

Produção de suínos machos em crescimento: uma meta-análise

Production of growing male pigs: a meta-analysis

DEMORI, Alice Bogoni¹; ANDRETTA, Ines²; KIPPER, Marcos¹;
LANFERDINI, Eloiza^{3*}; LEHNEN, Cheila Roberta⁴

¹Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Zootecnia, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Zootecnia, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

³Universidade Federal de Lavras, Departamento de Zootecnia, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

⁴Universidade Estadual de Ponta Grossa, Departamento de Zootecnia, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

*Endereço para correspondência: eloizalanferdini@gmail.com

RESUMO

Uma meta-análise foi desenvolvida para estudar o desempenho, características de carcaça e interações com variáveis nutricionais em suínos machos castrados, inteiros e imunocastrados. Para a base de dados, foram utilizados 27 artigos totalizando 2.917 animais. A meta-análise foi realizada através de análises gráficas, de correlação e de variância-covariância. Suínos machos inteiros apresentaram consumo de ração 9% inferior ($P < 0,05$) aos castrados e 11% inferior ($P < 0,05$) em relação aos imunocastrados. O ganho de peso foi maior ($P < 0,05$) nos suínos imunocastrados em relação aos machos inteiros (9%) e castrados (12%) e apresentou correlação positiva ($P < 0,05$) com a ingestão de proteína bruta em todas as categorias estudadas. Interceptos das equações que estimavam o consumo de lisina total em função do ganho de peso dos animais foram 15,3; 20,4 e 22,3g para suínos machos castrados, imunocastrados e inteiros, respectivamente, indicando empiricamente que animais inteiros apresentam maior exigência de lisina para manutenção em relação aos animais castrados. O peso de carcaça quente e rendimento de carcaça não diferiram ($P > 0,05$) entre as categorias sexuais estudadas. Porém, suínos machos castrados apresentaram conteúdo de carne magra 5% inferior ($P < 0,05$) aos imunocastrados e 7% inferior ($P < 0,05$) em relação aos inteiros. A espessura de toucinho dos suínos castrados foi 21% superior ($P < 0,05$) em relação aos imunocastrados e 27% superior ($P < 0,05$) aos inteiros. As respostas de desempenho diferem em suínos machos castrados, inteiros e imunocastrados. Esta meta-análise indicou que as variáveis nutricionais e

exigências de manutenção nas diferentes categorias sexuais dos suínos devem ser consideradas em pesquisas futuras.

Palavras-chave: carcaça, desempenho, nutrição, revisão sistemática, *Sus scrofa*

SUMMARY

A meta-analysis was carried out in order to study performance, carcass characteristics and nutritional interactions in castrated, entire and immunocastrated males. A total of 27 studies were used in the database, totaling 2917 animals. The meta-analysis followed three sequential analyses: graphical, correlation and variance-covariance. Entire males showed feed intake 9% lower ($P < 0.05$) than surgically castrated males and 11% lower ($P < 0.05$) than immunocastrated pigs. Weight gain was higher ($P < 0.05$) in immunocastrated pigs in comparison to entire (9%) and castrated (12%) males. Daily weight gain showed positive correlation ($P < 0.05$) with crude protein intake in all sex categories. The intercepts in the equations estimating the total lysine intake depending on the weight gain were 15.3; 20.4 and 22.3g for surgically castrated, immunocastrated and entire males, respectively, indicating empirically that the entire males have higher lysine requirement for maintenance in comparison to surgically castrated pigs. Hot carcass weight and carcass yield did not differ ($P > 0.05$) between treatments. However, castrated males showed lower lean meat content ($P < 0.05$) in comparison to immunocastrated (5%) and entire (7%) males. The backfat thickness of surgically castrated pigs was 21%

higher ($P < 0.05$) relative to immunocastrated and 27% higher ($P < 0.05$) in comparison to entire pigs. Performance responses differ in surgically castrated, entire and immunocastrated male pigs. The meta-analysis indicated that the nutritional variables and maintenance requirements in different sexual categories of pigs should be considered in future research studies.

Keywords: carcass, nutrition, performance, systematic review, *Sus scrofa*

INTRODUÇÃO

A castração cirúrgica de suínos é uma prática bastante comum, difundida por evitar os efeitos negativos dos hormônios sexuais sobre a qualidade da carne (THUN et al., 2006). Porém, este procedimento é estressante ao animal, além de interferir no desempenho dos suínos e na quantidade de tecidos depositados nas carcaças (TURKSTRA et al., 2002).

Diante de pressões dos consumidores em relação ao bem-estar dos animais e das preferências quanto às características da carne, novas tecnologias têm sido adotadas para evitar a castração cirúrgica e viabilizar a produção de suínos machos inteiros. A imunocastração destaca-se como uma destas alternativas. A técnica consiste na vacinação dos animais com uma forma modificada do hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH) conjugada à uma proteína. A vacinação induz a formação de anticorpos direcionados contra o GnRH (ZAMARATSKAIA et al., 2008). Isso permite a produção de suínos evitando o odor e o sabor característicos de macho inteiro na carne e podendo melhorar o desempenho e as características de carcaça nestes animais (JAROS et al., 2005).

A produção de suínos machos inteiros vem demonstrando ser uma prática bastante atrativa. Por isso, a adoção da

imunocastração na indústria foi tão rápida que as estratégias nutricionais e alimentares não acompanharam essa evolução. Os resultados de estudos anteriormente publicados nesta área apresentam grande variabilidade quanto aos resultados de desempenho e de características de carcaça nas diferentes categorias sexuais de suínos. Além disso, informações que relacionam o desempenho dos animais inteiros com as variáveis nutricionais ainda são escassas na literatura. A meta-análise é útil neste contexto, permitindo a integração de diferentes variáveis nas análises e estabelecendo respostas ajustadas à diversidade experimental dos estudos anteriores. Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar por meta-análise o desempenho, as características de carcaça e as interações com variáveis nutricionais na produção de suínos machos castrados, inteiros e imunocastrados durante o período de crescimento e terminação.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo meta-analítico foi realizado a partir de uma base de dados composta por 27 artigos. As publicações selecionadas para base de dados apresentavam resultados de experimentos com, pelo menos, duas das três categorias animais avaliadas no trabalho: suínos machos castrados, inteiros e imunocastrados. Outros critérios utilizados para a seleção de artigos foram: (1) informações relativas à nutrição e de (2) resultados de desempenho e/ou de características de carcaça.

A maioria dos trabalhos incluídos na base de dados foi publicada em periódicos estrangeiros (96%), sendo que o *Journal of Animal Science* foi o periódico mais utilizado (37% dos trabalhos da base). O Canadá e a

Austrália foram os países onde foi realizada a maioria dos experimentos, os dois países juntos representaram 44% dos artigos. O espaço temporal compreendeu um período de 38 anos. A base de dados totalizou 2.917 animais com média de 99 suínos por artigo e 28 animais por tratamento. Os pesos médios ao início e ao final dos estudos foram de 42,1 e 95,5kg, respectivamente. O milho e o farelo de soja foram os principais ingredientes nas rações de 48,1% dos trabalhos avaliados. O nível médio de proteína bruta nas dietas foi de 16% (variando de 11 a 23%), com 0,91% de lisina total (de 0,45 a 1,95%) e 3.096kcal de energia metabolizável (variação de 2.224 a 3.577kcal).

A metodologia para a definição das variáveis dependentes e independentes e para a codificação dos dados seguiu as proposições descritas na literatura (LOVATTO et al., 2007; SAUVANT et al., 2008). Algumas codificações foram utilizadas com critérios qualitativos de agrupamento, como recurso para associar grupos homogêneos em determinadas características e incluí-los nos modelos analíticos como fonte de variação. Neste particular, a principal codificação utilizada foi para categoria sexual (machos castrados, inteiros ou imunocastrados). Outras codificações foram utilizadas como variáveis de ajuste nas análises, com o objetivo de considerar a variabilidade dos estudos compilados (efeito do artigo, efeitos *inter* e *intra*). Para a codificação do artigo (geral) foi atribuído um número sequencial específico para cada trabalho inserido na base. A codificação *inter* foi formada pela união da codificação geral e de números sequenciais, de maneira a atribuir um código específico para cada tratamento da base. A codificação *intra*, semelhante a utilizada para análise do efeito anterior, foi atribuída aos grupos

com medidas repetidas (idade ou peso vivo).

A meta-análise seguiu três análises sequenciais: gráfica (para controlar a qualidade da base e observar a coerência biológica dos dados), de correlação (entre as diversas variáveis, para identificar os fatores relacionados na base) e de variância-covariância (para a comparação das médias das diferentes categorias sexuais e para a definição das diversas equações). As codificações para os efeitos geral, *inter* ou *intra* foram utilizadas nos modelos para as análises de variância-covariância (SAUVANT et al., 2008). Os resultados médios obtidos foram ajustados por covariância para o peso vivo dos animais (peso médio nas variáveis de desempenho e peso ao abate nas variáveis de carcaça). Os interceptos das equações que estimavam o consumo diário de lisina total (expresso em g/dia) em função do ganho diário de peso (expresso em g/dia) dos animais foram utilizados empiricamente como indicadores da exigência de manutenção dos animais, uma vez que expressam o nível de consumo do nutriente no qual o ganho de peso é nulo (REMUS et al., 2014). Todas as análises foram realizadas através do programa MINITAB 15.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ingestão diária calculada de proteína bruta e lisina total não diferiu ($P > 0,05$) entre as categorias sexuais estudadas (Tabela 1). Machos inteiros apresentaram consumo diário de ração inferior ($P < 0,05$) aos machos castrados cirurgicamente (9%) e aos imunocastrados (11%). Para cada aumento em 1kg no peso vivo médio dos animais, foi observado um aumento de 34g no consumo diário de ração dos machos imunocastrados, 21g dos castrados e 14g dos inteiros (Figura 1).

Tabela 1. Desempenho¹ de suínos machos castrados (MC), imunocastrados (MIm) ou inteiros (MInt) obtido por meta-análise

Item	Categorias sexuais			DPR	P
	MC	MIm	MInt		
Consumo de ração, kg/dia	2,67 ^a	2,72 ^a	2,42 ^b	0,03	**
Ingestão de proteína bruta, g/dia	429	438	440	40	ns
Ingestão de lisina total, g/dia	27,1	27,6	27,9	3,0	ns
Ganho de peso, g/dia	864 ^b	971 ^a	883 ^b	17	*
Conversão alimentar, kg/kg	3,12 ^a	2,76 ^b	2,74 ^b	0,46	**

DPR = desvio padrão residual.

^P Probabilidade indicada por: ns, não-significativo; * e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

¹Variáveis ajustadas por covariância para o peso vivo médio dos animais.

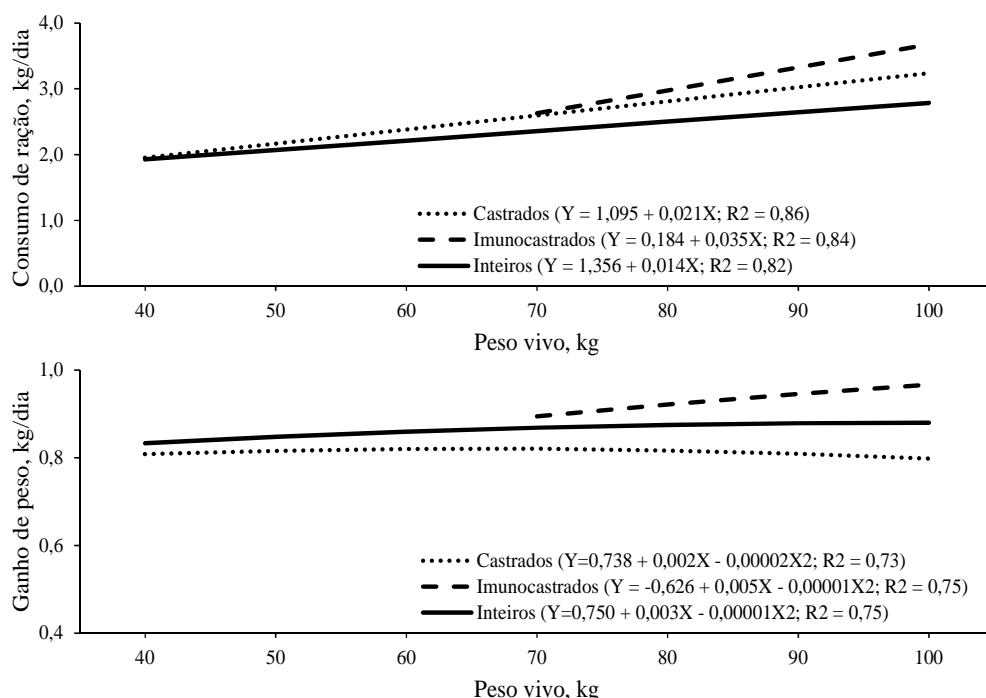


Figura 1. Consumo de ração e ganho de peso dos suínos em função da categoria sexual e do peso vivo médio dos animais

Machos inteiros consomem normalmente menos ração que os castrados (LANFERDINI et al., 2013). Essa tendência também foi observada em cerca de 90% dos artigos utilizados na base de dados. Nesta categoria sexual, o comportamento ingestivo pode ser influenciado por características da dieta (como a composição nutricional) e do animal (como a composição do ganho de peso, os níveis de leptina e a

testosterona). Entre os principais fatores que interferem na ingestão de alimento dos animais de diferentes categorias sexuais estão os hormônios gonadotróficos, sendo que a produção de testosterona nos machos inteiros influencia negativamente o consumo de ração (LANTHIER et al., 2006). Porém, não é possível atribuir a redução do consumo a uma característica isolada, pois estas alterações são complexas e

inter-relacionadas. Ainda assim, em comparação com os machos inteiros, os suínos imunocastrados apresentam consumo de alimento superior (DUNSHEA et al., 2001; CRONIN et al., 2003). Em animais imunocastrados, o comportamento alimentar é alterado após a aplicação da segunda dose da vacina, quando os níveis de testosterona decrescem, estimulando o apetite (CLAUS et al., 2007).

Suínos machos imunocastrados apresentaram ganho diário de peso 9% superior ($P < 0,05$) aos machos inteiros e 12% superior ($P < 0,05$) em relação aos machos castrados cirurgicamente. A conversão alimentar dos suínos castrados cirurgicamente foi pior ($P < 0,05$) em relação aos animais imunocastrados e inteiros. Estes resultados concordam com informações anteriormente publicadas que mostram que animais imunocastrados apresentam maior ganho de peso e melhor conversão alimentar em relação aos machos castrados cirurgicamente (MILLET et al., 2011). Entretanto, quando o desempenho dos machos inteiros é comparado com o de imunocastrados, os resultados disponíveis na literatura ainda são inconsistentes (D'SOUZA & MULLAN, 2003; LANFERDINI et al., 2013).

Os suínos machos inteiros têm melhor capacidade de converter os alimentos em músculos, o que ocorre devido às ações dos hormônios de crescimento somatotróficos. Alguns esteroides como o androstenediol, a dihidropiandrosterona e a testosterona podem atuar na retenção de nitrogênio e no crescimento muscular (OLIVER et al., 2003; LANTHIER et al., 2006). Entretanto, suínos machos inteiros podem apresentar ganho de peso inferior devido ao comportamento agressivo e às interações sociais quando alojados em grupos (PAULY et al., 2009).

O pontencial de crescimento dos machos inteiros reflete também no melhor

desempenho dos machos imunocastrados em relação aos cirurgicamente castrados. Neste sentido, esta categoria é beneficiada pelas características de crescimento do macho inteiro até a aplicação da segunda dose da vacina e, mais tarde, pelo ganho relacionado à maior ingestão de alimento e ao efeito anabólico residual (DUNSHEA et al., 2001; METZ et al., 2002). Após a imunocastração, o anabolismo proteico também se estende por um período superior em relação aos castrados cirurgicamente (METZ & CLAUS, 2003).

Por análise de decomposição de variância, foi possível observar que parte da variação no ganho de peso dos animais está relacionada com o consumo de ração. A parcela da variância no ganho de peso explicada ($P < 0,05$) pelo consumo de ração é de 44,5% nos machos castrados; 45,9% nos machos inteiros e 64,9% nos machos imunocastrados. Esta variação salienta a importância de ajustes nutricionais e alimentares entre as categorias. O ganho de peso dos animais não apresentou correlação significativa ($P > 0,05$) com os níveis de energia digestível ou de proteína bruta das dietas. Porém, o ganho de peso dos animais apresentou correlação positiva com a ingestão de energia digestível em todas as categorias estudadas (castrados: 0,671, $P < 0,01$; inteiros: 0,784, $P < 0,01$; imunocastrados: 0,856, $P < 0,01$). Da mesma forma, também foi observada correlação positiva entre o ganho de peso e a ingestão de proteína bruta (castrados: 0,548, $P < 0,01$; inteiros: 0,505, $P < 0,01$; imunocastrados: 0,622, $P < 0,05$). Embora as variáveis apresentem correlação positiva, a intensidade desta relação pode variar entre as categorias estudadas, o que merece ser melhor avaliado em pesquisas futuras.

Através de equações que estimam o ganho de peso dos suínos em função da categoria sexual e do consumo diário de

lisina total, foi possível inferir que o aumento na ingestão de lisina representou uma resposta maior de ganho de peso nos suínos machos inteiros ($Y = 0,891 + 0,005x - 0,00002x^2$; $R^2 = 0,79$) em comparação com os machos cirurgicamente castrados ($Y = 0,811 + 0,003x - 0,00001x^2$; $R^2 = 0,89$). Nesta análise, não foi possível estimar uma equação para machos imunocastrados com coeficiente de determinação satisfatório, por insuficiência de dados nesta categoria. O valor do coeficiente de regressão foi maior na equação obtida para os machos inteiros em comparação com a de animais castrados.

Uma análise semelhante foi realizada considerando os interceptos de equações definidas para estimar o consumo de lisina (expresso em g/dia) em função do ganho de peso dos animais (g/dia). Estes interceptos podem ser interpretados empiricamente como indicadores da exigência de manutenção dos animais, uma vez que representam o consumo de lisina total no qual o ganho de peso é nulo. Os interceptos estimados foram 15,3; 20,4 e 22,3g para os suínos machos castrados cirurgicamente, imunocastrados e inteiros, respectivamente. De acordo com esta interpretação, os animais inteiros apresentariam maior exigência de lisina para manutenção em relação aos animais cirurgicamente castrados, enquanto os animais imunocastrados apresentariam

uma exigência intermediária entre as categorias anteriores. Variações entre as exigências energéticas de manutenção de machos inteiros e castrados já foram relatadas anteriormente (NOBLET et al., 1999) e podem ser atribuídas às diferenças na composição corporal de tecidos ou ao nível de atividade dos animais.

O peso de carcaça quente e o rendimento de carcaça não diferiram ($P > 0,05$) entre as categorias sexuais estudadas (Tabela 2). As carcaças de suínos machos castrados cirurgicamente apresentaram conteúdo de carne magra 5% inferior ($P < 0,05$) aos machos imunocastrados e 7% inferior ($P < 0,05$) em relação aos machos inteiros, concordando com informações anteriormente publicadas (ZAMARATSKAIA et al., 2008). Estudos anteriores têm demonstrado resultados semelhantes para peso de carcaça quente e rendimento de carcaça entre as categorias estudadas (KNUDSON et al., 1985; ZENG et al., 2002). Entretanto, estas variáveis são questionadas por produtores e indústrias, pois é provável que parte desta diferença de rendimento esteja associada à massa testicular e outros tecidos acessórios ao trato reprodutivo. Além disso, machos inteiros apresentam maior percentual de ossos na carcaça que imunocastrados e castrados (GISPERT et al., 2005).

Tabela 2. Características de carcaça¹ de suínos machos castrados (MC), imunocastrados (MIm) ou inteiros (MInt) obtido por meta-análise

Item	Categorias sexuais			DPR	P
	MC	MIm	MInt		
Carne magra, %	55,3 ^b	58,2 ^a	59,3 ^a	4,9	*
Rendimento, %	76,9	76,7	75,5	4,2	ns
Peso de carcaça quente, kg	83,1	83,5	82,7	6,3	ns
ET na décima costela, mm	22,6 ^a	18,6 ^b	17,8 ^b	7,0	*

DPR = desvio padrão residual.

^P Probabilidade indicada por: ns, não-significativo; * e ** significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

¹Variáveis ajustadas por covariância para o peso vivo médio dos animais.

A espessura de toucinho medida na altura da décima costela nos suínos castrados cirurgicamente foi 21% superior ($P < 0,05$) aos imunocastrados e 27% superior ($P < 0,05$) em relação aos machos inteiros. Em geral, a espessura de toucinho é inferior nos machos inteiros em relação aos castrados cirurgicamente (XUE et al., 1995; SATHER et al., 1999; PAULY et al., 2008). Já os suínos imunocastrados tem espessura de toucinho similar à de suínos cirurgicamente castrados, no entanto, o conteúdo tende a diminuir nesta categoria com dietas de alta energia (ZENG et al., 2002). Outra relação de interesse envolve os efeitos de aditivos nutricionais, como a ractopamina, no desempenho e nas características de carcaça dos animais inteiros e imunocastrados (LANFERDINI et al., 2012; 2013). Porém, não foi possível considerar este fator nas análises do presente trabalho por insuficiência de dados nas publicações utilizadas.

Esta meta-análise permitiu observar que vários fatores podem influenciar na taxa de crescimento dos suínos e, portanto, podem ser considerados na comparação do desempenho de machos castrados, inteiros e imunocastrados. A categoria sexual interfere no desempenho dos animais e pode interferir também nas exigências de manutenção dos animais. Por esta razão, a alimentação dos machos inteiros exige ajustes nutricionais específicos que devem ser definidos com base em características da própria categoria. Assim, as variáveis nutricionais e as exigências de manutenção nas diferentes categorias sexuais dos suínos devem ser consideradas em pesquisas futuras.

Comparativamente aos suínos machos castrados, os machos inteiros apresentam menor consumo de ração, ganho de peso semelhante, melhor conversão alimentar e maior percentual

de carne magra na carcaça. Machos imunocastrados também apresentam melhor conversão alimentar, maior ganho de peso e maior percentual de carne magra na carcaça que os machos castrados cirurgicamente.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelas bolsas concedidas.

REFERÊNCIAS

- CLAUS, R.; LACORN, M.; DANOWSKI, K.; PEARCE, M.C.; BAUER, A. Short-term endocrine and metabolic reactions before and after second immunization against gnrh in boars. **Vaccine**, v.25, p.4689–4696, 2007.
- CRONIN, G.M.; DUNSHEA, F.R.; BUTLER, K.L.; MCCAULEY, I.; BARNETT, J.L.; HEMSWORTH, P.H. The effects of immuno- and surgical-castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, v.81, p.111–126, 2003.
- D'SOUZA, D.N.; MULLAN, B.P. The effect of genotype and castration method on the eating quality characteristics of pork from male pigs. **Animal Science**, v.77, p.67–72, 2003.
- DUNSHEA, F.R.; COLANTONI, C.; HOWARD, K.; MCCAULEY, I.; JACKSON, P.; LONG, K.A.; LOPATICKI, S.; NUGENT, A.; SIMONS, J.A.; WALKER, J.; HENNESSY, D.P. Vaccination of boars

with a gnrh vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2524–2535, 2001.

GISPERT, M.; OLIVER, M.À.; VELARDE, A.; SUAREZ, P.; PÉREZ, J.; FURNOLS, M.F.I. Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male, entire male and female pigs. **Meat Science**, v.85, p.664–670, 2005.

JAROS, P.; BÜRGI, E.; STÄRK, K.D.C.; CLAUS, R.; HENNESSY, D.; THUN, R. Effect of active immunization against gnrh on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. **Livestock Production Science**, v.92, p.31–38, 2005.

KNUDSON, B.K.; HOGBERG, M.G.; MERKEL, R.A.; ALIENS, R.E.; MAGEE, W.T. Developmental comparisons of boars and barrows: I. Growth rate, carcass and muscle characteristics. **Journal of Animal Science**, v.61, p.789–796, 1985.

LANFERDINI, E.; LOVATTO, P.A.; MELCHIOR, R.; KLEIN, K.C.; BROCH, J.; GARCIA, G.G. Características de carcaça e da carne de suínos machos castrados e imunocastrados alimentados com diferentes níveis nutricionais. **Ciência Rural**, v.42, p.2071-2077, 2012.

LANFERDINI, E.; LOVATTO, P.A.; MELCHIOR, R.; ORLANDO, U.A.D.; CECCANTINI, M.; POLEZE, E. Feeding surgically castrated, entire male and immunocastrated pigs with different levels of amino acids and energy at constant protein to energy ratio with or without ractopamine. **Livestock Science**, v.151, p.246–251, 2013.

LANTHIER, F.; LOU, Y.; TERNER, M.A.; SQUIRES, E.J. Characterizing developmental changes in plasma and tissue skatole concentrations in the prepubescent intact male pig. **Journal of Animal Science**, v.84, p.1699–1708, 2006.

LOVATTO, P.A.; LEHNEN, C.R.; ANDRETTA, I.; CARVALHO, A.D.; HAUSCHILD, L. Meta-análise em pesquisas científicas- enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.285–294, 2007.

METZ, C.; CLAUS, R. Active immunization of boars against gnrh does not affect growth hormone but lowers igf-i in plasma. **Livestock Production Science**, v.81, p.129–137, 2003.

METZ, C.; HOHL, K.; WAIDELICH, S.; DROCHNER, W.; CLAUS, R. Active immunization of boars against gnrh at an early age: Consequences for testicular function, boar taint accumulation and n-retention. **Livestock Production Science**, v.74, p.147–157, 2002.

MILLET, S., KWINTEN GIELKENS, K.; BRABANDER, D.; JANSSENS, G.P.J. Considerations on the performance of immunocastrated male pigs. **Animal**, v.5, p.1119–1123, 2011.

NOBLET, J.; KAREGE, C.; DUBOIS, S.; VAN MILGEN, J. Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in growing pigs: effects of sex and genotype. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1208–1216, 1999.

OLIVER, W.T.; MCCAULEY, I.; HARRELL, R.J.; SUSTER, D.J.; KERTON, D.J.; DUNSHEA, F.R. A gonadotropin-releasing factor vaccine (Improvac) and porcine somatotropin

have synergistic and additive effects on grow performance in group housed boars and gilts. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1959–1966, 2003.

PAULY, C.; SPRING, P.; O'DOHERTY, J.V.; AMPUERO KRAGTEN, S.; BEE, G. Performances, meat quality and boar taint of castrates and entire male pigs fed a standard and a raw potato starch-enriched diet. **Animal**, v.2, p.1707–1715, 2008.

PAULY, C.; SPRING, P.; O'DOHERTY, J.V.; KRAGTEN, S.A.; BEE, G. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. **Animal**, v.3, n.7, p.1057–1066, 2009.

REMUS, A.; HAUSCHILD, L.; ANDRETTA, I.; KIPPER, M.; LEHNEN, C.R.; SAKOMURA, N.K. A meta-analysis of the feed intake and growth performance of broiler chickens challenged by bacteria. **Poultry Science**, v.93, n.5. p.1149-1158, 2014.

SATHER, A.P.; JEREMIAH, L.E.; SQUIRES, E.J. Effects of castration on live performance, carcass yield, and meat quality of male pigs fed wheat or corn based diets. **Journal of Muscle Food**, v.10, p.245–259, 1999.

SAUVANT, D.; SCHMIDELY, P.; DAUDIN, J.J.; ST-PIERRE, N.R. Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. **Animal**, v.2, p.1203–1214, 2008.

THUN, R.; GAJEWSKI, Z.; JANETT, F. Castration in male pigs: Techniques and animal welfare issues. **Journal of Physiology and Pharmacology**, v.57, p.189–194, 2006.

TURKSTRA, J.A.; ZENG, X.Y.; VAN DIEPEN, J.T.M.; JONGBLOED, A.W.; OONK, H.B.; VAN DE WIEL, D.F.M.; MELOEN, R.H. Performance of male pigs immunized against gnrh is related to the time of onset of biological response. **Journal of Animal Science**, v.80, p.2953–2959, 2002.

XUE, J.L.; DIAL, G.D.; SCHUITEMAN, J.; KRAMER, A.; FISHER, C.; MARSH, W.E.; MORRISON, R.B.; SQUIRES, E.J. Evaluation of growth, carcass, and compound concentrations related to boar taint in boars and barrows. **Swine Health Prod**, v.3, p.155–160, 1995.

ZAMARATSKAIA, G.; ANDERSSON, H.K.; CHEN, G.; ANDERSSON, K.; MADEJ, A.; LUNDSTRÖM, K. Effect of a gonadotropin-releasing hormone vaccine (Improvac) on steroid hormones, boar taint compounds and performance in entire male pigs. **Reproduction in Domestic Animals**, v.43, p.351–359, 2008.

ZENG, X.Y.; TURKSTRA, J.A.; JONGBLOED, A.W.; VAN DIEPEN, J.T.M.; MELOEN, R.H.; OONK, H.B.; GUO, D.Z.; VAN DE WIEL, D.F.M. Performance and hormone levels of immunocastrated, surgically castrated and intact male pigs fed ad libitum high and low-energy diets. **Livestock Production Science**, v.77, p.1–11, 2002.

Data de recebimento: 24/06/2014
Data de aprovação: 14/03/2015