 0.001$) from first dose to slaughter. Ovarian and uterine weight were reduced ($P < 0.01$) 81.71 and 92.81%, respectively, in immunized gilts compared with non-immunized ones. Estrus was reduced by 82.06% ($P < 0.01$) in immunized gilts compared with control gilts. This data demonstrates that gilts immunized against GnRF had suppressed estrus, less developed reproductive organs, and improved daily gain and feed intake, primarily after the second dose. Additionally, RAC supplementation led to improved daily gain and feed efficiency in heavy weight finishing gilts.

Additional keywords: estrus suppression, feed additive, feed intake, gilts, growth performance, ractopamine, vivax

2.2. Introdução

O padrão de crescimento de suínos muda claramente quando os animais atingem a maturidade sexual (Rossi et al., 2010). Após esse período, a deposição de gordura aumenta com um declínio concomitante na taxa de deposição de tecido muscular (Guyton & Hall, 2006). Além do efeito do tempo, vários fatores adicionais podem influenciar o perfil de crescimento, por exemplo, o sexo (Comstock et al., 1944). O período de terminação compreende essa situação de menor eficiência e, por isso, pode ser uma fase interessante para se intervir no potencial de crescimento de leitoas através de estratégias nutricionais e de manejo.

A busca por tecnologias que possam melhorar o desempenho de leitoas destinadas ao abate é uma alternativa promissora, considerando que parâmetros de desempenho são geralmente reduzidos em leitoas quando comparadas a machos inteiros e castrados contemporâneos (Puls et al., 2014; Braña et al., 2013).

Afim de eliminar a experiência dolorosa da castração cirúrgica e o “odor de macho inteiro” nas carcaças, a imunização anti-GnRH emergiu como uma alternativa à castração cirúrgica de machos para engorda. Avaliando sob o ponto de vista atual da produção de suínos, fêmeas não são submetidas a nenhum procedimento de castração. Entretanto, há a possibilidade de aplicação dessa ferramenta em fêmeas, não só pelo fato do GnRH ser um composto produzido por ambas as categorias sexuais, mas também pelo fato de que a inibição desse hormônio causa supressão de cio, período que é marcado por redução de consumo e ganho de peso (Hinson et al., 2012).

No campo da nutrição, a ractopamina é um aditivo amplamente utilizado no Brasil e em grande parte do mundo, atuando na modificação do metabolismo animal e levando ao aumento da deposição de carne magra nas carcaças. Esse produto é composto por um agonista β -adrenérgico suplementado durante o período de terminação e seu modo de ação reside na inibição da produção de gordura com concomitante estímulo à lipólise e síntese de proteína muscular, através de retenção do nitrogênio (Miyada, 1996). Os benefícios diretos são como a seguir: melhor desempenho, especialmente em melhor eficiência alimentar e ganho de peso (Leal et al., 2015), carcaças mais magras (Marcal et al., 2015) e reduzida espessura de toucinho (Cantarelli et al. 2009), sem efeitos na qualidade de carne (Garbossa, 2010).

Considerando que a imunocastração e a suplementação de ractopamina podem ser aplicadas simultaneamente, possíveis efeitos sinérgicos das duas tecnologias podem ser promissores. Assim, o objetivo foi de avaliar o potencial da vacina anti-GnRH em suprimir a

atividade reprodutiva das leitoas e de determinar os efeitos da imunização e do fornecimento de RAC no desempenho dos animais.

2.3. Material and Métodos

Esse estudo foi conduzido na Fazenda Experimental Hélio Barbosa(FEPHB) localizada em Minas Gerais, Brasil. O protocolo e procedimentos envolvendo animais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, sob o protocolo 243/2015.



Figura 5. Vista panorâmica frontal (direita) e traseira (esquerda) do galpão experimental (Arquivo pessoal)

2.3.a. Cronologia Experimental

A cronologia do estudo está ilustrada na Figura 7. O experimento foi dividido em três fases: da 15^a à 19^a semana de vida ($63,40 \pm 0,41$ a $88,26 \pm 0,53$ kg de peso corporal, da 1^a à 2^a imunização), da 19^a à 21^a semana de idade ($88,26 \pm 0,53$ a $100,98 \pm 0,63$ kg de peso corporal, duas semanas após a segunda imunização) e da 21^a à 25^a semana de idade ($100,98 \pm 0,63$ a $131,84 \pm 1,00$ kg de peso corporal, período em que metade das leitoas receberam ractopamina na dieta e todas elas foram diariamente expostas a machos reprodutores. A imunocastração foi realizada em um regime de duas aplicações (na 15^a e 19^a semana de idade), de acordo com recomendações do fornecedor.

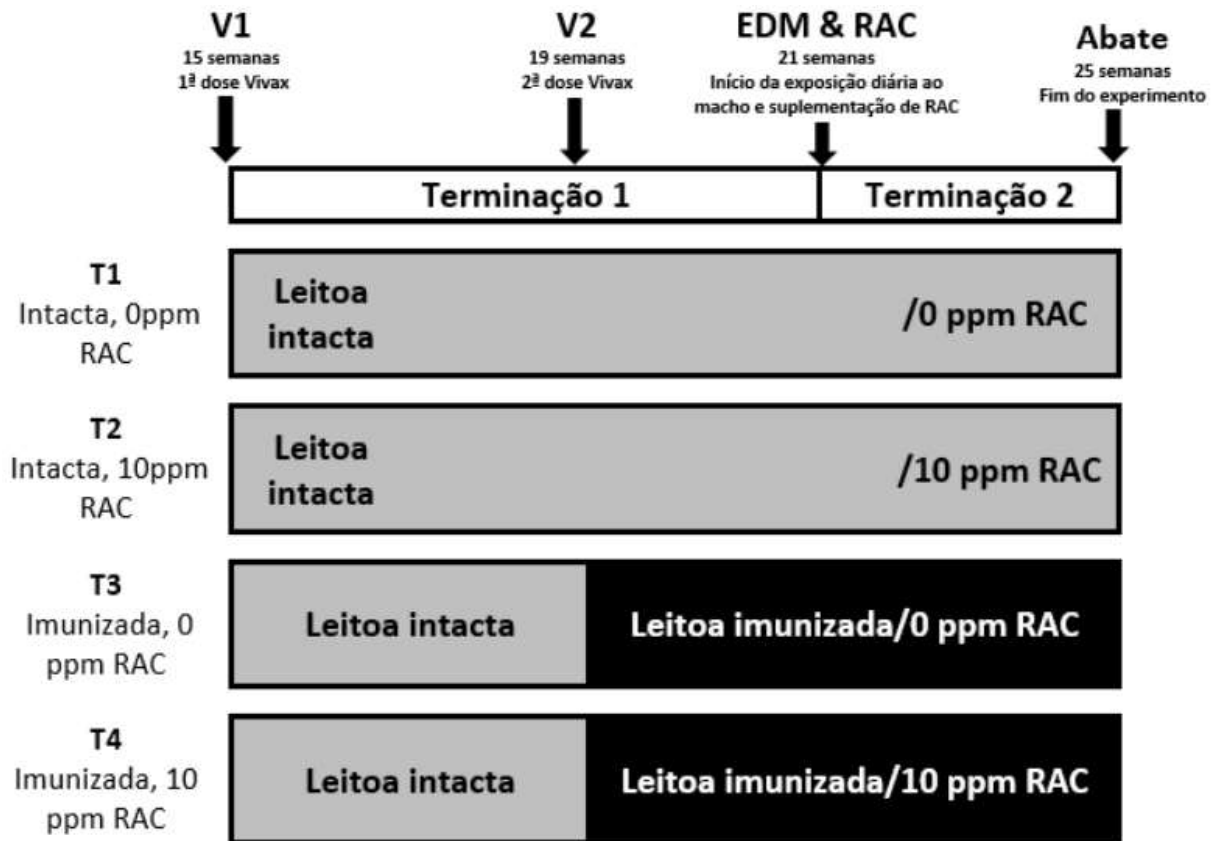


Figura 6. Cronologia e tratamentos do experimento. A imunização anti-GnRH foi aplicada às 15 (V1) e 19 (V2) semanas de vida, e a suplementação de ractopamine e a exposição diária aos machos reprodutores (EDM) ocorreram da 21ª semana de vida ao abate.

2.3.b. Animais, Instalações e Tratamentos

Setenta e duas leitoas (fêmeas Dan Bred DB-90/Naima x machos Choice P-76) foram previamente selecionadas em uma fazenda comercial localizada no estado de Minas Gerais, Brasil. Os animais, com uma idade aproximada de 13 semanas foram transportados de uma fazenda experimental à estação experimental FEPHB onde o experimento foi conduzido. As setenta e duas leitoas foram pesadas e distribuídas em baias de crescimento-terminação, onde permaneceram até o fim do experimento.

Durante todo o ensaio, os animais permaneceram em uma instalação de alvenaria com ambiente não controlado, com 36 baias (2 suínos/baia). As baias eram equipadas com piso semi-ripado e dimensões de 1,75 x 1,75, disponibilizando um espaço inicial de 1,53 m²/leitoa. Cada baia possuía um comedouro com quatro aberturas e um bebedouro tipo nipple. Ração e água foram fornecidas *ad libitum* durante todo o experimento.

Um data logger foi instalado no meio da instalação na altura do dorso dos animais, permitindo mensuração contínua de temperatura e umidade. Metade das leitoas foram

imunologicamente castradas (aplicações à 15^a e 19^a semana de vida) com Vivax[®] (Zoetis, São Paulo, SP, Brazil) de acordo com as recomendações do fornecedor. A outra metade recebeu duas injeções de solução salina (0,9% NaCl). Cada mL do produto imunológico contém 0,2 mg de um análogo do GnRH difteria-toxóide conjugado, 150 mg de cloreto de dietilaminoetil-dextrano, 1 mg de clorocresol, hidróxido de sódio para ajuste de pH e água para injeção (Zoetis, São Paulo, SP). As aplicações foram feitas via subcutânea (2 mL) atrás da orelha.



Figura 7. Veterinário da Zoetis realizando a vacinação (Arquivo pessoal)

Metade de cada categoria de imunização recebeu um dos níveis de ractopamina na dieta (0 ou 10 g/ton). A suplementação de RAC iniciou-se às 21 semanas de idade (2 semanas após a segunda dose) e durou até as 25 semanas de idade (data do abate). Assim, cada tratamento foi composto por 9 baias, com 18 leitoas: 1) leitoas não imunizadas recebendo 0 g/ton RAC; 2) leitoas não imunizadas recebendo 10 g/ton RAC; 3) leitoas imunizadas recebendo 10 g/ton RAC; 4) leitoas imunizadas recebendo 10 g/ton RAC (Figura 7).

2.3.c. Dietas

Da chegada das leitoas até a primeira imunização (13 a 15 semanas de idade), as leitoas receberam uma dieta (ACLIM) composta por milho, farelo de soja, fosfato bicálcico, óleo de soja, calcário, sal, premix vitamínico e mineral, aminoácidos sintéticos, formulada para atender ou exceder as exigências da fase, de acordo com Rostagno et al. (2011). Esse período serviu como fase de aclimação, e assim, os parâmetros de desempenho não foram avaliados.

Do mesmo modo, da 15^a à 21^a semana de idade, todos os animais receberam a mesma dieta (TERM) com níveis de EM, PB, lisina digestível, Ca e P disponível de 3230 kcal/kg 16,56%, 0,814%, 0,75% e 0,35%, respectivamente. Da 21^a à 25^a semana de idade, metade das baias dentro de cada categoria de imunização recebeu 0 ou 10 g/ton de RAC com ajuste de aminoácidos (Tabela 1). Todas as dietas foram batidas em uma fábrica experimental e fornecida na forma farelada.

A dieta de leitões não suplementadas com ractopamina foram formuladas com níveis reduzidos de PB (15,02%) e aminoácidos digestíveis, sendo isoenergética (3230 kcal/kg) e com os mesmos níveis de Ca (0,75%), P disponível (0,35%), cloro (0,25%) e sódio (0,15%) da dieta formulada para animais suplementados com RAC (Tabela 1). Os níveis de aminoácidos para leitões suplementadas com RAC foram ajustados de acordo com Rostagno et al.(2011).

Tabela 1. Composição em ingredientes (% como alimentado) e nutricional das dietas

Ingredientes (%)	ACLIM ^A	TERM ^B	RAC level (ppm)	
			Experimental diets ^C	
			0	10
Milho moído	69,650	73,798	77,961	70,186
Farelo de soja(46%)	26,252	22,782	18,729	26,291
Óleo de soja	0,819	0,479	0,337	0,604
Fosfato bicálcico	1,665	1,417	1,445	1,392
Calcário	0,760	0,815	0,828	0,804
Sal	0,379	0,354	0,329	0,329
Premix vitamínico e mineral ^D	0,300	0,200	0,200	0,200
L-lisina (78%)	0,146	0,132	0,153	0,115
DL-metionina	0,028	0,022	0,014	0,028
Ractopamina 2% ^E	-	-	-	0,050
Composição calculada				
Proteína bruta (%)	17,86	16,56	15,018	17,893
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.230,00	3.230,00	3.230,00	3.230,00
Lisina digestível (%)	0,905	0,814	0,737	0,883
Metionina digestível (%)	0,272	0,252	0,228	0,273
Met+Cis digestível (%)	0,534	0,499	0,457	0,536
Treonina digestível (%)	0,588	0,545	0,493	0,590
Triptofano digestível (%)	0,185	0,167	0,146	0,185
Fósforo disponível (%)	0,400	0,350	0,350	0,350
Cálcio (%)	0,800	0,750	0,750	0,750

^ATodas as leitões receberam a dieta da 13^a à 15^a semana de idade (da chegada à primeira vacinação)

^BTodas as leitões receberam a dieta da 15^a à 21^a semana de idade (da primeira vacinação ao início de suplementação com RAC)

^CMetade dos animais dentro de cada categoria de imunização foi suplementada com 10 ppm

^DForneceu por kg de dieta – ACLIM: vitamina A (min.) 750.000 UI, vitamina B1 (min.) 75 mg, vitamina B12 (min.) 1.500 mcg, vitamina B2 (min.) 360 mg, vitamina B6 (min.) 120 mg, vitamin D3 (min.) 90.000 UI, vitamina E (min.) 1.200 UI, vitamina K3 (min.) 150 mg, biotina (min.) 1,5 mg, colina (min.) 9,75 g, niacina (min.) 2.250 mg, ácido pantotênico (min.) 1.080 mg, cobalto (min.) 30 mg, cobre (min.) 6,75 g, ferro (min.) 12 g, iodo (min.) 30 mg, manganês (min.) 6,3 g, selênio (min.) 22,5 mg, zinco (min.) 12 g, lisina (min.) 33,93 g, Bacillus subtilis 75x10⁹ CFU

^ERactopamina foi adicionada à dieta no lugar do milho afim de gerar dietas com 10 mg/kg de ractopamina

2.3.d. Mensurações de Desempenho

Todos os animais foram pesados no início do tratamento imunológico (primeira dose de Vivax[®]; 15 semanas de idade), às 19 semanas de idade (segunda dose de Vivax[®]), às 21 semanas de idade (início da exposição diária aos machos da suplementação de ractopamina) e no final do experimento (abate; 25 semanas de idade). A coleta de sobras de ração foi feita duas vezes ao dia e pesada semanalmente. Ao final de cada fase, a ração restante no comedouro foi pesada para cálculo do consumo diário de ração e conversão alimentar.



Figure 8. Contenção e pesagem dos animais (Arquivo pessoal)

2.3.e. Mensurações Reprodutivas

Durante o último mês do experimento (21 a 25 semanas de idade), as fêmeas foram diariamente agrupadas em quatro animais dentro de cada categoria de imunização (imunizadas e não imunizadas) e diariamente expostas a seis machos reprodutores. Cada grupo de leitoas foi conduzido à baía dos machos e a interação permitida por 20 minutos. A fim de reduzir o efeito do macho, cada grupo de 4 fêmeas foi aleatoriamente exposto o mesmo número de vezes a cada macho. Um observador posicionado no corredor em frente às baias evitou qualquer comportamento de monta ou agressivo. As baias dos machos possuíam piso compacto, com um bebedouro do tipo nipple posicionado no canto. A manifestação de cio foi avaliada pela morfologia da vulva, reflexo de imobilidade da fêmea na presença do macho e confirmada pelo teste de “back pressure”. O número de animais diagnosticados como manifestando cio dentro de cada categoria, assim como o número de baias com pelo menos uma leitoa exibindo estro foram contados. No final do ensaio, no abatedouro, os ovários e úteros de 18 animais dentro de cada categoria foram coletados, dissecados e pesados, após serem limpos de tecidos adjacentes.



Figure 9. Exposição direta aos machos reprodutores (direita) e teste de “back pressure” (esquerda) (Arquivo pessoal)



Figure 10. Avaliação de escore de vulva. Normal (1), levemente avermelhada (2), avermelhada (3), avermelhada e edematosa (4)

2.4. Análise Estatística

Os dados de desempenho e de trato reprodutivo foram submetidos à análise de variância usando o software SAEG(Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, UFV, 2000). Todos os dados foram analisados em um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial (2 categorias de imunização x 2 suplementações de RAC) com o efeito fixo do tratamento e efeito aleatório da repetição. O número de leitoas e baias com animais exibindo cio foi registrado, convertido em porcentagem e analisado utilizando o teste qui-quadrado do software R (R Core Team, 2015). Diferenças estatísticas foram consideradas significantes a $P \leq 0,05$ e tendências a $0,05 < P < 0,10$. A baia foi considerada a unidade experimental para todas as análises, exceto para leitoas exibindo estro, peso de ovários e úteros, em que o animal foi a unidade experimental.

2.5. Resultados

Desempenho

Os efeitos da vacinação anti-GnRH (IM), da suplementação de RAC e da interação entre IM e RAC estão apresentados na Tabela 2. A IM não influenciou o GPD, CRD e a conversão alimentar (*NS*) de 15 a 19 semanas de idade (da primeira à segunda vacinação). Após a segunda vacinação e antes do início de exposição diária aos machos (de 19 a 21 semanas de idade), IM não afetou o GPD (*NS*). Leitoas imunizadas apresentaram tendência de aumento de 170 g em CRD ($P = 0,07$) e piora na CA de 8% ($P = 0,02$) comparadas ao grupo controle. Durante o período de fornecimento de RAC (21 a 25 semanas de idade), as fêmeas suplementadas com 10 ppm de RAC na dieta cresceram mais rápido (+112 g/d, $P = 0,01$), apresentaram melhor conversão alimentar (+ 12,5%, $P < 0,01$), e o consumo de ração não foi influenciado (*NS*). Durante o mesmo período (durante a exposição diária aos machos até o abate, 21 a 25 semanas de idade), o grupo vacinado apresentou aumento de 128 g no GPD ($P < 0,01$), 430 g de aumento no CRD ($P < 0,0001$) e a CA não foi afetada, quando comparado ao grupo controle. Considerando o experimento completo (de 15 a 21 semanas de idade), a suplementação de RAC aumentou o GPD (+58 g, $P = 0,01$) e a CA (+ 5,42%, $P = 0,02$), e não influenciou o consumo (*NS*). A vacinação anti-GnRH aumentou o CRD (+230 g, $P < 0,001$), tendeu a aumentar o GPD (+42 g, $P = 0,06$) e não influenciou a conversão alimentar ($P = 0,11$). Da segunda dose de Vivax[®] em diante, IM e RAC aumentaram o GPD (+82 g, $P = 0,02$; +93 g, $P < 0,01$, respectivamente), IM elevou o CRD (+390 g, $P < 0,0001$) e RAC levou a uma melhor conversão alimentar (+9,94%, $P < 0,01$). A RAC não influenciou o CRD (*NS*) e a IM não alterou a CA ($P = 0,25$). Não houve interação entre RAC e IM em nenhum dos períodos avaliados.

Desenvolvimento de Órgãos Reprodutivos e Atividade Estral

Em média, o peso uterino de leitoas imunizadas foi 92,81% mais leve ($P < 0,01$) comparado ao grupo controle. O peso ovariano médio foi reduzido em 81,75% em animais tratados com o análogo de GnRH comparado ao grupo não tratado. Comparações feitas entre as categorias de imunização mostraram significativa redução na porcentagem de fêmeas mostrando sinais de cio, considerando que nenhuma leitoa do grupo imunizado exibiu estro e quase a totalidade do grupo controle apresentou cio. O número de baias com pelo menos uma leitoa apresentando cio foi significativamente influenciado pelo tratamento, sendo que 95% e 0% das baias apresentaram animais com sinais de estro, para o grupo controle e tratado, respectivamente.

Tabela 2. Efeito da imunização anti-GnRH e da suplementação de 10 mg/kg de ractopamina no desempenho de leitoas em terminação

Item	Ractopamina ^A , mg/kg		Imunização ^B		EPM	valor de P		
	0	10	Controle	Vacinado		Ractopamina	Imunização	RAC x IM
15-19 sem. ^C								
PCI (kg)	63,85	62,95	63,28	63,52	0,41	0,28	NS	NS
GPD (kg)	0,885	0,890	0,896	0,879	0,01	NS	NS	NS
CRD (kg)	2,26	2,30	2,30	2,26	0,03	NS	NS	NS
CA (kg/kg)	2,56	2,58	2,57	2,58	0,04	NS	NS	NS
19-21 sem. ^D								
PCI (kg)	88,64	87,88	88,38	88,14	0,52	NS	NS	NS
GPD (kg)	0,883	0,935	0,915	0,902	0,02	0,19	NS	NS
CRD (kg)	2,80	2,81	2,72	2,89	0,05	NS	0,07	NS
CA (kg/kg)	3,20	3,03	2,99	3,25	0,06	0,10	0,02	NS
21-25 sem. ^E								
PCI (kg)	101,00	100,97	101,19	100,78	0,63	NS	NS	NS
GPD (kg)	1,027	1,139	1,019	1,147	0,03	0,01	<0,01	NS
CRD (kg)	3,32	3,23	3,06	3,49	0,06	NS	<0,0001	NS
CA (kg/kg)	3,27	2,86	3,06	3,07	0,07	<0,01	NS	NS
PCF (kg)	130,27	133,42	130,22	133,47	1,00	0,11	0,10	NS
15-25 sem. ^F								
GPD (kg)	0,942	1,000	0,950	0,992	0,01	0,01	0,06	NS
CRD (kg)	2,77	2,79	2,66	2,89	0,04	NS	<0,001	NS
CA (kg/kg)	2,95	2,79	2,81	2,92	0,04	0,02	0,11	NS
19-25 sem. ^G								
GPD (kg)	0,979	1,072	0,985	1,067	0,02	<0,01	0,02	0,32
CRD (kg)	3,14	3,10	2,92	3,31	0,05	NS	<0,0001	NS
CA(kg/kg)	3,22	2,90	3,00	3,12	0,06	<0,01	0,25	NS

^AA suplementação de RAC ocorreu entre 21 e 25 semanas de idade, 10 ppm de RAC (Paylean, Elanco, São Paulo-SP, Brasil) foi adicionado à dieta de terminação.

^BUma injeção subcutânea de 2 mL de Vivax (Zoetis, São Paulo-SP, Brasil) foi aplicada no grupo vacinado (n=36) e o grupo controle (n=36) recebeu 2 mL de solução salina seguindo o mesmo procedimento. As vacinações foram realizadas às 15 e 19 semanas de idade. O abate ocorreu 4 semanas após a segunda dose.

^CPeríodo entre a primeira e a segunda aplicação de Vivax

^DPeríodo entre a segunda aplicação e a exposição diária ao macho/suplementação de ractopamina

^EDuração da suplementação de RAC e da exposição diária aos machos

^FPeríodo completo da primeira vacinação ao abate

^GPeríodo entre a segunda vacinação e o abate

2.6. Discussão

No presente estudo, leitoas imunizadas às 15 e 19 semanas de idade apresentaram um aumento global no ganho de peso diário de 4,2% e 7,96% no consumo de ração, e a conversão alimentar não foi influenciada. Bohrer et al. (2014) manejaram leitoas com um análogo de GnRH às 12 e 16 semanas de idade e obtiveram resultados diferentes considerando o período completo (primeira vacinação ao abate). Leitoas tratadas ganharam 3,53% mais peso,

consumindo somente 100 g a mais (numericamente superior), resultando em uma melhoria de 3% na conversão alimentar comparado ao grupo controle.

Andersson et al. (2012) compararam dois regimes de imunocastração em suínos machos: um aplicado prematuramente - EA (às 10 e 14 semanas de idade, similar ao praticado por Bohrer et al. (2014)) e outra aplicação padrão - SA (às 16 e 20 semanas de idade, similar ao praticado no presente estudo). Os autores mostraram que quando os suínos atingem aproximadamente 20 semanas de idade, o tempo gasto no comedouro pelos animais AS é 2,6 e 2,1 vezes maior que o tempo gasto pelos animais EA e cirurgicamente castrados, respectivamente. Esse padrão de consumo provavelmente ocorre da mesma maneira em fêmeas pesadas e associando esse fato ao estímulo mais efetivo da exposição direta aos machos, o maior consumo e ganho de peso das fêmeas imunizadas pode ser explicado.

Tabela 3. Efeito da imunização anti-GnRH na atividade reprodutiva e desenvolvimento do trato reprodutivo

Item	Categoria de imunização ^A		EPM	<i>P value</i>
	Controle	Vacinado		
Peso uterino (g)	480,30	34,54	42,37	<0,0001
Peso ovariano (g)	7,56	1,38	0,61	<0,0001
Baias com leitoas apresentando cio (%)	95,00	0,00	5,49	<0,0001
Leitoas apresentando cio (%)	82,06	0,00	9,46	<0,0001

^AUma injeção subcutânea de 2 mL de Vivax (Zoetis, São Paulo-SP, Brasil) foi aplicada no grupo tratado (n=36) e o grupo controle (n=36) recebeu uma injeção de 2 mL de solução salina seguindo o mesmo procedimento. As vacinações foram realizadas às 15 e 19 semanas de idade. O abate ocorreu 4 semanas após a segunda dose.

Uma das principais propostas do presente estudo foi de estabelecer uma relação entre a supressão do estro e a melhoria do potencial de crescimento de leitoas em terminação. Fêmeas destinadas ao abate comumente apresentam cio durante a fase de terminação tardia e esse fato resulta em consequências maléficas para o desempenho (Zeng et al., 2002; Hinson et al., 2012), tornando difícil a criação desses animais até elevados pesos de abate. Além da possibilidade de ovulação durante o período de engorda, leitoas são uma categoria de menor padrão de crescimento e menor consumo voluntário de ração quando comparadas a outras categorias, como machos castrados cirurgicamente e imunocastrados (Latorre et al., 2004; Bergstrom et al., 2009; Weiler et al., 2013; Puls et al., 2014). Dados recentes revelam que suínos imunologicamente castrados apresentam melhor ganho de peso (Asmus et al., 2014) e consumo

de ração (Braña et al., 2013) quando comparados aos castrados por cirurgia, assim, a imunocastração pode ser extrapolada para fêmeas.

A ractopamina incita o aumento de deposição de tecido magro e reduzido acúmulo de gordura nas carcaças (Bridi et al., 2006) através de ação no metabolismo animal. As principais mudanças residem em melhor ganho de peso (Armstrong et al., 2004) e conversão alimentar (Moore et al., 2012), ocasionalmente associados com reduzido consumo de ração (Crome et al., 1996; See et al., 2004). Puls et al. (2014) reportaram ação conjunta (imunocastração e ractopamina), comparando quatro categorias sexuais (machos cirurgicamente castrados – SC, machos inteiros – IM, leitoas – G, machos imunocastrados – IC e machos imunocastrados alimentados com ractopamina durante os últimos 23 dias pré-abate – IC+RAC). IC+ RAC foram mais pesados e mostraram maior GPD e melhor CA durante o período em que os animais foram alimentados com o aditivo, comparando com as outras categorias.

Lowe (2013) suplementou 5 ppm de RAC na dieta de machos cirurgicamente e imunologicamente castrados durante aproximadamente 3 semanas antes do abate. O aditivo foi efetivo em melhorar o GPD (+ 14,42%) e a conversão alimentar (+ 15,14%) durante o período de suplementação. Durante o período completo (aproximadamente 120 d; de 27 a 139 kg PC) machos imunizados apresentaram reduzido consumo de ração (- 4,58%) comparados a cirurgicamente castrados, independentemente da suplementação de RAC. Mesmo sendo uma dosagem inferior do aditivo e durante uma semana a mais, os resultados durante o fornecimento são similares àqueles encontrados no presente experimento, onde o consumo e a conversão alimentar foram melhorados em 19,42 e 12,54%, respectivamente. A resposta das duas categorias de castração, entretanto, foi inversa, considerando que fêmeas imunizadas apresentaram superioridade de 7,96% comparadas ao grupo controle. A exposição diária aos machos durante o fornecimento de RAC pode ter levado aos efeitos deletérios no consumo das fêmeas não imunizadas. Além disso, durante as fases de crescimento e início de terminação, machos imunocastrados apresentaram menor CRD comparados aos cirurgicamente castrados (Pauly et al., 2009; Morales et al., 2011; Batorek et al., 2012; Lowe, 2013).

Estudos que trabalharam com diferentes intervalos entre segunda vacinação e abate reportaram resultados de acordo aos encontrados nesse experimento. Durante um período de 28 dias, Oliver et al. (2003) reportaram que leitoas (abatidas com aproximadamente 98 kg) tratadas com um análogo de GnRH mostraram melhor ganho de peso diário médio (1,166 x 0,985) e consumo de ração (3,171 x 2,690), resultando em uma conversão alimentar estatisticamente similar (2,72 x 2,73) comparadas aos animais não imunizados. Daza et al. (2014) mostraram que leitoas imunocastradas (abatidas às 10 semanas após a segunda dose, com aproximadamente

129 kg) foram 5,8 kg mais pesadas ao abate, cresceram 52 g/d mais rápido, consumiram 160 g/d a mais de ração e apresentaram conversão alimentar similar ao grupo controle.

Suínos pesados apresentam elevado consumo de ração e são menos eficientes, então, a RAC pode ser uma interessante ferramenta relacionada à melhoria de desempenho (Crome et al., 1996). No presente estudo, o aditivo claramente levou a um crescimento acelerado e aumentou a eficiência dos animais em converter alimento em carne. Durante um período de suplementação de RAC de 5 semanas, Hinson et al. (2012) reportaram que leitoas foram mais leves no início do experimento, ganharam menos peso durante as primeiras três semanas e apresentaram reduzido CRD durante todo o experimento. Amaral et al. (2009), trabalhando com machos castrados e fêmeas pesados reportaram menor peso final, consumo de ração e melhor da conversão alimentar da última categoria em relação à primeira.

Efeitos sinérgicos da imunização anti-GnRH e da suplementação de RAC podem ser ainda mais interessantes considerando a susceptibilidade natural de leitoas em apresentarem carcaças mais magras no abatedouro. Dunshea et al. (1993) conduziram um experimento com machos inteiros, fêmeas e machos castrados, dos 60 aos 90 kg e mostraram que para cada grama de músculo depositado por dia, castrados e fêmeas depositam 3,47 e 3,12 g de gordura/dia.

O fato de que nenhuma leitoa do grupo vacinado apresentou sinais de cio pode ser explicado pelo tempo de avaliação, considerando que a exposição diária aos machos e o teste de “back pressure” duraram apenas 28 dias e a duração do ciclo reprodutivo de uma fêmea dura aproximadamente 3 semanas. Assim, devido à segunda dose ter sido aplicada às 19 semanas e o efeito da vacinação começar em aproximadamente duas semanas após isso (Dunshea et al., 2001), possivelmente não houve tempo suficiente para as fêmeas vacinadas mostrarem sinais de estro. Alguns dados sugerem 70 dias de imunização efetiva após a segunda dose em machos (Claus et al., 2008; Zamaratskaia, 2008).

Por outro lado, uma grande proporção de fêmeas controle apresentaram cio (30 of 36) durante as últimas quatro semanas antes do abate. Resultados do presente estudo são maiores que os encontrados por Bohrer et al. (2014) (apenas 20% das leitoas exibiram estro). Nesse caso, o tipo de exposição (direta feita no presente estudo x “fence line” praticada por Bohrer et al. (2014)) pode ter influenciado na indução de cio e elevado a porcentagem encontrada nesse ensaio. Dalmau et al. (2015), apesar de terem trabalhado com leitoas ibéricas pesadas, reportaram resultados similares aos encontrados no presente estudo. Regimes de imunocastração de três ou quatro doses reduziram a manifestação de estro em 85 e 100%, respectivamente. Vale a pena ressaltar que a presença de um macho reprodutor (Brooks et al., 1970; Cronin, 1983; Ribeiro et al., 2012) e a condição corporal da fêmea (Magnabosco et al.,

2014) são fatores essenciais para garantir manifestação prematura de cio e, conseqüentemente, ovulação.



Figura 11. Ovários de leitoas não imunizadas (superior direito) e imunizadas (superior esquerdo), úteros de leitoas não imunizadas (inferior direito) e imunizadas (inferior esquerdo) (Arquivo pessoal)

Múltiplos fatores agem durante o desenvolvimento das leitoas e influenciam o crescimento ovariano. Bazer et al. (1998) compararam o desenvolvimento do trato reprodutivo de fêmeas Large White (LW) e Meishan (M) e revelaram que a linha genética exerce pronunciado efeito no crescimento dos ovários, considerando que os órgãos de fêmeas LW foram 15% mais pesados que aqueles de fêmeas M.

Dyck et al. (1983) claramente eluciaram a relação entre desenvolvimento corporal e ovariano. Do nascimento às 10 semanas de idade, os ovários cresceram mais devagar que o corpo, nas duas semanas subsequentes houve um desenvolvimento acelerado dos ovários que atingiu um platô da 12^a à 16^a semana, declinando novamente da 16^a semana em diante.

A redução do peso médio dos ovários é um episódio notável em leitoas imunizadas anti-GnRH e esse manejo supostamente influencia o peso uterino, tendo em vista que o crescimento do útero acompanha o desenvolvimento dos ovários da 12^a à 26^a semana de vida e após 100 dias os ovários exercem influência direta no crescimento uterino (Wu & Dziuk, 1988).

Considerando que a imunização foi realizada no presente estudo aproximadamente aos 100 e 130 dias de idade e que o efeito esperado da vacina começa em 2 semanas após a segunda

aplicação (Dunshea et al., 2001), a atrofia ovariana provavelmente engatilhou a involução uterina. Hernández-García et al. (2013) e Dalmau et al. (2015) imunizaram fêmeas ibéricas em um regime de três e quatro aplicações e reportaram maiores reduções no peso ovariano e uterino que os encontrados no presente estudo (30 e 15 vezes para ovários e 36 e 17 vezes para úteros, respectivamente). A indústria processa carne de animais ibéricos pesados e abatidos tardiamente (Peinado et al., 2008), levando à necessidade de aplicação de uma dose adicional do produto imunológico a fim de obter sucesso (Allison et al., 2009). Por outro lado, Bohrer et al. (2014) mostraram redução similar (aproximadamente 3 vezes para ovários) quando fêmeas em engorda foram imunizadas aos 84 e 112 dias de vida, sendo abatidas aos 182 dias. O protocolo de vacinação (número de vacinações) pode ter sido mais efetivo na redução dos ovários quando aplicado em 3 ou 4 doses, quando comparado ao presente estudo e o de Bohrer et al. (2014).

2.7. Conclusões

Resumidamente, o manejo de leitoas com Vivax[®] levou ao aumento do ganho de peso e consumo de ração. Essas melhorias são possivelmente relacionadas à redução de atividade estral. Aumentar o padrão de consumo de fêmeas é desejável considerando que essa categoria apresenta desempenho reduzido, então, consumindo mais elas estarão aptas a produzir carcaças mais pesadas. O período de aplicação da primeira dose e o período entre segunda vacinação e o abate merece novos estudos em leitoas, associando isso aos ajustes nutricionais e de manejo. Apesar da ausência de interação entre os efeitos de RAC e IM, dados históricos confirmados nesse estudo, a suplementação de RAC aumentou o ganho de peso e a conversão alimentar, independente da categoria de imunização. Aliando as melhorias em CRD proporcionadas pela IM e o melhor GPD e CA fornecidos pela RAC, os produtores possuem duas ferramentas disponíveis para elevar o retorno econômico em suas propriedades.

REFERENCES

- Allison, J., Tolasi, G., Donna, R., Solari Basano, F., Nazzari, R., Minelli, G., & Pearce, M. (2009). Efficacy of Improvac® for controlling boar taint in heavy male pigs under commercial field conditions in Italy. *Copenhagen, Denmark: 55th ICoMST*.
- Almeida, F. R. C. L., Machado, G. S., Borges, A. L. C. C., Rosa, B. O., & Fontes, D. O. (2014). Consequences of different dietary energy sources during follicular development on subsequent fertility of cyclic gilts. *animal*, **8(02)**, 293-299.
- Amaral, N. D. O., Fialho, E. T., Cantarelli, V. D. S., Zangeronimo, M. G., Rodrigues, P. B., & Girão, L. V. C. (2009). Ractopamine hydrochloride in formulated rations for barrows or gilts from 94 to 130 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **38(8)**, 1494-1501.
- Andersson, K., Brunius, C., Zamaratskaia, G., & Lundström, K. (2012). Early vaccination with Improvac®: effects on performance and behaviour of male pigs. *animal*, **6(01)**, 87-95.
- Armstrong, T. A., Ivers, D. J., Wagner, J. R., Anderson, D. B., Weldon, W. C., & Berg, E. P. (2004). The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. *Journal of Animal Science*, **82(11)**, 3245-3253.
- Asmus, M. D., Tavarez, M. A., Tokach, M. D., Dritz, S. S., Schroeder, A. L., Nelssen, J. L., ... & DeRouchey, J. M. (2014). The effects of immunological castration and corn dried distillers grains with solubles withdrawal on growth performance, carcass characteristics, fatty acid analysis, and iodine value of pork fat depots. *Journal of animal science*, **92(5)**, 2116-2132.
- Balet, L., Janett, F., Hüsler, J., Piechotta, M., Howard, R., Amatayakul-Chantler, S., ... & Hirsbrunner, G. (2014). Immunization against gonadotropin-releasing hormone in dairy cattle: Antibody titers, ovarian function, hormonal levels, and reversibility. *Journal of dairy science*, **97(4)**, 2193-2203.
- Batorek, N., Čandek-Potokar, M., Bonneau, M., & Van Milgen, J. (2012). Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. *Animal*, **6(08)**, 1330-1338.
- Bazer, F. W., Thatcher, W. W., Martinat-Botte, F., & Terqui, M. (1988). Sexual maturation and morphological development of the reproductive tract in Large White and prolific Chinese Meishan pigs. *Journal of reproduction and fertility*, **83(2)**, 723-728.
- Bergstrom, J. R., Tokach, M. D., Nelssen, J. L., DeRouchey, J. M., Goodband, R. D., & Dritz, S. S. (2009). Effects of feeder design, gender, and dietary concentration of dried distillers grains with solubles on the growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs.
- Bohrer, B. M., Flowers, W. L., Kyle, J. M., Johnson, S. S., King, V. L., Spruill, J. 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.

- Braña, D. V., Rojo-Gómez, G. A., Ellis, M., & Cuaron, J. A. (2013). Effect of gender (gilt and surgically and immunocastrated male) and ractopamine hydrochloride supplementation on growth performance, carcass, and pork quality characteristics of finishing pigs under commercial conditions. *Journal of animal science*, **91**(12), 5894-5904.
- Bridi, A. M., OLIVEIRA, A. D., Fonseca, N. A. N., Shimokomaki, M., Coutinho, L. L., & Silva, C. D. (2006). Efeito do genótipo halotano, da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **35**(5), 2027-2033.
- Britt, J. H., Armstrong, J. D., Cox, N. M., Esbenshade, K. L. (1985). Control of follicular development during and after lactation in sows. *Journal of Reproduction and Fertility (Suppl.)*, **33**, 37-54.
- Brooks, P. H., & Cole, D. J. A. (1970). The effect of the presence of a boar on the attainment of puberty in gilts. *Journal of Reproduction and Fertility*, **23**(3), 435-440.
- Cantarelli, V. S., Fialho, E. T., Almeida, E. C., Zangeronimo, M. G., Amaral, N. O., Lima, J. A. F. (2009). Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. *Ciência Rural*, **39**(3).
- Claus, R., Rottner, S., & Rueckert, C. (2008). Individual return to Leydig cell function after GnRH-immunization of boars. *Vaccine*, **26**(35), 4571-4578.
- Comstock, R. E., Winters, L. M., & Cummings, J. N. (1944). The Effect of Sex on the Development of the Pig. *Journal of Animal Science*, **3**(2), 120-128.
- Crome, P. K., McKeith, F. K., Carr, T. R., Jones, D. J., Mowrey, D. H., & Cannon, J. E. (1996). Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition, and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. *Journal of Animal Science*, **74**(4), 709-716.
- Cronin, G. M. (1983). The effect of early contact with mature boars on reproductive efficiency in the gilt. *Animal Reproduction Science*, **6**(1), 51-57.
- Dalmau, A., Velarde, A., Rodríguez, P., Pedernera, C., Llonch, P., Fàbrega, E., ... & Sloomans, N. (2015). Use of an anti-GnRF vaccine to suppress estrus in crossbred Iberian female pigs. *Theriogenology*, **84**(3), 342-347.
- Daza, A., Latorre, M. A., Olivares, A., & López-Bote, C. J. (2014). The effect of immunocastration and a diet based on granulated barley on growth performance and carcass, meat and fat quality in heavy gilts. *Animal: an international journal of animal bioscience*, **8**(3), 484.
- Donovan, C. E., Hazzard, T., Schmidt, A., LeMieux, J., Hathaway, F., & Kutzler, M. A. (2013). Effects of a commercial canine gonadotropin releasing hormone vaccine on estrus suppression and estrous behavior in mares. *Animal reproduction science*, **142**(1), 42-47.
- Dunsha, F. R., King, R. H., Campbell, R. G., Sainz, R. D., & Kim, Y. S. (1993). Interrelationships between sex and ractopamine on protein and lipid deposition in rapidly growing pigs. *Journal of animal science*, **71**(11), 2919-2930.

- Dunshea, F. R., McCauley, I., & Corbett, J. (2001). Immunization of pigs against gonadotrophin releasing factor (GnRF) prevents boar taint and affects boar growth and behaviour. *Recent advances in animal nutrition in Australia*, **13**, 65-71.
- Dyck, G. W., & Swierstra, E. E. (1983). Growth of the reproductive tract of the gilt from birth to puberty. *Canadian Journal of Animal Science*, **63**(1), 81-87.
- Elhay, M., Newbold, A., Britton, A., Turley, P., Dowsett, K., & Walker, J. (2007). Suppression of behavioural and physiological oestrus in the mare by vaccination against GnRH. *Australian veterinary journal*, **85**(1-2), 39-45.
- Esbenshade, K. L., Ziecik, A. J., & Britt, J. H. (1989). Regulation and action of gonadotrophins in pigs. *Journal of reproduction and fertility. Supplement*, **40**, 19-32.
- Garbossa, C. A. P. (2010). Composição química, características físicas e peroxidação lipídica da carne de suínos alimentados com diferentes níveis de ractopamina.
- Guthrie, H. D., Bolt, D. J., & Cooper, B. S. (1990). Effects of gonadotropin treatment on ovarian follicle growth and granulosa cell aromatase activity in prepubertal gilts. *Journal of animal science*, **68**(11), 3719-3726.
- Guyton, A. C., Hall, J. E., & Guyton, A. C. (2006). *Tratado de fisiologia médica*. Elsevier Brasil.
- Hernández-García, F. I., Duarte, J. L., Pérez, M. A., Raboso, C., del Rosario, A. I., & Izquierdo, M. (2013). Successful long-term pre-pubertal immunocastration of purebred Iberian gilts reared in extensive systems. *Acta Agric Slov*, (Suppl 4), 123-126.
- 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
- Latorre, M. A., Lázaro, R., Valencia, D. G., Medel, P., & Mateos, G. G. (2004). The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. *Journal of animal science*, **82**(2), 526-533.
- Leal, R. S., de Mattos, B. O., Cantarelli, V. D. S., de Carvalho, G. C., Pimenta, M. E. D. S. G., & Pimenta, C. J. (2015). Desempenho e rendimento de carcaça de suínos na fase de terminação, recebendo dietas com diferentes níveis de ractopamina. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, **16**(3).
- Lowe, B. (2013). *Effects of feeding ractopamine (Paylean®) to immunologically castrated (Improvest®) pigs on growth performance, carcass yields, and further processing characteristics* (Doctoral dissertation, University of Illinois at Urbana-Champaign).
- Magnabosco, D., Cunha, E. C. P., Bernardi, M. L., Wentz, I., & Bortolozzo, F. P. (2014). Effects of age and growth rate at onset of boar exposure on oestrus manifestation and first farrowing performance of Landrace× large white gilts. *Livestock Science*, **169**, 180-184.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. (2007). Autorização para o abate de suínos imunocastrados por meio de vacina. *Circular nº 001/2007/DICS/CGI/DIPOA*, Brasília.

Marçal, D. A. (2015). Ractopamina em dietas sem ajustes aminoacídicos para suínos machos castrados em terminação. *Ceres*, **62(3)**.

Miyada, V. S. (1996). Fatores que influenciam as exigências nutricionais dos suínos. *SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS*, 435-446.

Moore, K. L., Dunshea, F. R., Mullan, B. P., Hennessy, D. P., & D'Souza, D. N. (2009). Ractopamine supplementation increases lean deposition in entire and immunocastrated male pigs. *Animal Production Science*, **49(12)**, 1113-1119.

Morales, J. I., Cámara, L., Berrocoso, J. D., López, J. P., Mateos, G. G., & Serrano, M. P. (2011). Influence of sex and castration on growth performance and carcass quality of crossbred pigs from 2 Large White sire lines. *Journal of animal science*, **89(11)**, 3481-3489.

Oliver, W. T., McCauley, I., Harrell, R. J., Suster, D., Kerton, D. J., & Dunshea, F. R. (2003). A gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac) and porcine somatotropin have synergistic and additive effects on growth performance in group-housed boars and gilts. *Journal of Animal Science*, **81(8)**, 1959-1966.

Pauly, C., Spring, P., O'doherty, J. V., Kragten, S. A., & Bee, G. (2009). Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac®) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. *Animal*, **3(07)**, 1057-1066.

Pearce, G. P., & Hughes, P. E. (1987). The influence of male contact on plasma cortisol concentrations in the prepubertal gilt. *Journal of reproduction and fertility*, **80(2)**, 417-424.

Peinado, J., Medel, P., Fuentetaja, A., & Mateos, G. G. (2008). Influence of sex and castration of females on growth performance and carcass and meat quality of heavy pigs destined for the dry-cured industry. *Journal of animal science*, **86(6)**, 1410-1417.

Puls, C. L., Rojo, A., Ellis, M., Boler, D. D., McKeith, F. K., Killefer, J., ...& Schroeder, A. L. (2014). Growth performance of immunologically castrated (with Improvest) barrows (with or without ractopamine) compared to gilt, physically castrated barrow, and intact male pigs. *Journal of animal science*, **92(5)**, 2289-2295.

Team, R. C. (2015). R: A Language and Environment for Statistical Computing (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2012). URL: <http://www.R-project.org>.

Ribeiro, R. R., Magnabosco, D., Bierhals, T., Gaggini, T. S., Bernardi, M. L., Bortolozzo, F. P., & Wentz, I. (2012). Puberty induction in gilts at different ages in two management systems. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, **47(10)**, 1518-1523.

Rossi, C. A. R., Lovatto, P. A., Garcia, G. G., Lenhen, C. R., Porolnik, G. V., Ceron, M. S., & Lovato, G. D. (2010). Alimentação de suínos em terminação com dietas contendo ractopamina e extratos cítricos: desempenho e características de carcaça. *Ciência Rural*, **40**(11).

Rostagno, H. S. (2011). Tabelas Brasileiras para aves e suínos. Composição de alimentos e exigências nutricionais. *Universidade Federal de Viçosa: Viçosa, MG*, 3 ed., 252p.

SAEG. (2000). Sistema para análise estatística, versão 8.0. Viçosa-MG: Fundação Artur Bernardes.

See, M. T., Armstrong, T. A., & Weldon, W. C. (2004). Effect of a ractopamine feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. *Journal of animal science*, **82**(8), 2474-2480.

Weiler, U., Götz, M., Schmidt, A., Otto, M., & Müller, S. (2013). Influence of sex and immunocastration on feed intake behavior, skatole and indole concentrations in adipose tissue of pigs. *Animal: an international journal of animal bioscience*, **7**(2), 300.

Wu, M. C., & Dziuk, P. J. (1988). Ovarian influence on uterine growth in prepubertal gilts. *Journal of animal science*, **66**(11), 2893-2898.

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), 37-48.

Zeng, X. Y., Turkstra, J. A., Tsigos, A., Meloen, R. H., Liu, X. Y., Chen, F. Q., ... & van de Wiel, D. F. M. (2002). Effects of active immunization against GnRH on serum LH, inhibin A, sexual development and growth rate in Chinese female pigs. *Theriogenology*, **58**(7), 1315-1326.

Zimmerman, D. R., McGargill, T., & Cheleen, D. (2000). Pubertal response in gilts to type and frequency of boar exposure and as influenced by genetic line and age at initiation of boar contact. *Nebraska Swine Reports*, 120.