

Características de carcaça e qualidade de carne de fêmeas suínas alimentadas com ou sem ractopamina

Carcass characteristics and meat quality of swine cattle fed with or without ractopamine

Características de la canal y calidad de la carne del ganado porcino alimentado con o sin ractopamina

Recebido: 07/03/2020 | Revisado: 09/03/2020 | Aceito: 18/03/2020 | Publicado: 20/03/2020

Ruscarla Carvalho Moraes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6057-6074>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: ruscarla_moraes@hotmail.com

Ana Carla Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1701-0737>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: anamoreiraufv@gmail.com

Helena Maria Fonseca da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3706-680X>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: helenafds@hotmail.com

Robério Gomes de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8617-5068>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: roberio_igt@hotmail.com

Robson Evangelista Cardoso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3648-8493>

Instituto Federal Goiano

E-mail: robsonec@hotmail.com

Danilo Pereira Barbosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5117-4009>

Instituto Federal Goiano, Brasil

E-mail: danilo.barbosa@ifgoiano.edu.br

Ana Paula Cardoso Gomide

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2446-7313>

Resumo

O objetivo foi avaliar o efeito da suplementação ou não de 10 ppm de ractopamina em dietas para fêmeas suínas em fase final de terminação, sobre características de carcaça e qualidade de carne, foram utilizados 54 animais, com peso médio inicial de 98 kg ($\pm 0,9$ kg), distribuídos em delineamento inteiramente casualizado composto de dois tratamentos, 27 repetições e um animal por unidade experimental. Os tratamentos usados foram dietas sem ou com suplementação de 10 ppm de ractopamina, por 21 dias. A suplementação de ractopamina em dietas para fêmeas suínas na fase final de terminação influenciaram os parâmetros de características de carcaça e qualidade de carne dos animais. Foram observados efeito significativo ($P < 0,05$) para todas as características de carcaça avaliadas, exceto para rendimento de carcaça e de qualidade de carne: carcaça direita quente e resfriada, perda de carcaça no resfriamento, carne magra na carcaça, perda de água por gotejamento, força de cisalhamento no dia 7 e perda de água por cocção no dia 14, não observou-se efeito ($P > 0,05$) para perda de água por cocção nos dias 1 e 7 e força de cisalhamento no dia 14. Com a adição de 10 ppm de ractopamina na dieta das fêmeas suínas em fase de terminação por 21 dias, obteve influência na qualidade de carne, proporcionando melhores parâmetros de características de carcaça, com maior rendimento de carne magra na carcaça.

Palavras-chave: agonista β -adrenérgico, espessura de toucinho, rendimento de carne magra.

Abstract

The objective was to evaluate the effect of supplementation or not of 10 ppm of ractopamine in diets for swine females in the final stage of finishing, on carcass characteristics and meat quality, 54 animals were used, with an initial average weight of 98 kg ($\pm 0,9$ kg), distributed in a completely randomized design composed of two treatments, 27 repetitions and one animal per experimental unit. The treatments used were diets without or with supplementation of 10 ppm of ractopamine, for 21 days. The supplementation of ractopamine in diets for female pigs in the final finishing phase influenced the parameters of carcass characteristics and meat quality of the animals. Significant effects were observed ($P < 0.05$) for all evaluated carcass characteristics, except for carcass yield and meat quality: hot and cooled straight carcass, loss of carcass on cooling, lean meat in the carcass, water loss by dripping, shear force on day 7 and water loss by cooking on day 14, there was no effect ($P > 0.05$) for water loss by cooking on days 1 and 7 and shear force on day 14. With the addition of 10 ppm of ractopamine in the diet

of the finishing female pigs for 21 days, it obtained influence on the meat quality, providing better parameters of carcass characteristics, with higher yield of lean meat in the carcass.

Keywords: β -adrenergic agonist, fat thickness, lean meat yield.

Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto de la suplementación o no de 10 ppm de ractopamina en las dietas para hembras porcinas en la etapa final de acabado, sobre las características de la canal y la calidad de la carne, se utilizaron 54 animales, con un peso promedio inicial de 98 kg ($\pm 0,9$ kg), distribuidos en un diseño completamente al azar compuesto por dos tratamientos, 27 repeticiones y un animal por unidad experimental. Los tratamientos utilizados fueron dietas sin o con suplementación de 10 ppm de ractopamina, durante 21 días. La suplementación de ractopamina en dietas para cerdas hembras en la fase final de acabado influyó en los parámetros de las características de la canal y la calidad de la carne de los animales. Se observaron efectos significativos ($P < 0.05$) para todas las características de la carcasa evaluadas, excepto el rendimiento de la carcasa y la calidad de la carne: carcasa recta caliente y enfriada, pérdida de la carcasa al enfriarse, carne magra en la carcasa, pérdida de agua al gotear, la fuerza de corte en el día 7 y la pérdida de agua al cocinar en el día 14, no hubo efecto ($P > 0.05$) para la pérdida de agua al cocinar en los días 1 y 7 y la fuerza de corte en el día 14. Con la adición de 10 ppm de ractopamina en la dieta de las cerdas hembra durante 21 días, obtuvo influencia en la calidad de la carne, proporcionando mejores parámetros de las características de la canal, con un mayor rendimiento de carne magra en la canal.

Palabras-clave: agonista β -adrenérgico, espesor gordo, rendimiento de carne magra.

1. Introdução

O melhoramento genético animal, durante as últimas décadas, deu grande ênfase na avaliação e seleção de carcaças quanto ao critério de qualidade voltado para a quantidade de carne magra, visando atender o consumidor cada vez mais exigente em relação ao teor de gordura, uma vez que há intensa correlação entre esta e as doenças cardiovasculares.

A produção de animais precoces, eficientes e que apresentam carcaças com elevada relação carne:gordura, associada a um ótimo padrão de qualidade, tem como desafio principal aumentar o rendimento de carne magra nas carcaças sem trazer prejuízos à qualidade da carne (Warriss et al., 1990; Møller et al., 1992).

Entretanto, para os diferentes segmentos da cadeia produtiva de carne suína, o termo “qualidade de suínos”, incluindo as características de rendimento de carcaça e de qualidade da carne, apresenta enfoque diferente. Assim além do melhoramento genético dos suínos, estratégias nutricionais vêm sendo utilizadas para potencializar as características quantitativas e qualitativas de carcaças e qualidade de carne.

Visando atender o propósito de maior deposição de carne na carcaça em detrimento da deposição de gordura, vem sendo disponibilizados recursos nutricionais, como a ractopamina (Silva et al., 2015), por promover o aumento da síntese protéica e diminuição da lipogênese, através das mudanças nas prioridades de deposição tecidual, resultando em animais com carcaças mais magras (Kiefer & Sanches 2009; Andretta et al., 2011) e ao mesmo tempo promovendo melhora no desempenho (Apple et al., 2007; Moraes et al., 2010; Hinson et al., 2011; Garbossa et al., 2013), porém, os efeitos da ractopamina podem ser limitados a um curto período de tempo, a animais com pesos superiores a 95 kg (Ferreira et al., 2013), dosagem (Oliveira et al., 2013) o nível de lisina na ração (Corassa, et al., 2013) e pela classe sexual (Rikard-Bell, et al., 2009).

Pelo exposto, o experimento foi realizado com o objetivo de avaliar as características de carcaça e qualidade de carne de fêmeas suínas em fase final de terminação (dos 98 aos 123 kg), recebendo dietas contendo ou não ractopamina na sua composição.

Diante do exposto, objetivou-se com o trabalho identificar o modelo de regressão não linear mais adequado para descrever o padrão de crescimento de duas linhagens caipiras de postura, além de construir as curvas e taxas de crescimento de acordo com o modelo selecionado.

2. Material e métodos

Este experimento foi desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa, sendo aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da mesma instituição, sob processo nº 10/2011, coordenado pelo Prof. Aloizio Soares Ferreira.

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, cujo município está localizado a uma latitude de 20° 45' 45" sul e longitude de 42° 52' 04" oeste, com altitude de 657 m.

Foram utilizados por 21 dias, 54 fêmeas de alto potencial genético para deposição de carne, com peso inicial de 98,0 kg \pm 0,9 kg, e aproximadamente 135 dias de idade. Os animais

foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, totalizando dois tratamentos e 27 repetições com um animal por unidade experimental. Os tratamentos foram: fêmea sem adição de ractopamina na dieta, fêmea com adição de 10 ppm de ractopamina na dieta.

As dietas utilizadas no experimento (Tabela 1) foram formuladas para atender as necessidades nutricionais para suínos em fase final de terminação de acordo com o conceito de proteína ideal tendo-se como base as recomendações contidas em Tabelas Brasileiras Para Aves E Suínos (2011), com aumento de 13% na proteína bruta, 8,4% na energia metabolizável, 31,6% de fósforo e 36,1% de cálcio. As relações aminoacídicas foram mantidas constantes em todas as dietas experimentais. O inerte foi usado em todas as dietas para assegurar a variação na inclusão de aminoácidos à dieta.

A ração e água foram fornecidas à vontade aos suínos, durante todo o período experimental.

Tabela 1. Composições centesimais e calculadas das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Ractopamina	
	0 ppm	10 ppm
Milho	66,924	66,924
Farelo de soja (45%)	22,550	22,550
Óleo Vegetal	6,669	6,669
F.Bicálc.	1,158	1,158
Calcário	0,761	0,761
Sal	0,358	0,358
L-LisHCl	0,257	0,257
DL-Met.	0,120	0,120
L-treonina	0,129	0,129
L-triptofano	0,010	0,010
L-Valina	0,007	0,007

Supl. Mineral¹	0,100	0,100
Supl. Vitamínico²	0,100	0,100
BHT	0,015	0,015
Ractopamina (10ppm)	-	0,050
Inerte	0,842	0,792
Total	100,00	100,00
EM (kgcal/kg)	3500	3500
Proteína bruta (%)	15,73	15,73
Lisina dig. (%)	0,900	0,900
Met.+Cist. dig. (%)	0,594	0,594
Met;Lis	0,660	0,660
Triptofano dig. (%)	0,178	0,178
Trip/Lis	0,198	0,198
Treonina dig. (%)	0,663	0,663
Treo/Lis	0,737	0,737
P disponível (%)	0,304	0,304
Cálcio (%)	0,645	0,645

¹contendo por kg de dieta: 100 mg de ferro; 10 mg de cobre; 1 mg de cobalto; 40 mg de manganês; 100 mg de zinco e 1,5 mg de iodo.

²contendo por kg de dieta: 8.000 UI de vit. A; 1.200 UI de vit. D₃; 20 UI de vit. E; 2 mg de vit. K₃; 1 mg de vit. B₁; 4 mg de vit. B₂; 22 mg de ácido nicotínico; 16 mg de ácido pantotênico; 0,50 mg de vit. B₆; 0,020 mg de vit B₁₂; 0,4 mg de ácido fólico; 0,120 mg de biotina; 400 mg de colina e 30 mg de antioxidante.

³composição calculada conforme recomendações contidas em Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (2011).

Os animais foram alojados em baias localizadas em galpão de alvenaria, com piso de concreto e telhado com telha de barro. As temperaturas no interior do galpão foram monitoradas por meio de termômetros de máxima e mínima, diariamente às 15 horas.

Os animais foram pesados no início e no final do experimento (21 dias após o início). Após a pesagem aos 21 dias foram abatidos os suínos mais pesados e aqueles que estavam com

peso de até 1,5% menor do que o do mais no pesado. Os demais suínos permaneceram nas baias com o mesmo manejo e alimentação até atingir o peso de abate dos mais pesados.

Os animais foram abatidos, após jejum de 24 horas, seguindo-se as normas de abate humanitário com insensibilização por choque elétrico, sangramento total e, procedimentos de higienização das carcaças como descrito na Instrução Normativa Número 3 de janeiro de 2000 do Ministério da Agricultura e Abastecimento.

As carcaças inteiras incluindo cabeça e pés foram pesadas e serradas longitudinalmente ao longo da coluna vertebral. As meias-carcaças também foram pesadas individualmente e armazenadas em câmara fria com temperaturas de 0 a 4 °C por 24 horas.

Foram avaliados o comprimento da carcaça (mensurado a partir do bordo cranial da sínfise púbica até o bordo cranial do atlas, com o auxílio de uma fita métrica), o peso da carcaça quente e fria, a espessura de toucinho no ponto P2 a 6,5 cm da linha dorso-lombar, a profundidade muscular do *Longissimus dorsi* à altura da última costela com a cobertura de gordura correspondente, incluindo a pele.

Também foi realizado o rendimento de carcaça expresso como o peso da carcaça quente em relação ao peso de abate; rendimento de carne total expresso pelo peso da carcaça em relação à percentagem de carne; percentagem de carne, para seguintes, foram utilizadas essas fórmulas:

$$\text{Rendimento de carcaça (\%)} = \frac{\text{Peso de carcaça quente} \times 100}{\text{peso vivo ao abate}}$$

$$\text{Perda de carcaça no resfriamento (\%)} = 100 - \left(\frac{\text{Peso de carcaça resfriada} \times 100}{\text{Peso de carcaça quente}} \right)$$

$$\text{Rendimento de carne (\%)} = 60 - (\text{espessura de toucinho mm} \times 0,58) + (\text{profundidade do músculo mm} \times 0,10)$$

$$\text{Quantidade de carne na carcaça (kg)} = (\text{peso de carcaça resfriada kg} \times \text{rendimento de carne}) \div 100.$$

Foram retiradas amostras do músculo *Longissimus dorsi* e levadas para o Laboratório de Carnes do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa para posteriores análises.

Foi utilizada uma amostra de carne, bife com 2,54 centímetros de espessura (mais ou menos 100 gramas) para a mensuração de perda de água por gotejamento. A amostra foi pesada, colocada em uma rede de plástico e suspensa dentro de um saco plástico, na grade da geladeira, de forma que não houvesse contato entre a carne e o saco. O conjunto foi mantido em uma temperatura refrigerada (4°C) por 48 horas. Após a permanência pelo tempo estipulado a carne

foi pesada e a quantidade de água perdida por gotejamento foi calculada usando a seguinte fórmula:

$$\text{Perda de água por gotejamento (\%)} = 100 - \left(\frac{\text{Peso final da amostra} \times 100}{\text{Peso inicial da amostra}} \right)$$

A perda de líquido por cocção (PLC) foi realizada nas amostras 48 horas na geladeira (mesmas amostras da perda de líquido por gotejamento) e nas amostras que ficaram armazenadas a 4°C por um período de maturação de 7 e 14 dias. Para perda de líquido por cocção, a amostra permaneceu por 30 minutos à temperatura ambiente, sendo, em seguida, assada em forma com grelha. O forno foi previamente aquecido por 20 minutos a 150°C. As amostras foram assadas sem adição de qualquer condimento, até atingirem a temperatura interna de 71°C. O monitoramento da temperatura interna dos bifes foi realizado com termômetros tipo K, cuja sonda foi inserida no centro geométrico dos bifes. Depois de atingida a temperatura interna desejada, os bifes foram retirados do forno e mantidos à temperatura ambiente para resfriarem. São expressas em porcentagem de água perdida em relação ao peso original da amostra, utilizando a fórmula a seguir:

$$\text{PLC (\%)} = \frac{(\text{Peso de amostra descongelada} - \text{Peso da amostra assada}) \times 100}{\text{Peso da amostra descongelada}}$$

A seguir, foram embalados, identificados e deixados por mais 24 horas na geladeira, sendo pesados novamente após este período. As mesmas amostras (bifes) usadas anteriormente foram usadas para análise de maciez. A maciez da carne foi estimada através da força de cisalhamento. Foram retiradas seis subamostras cilíndricas, de 1,27 cm de diâmetro, de cada bife, de forma paralela à orientação das fibras musculares, utilizando-se um amostrador de aço inox, devidamente afiado. As subamostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se lâmina de corte em “V” invertido, com angulação de 60° e espessura de 1,06 mm de espessura e velocidade fixa de 25 mm/segundo, acoplada ao aparelho de Warner-Bratzler.

Foram realizadas análises de variância segundo os procedimentos do programa R (R-Project, 2019). Foi considerado o valor de α limite de 5,0%.

3. Resultados e discussão

Os valores médios das temperaturas máximas e mínimas, registrados durante o período experimental, foram de $23,8 \pm 1,0^\circ\text{C}$ e $15,7 \pm 2,1^\circ\text{C}$ respectivamente.

Os resultados de desempenho e características de carcaça encontram-se apresentados na Tabela 2 e os de qualidade de carne na Tabela 3.

Tabela 2. Características de carcaça de fêmeas suínas recebendo ou não ractopamina na dieta

Parâmetros	Tratamentos		p-valor	CV (%)
	0 ppm	10 ppm		
Comprimento de carcaça (cm)*	96,07	101,00	0,001	2,96
Espessura de toucinho (mm)*	28,09	19,24	0,001	19,73
Espessura de toucinho em P2 (mm)*	15,67	9,33	0,001	24,00
Profundidade de musculo (mm)*	7,59	8,22	0,006	10,40
Carcaça quente (kg)*	93,63	102,59	0,001	3,80
Rendimento de carcaça (%)	83,65	83,84	0,500	1,22
Carne magra na carcaça (kg)*	49,46	57,24	0,001	5,05

*: Houve efeito significativo para os parâmetros estudados.

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) sobre as características de carcaça, exceto para rendimento de carcaça, das fêmeas suínas consumindo dietas suplementadas com 10 ppm de ractopamina.

Tabela 3. Características e qualidade de carne das fêmeas suínas recebendo ou não ractopamina na dieta

Parâmetros	Tratamentos		p-valor	CV (%)
	0 ppm	10 ppm		
Carcaça direita quente (Kg) *	47,37	51,93	0,001	3,87
Carcaça direita resfriada (Kg) *	46,31	51,06	0,001	3,93
Perda de carcaça no resfriamento (%) *	2,24	1,68	0,001	15,73
Carne magra na carcaça (%) *	55,68	60,08	0,001	3,57
Perda de água por gotejamento (%) *	7,02	2,35	0,001	37,75
Perda de água por cocção DIA 1 (%)	22,33	22,09	0,715	11,11
Força de cisalhamento DIA 1 (%)	3,61	3,95	0,096	19,3
Perda de água por cocção DIA 7 (%)	21,06	21,32	0,615	8,68
Força de cisalhamento DIA 7 (%) *	2,68	3,01	0,018	17,42
Perda de água por cocção DIA 14 (%) *	20,64	22,41	0,012	11,58
Força de cisalhamento DIA 14 (%) *	2,19	2,35	0,168	17,91

*: Presença de efeito significativo para os parâmetros avaliados.

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) parâmetros avaliados: carcaça direita quente, carcaça direita resfriada, perda de carcaça no resfriamento, carne magra na carcaça, perda de água por gotejamento, força de cisalhamento no dia 7 e perda de água por cocção no dia 14, não observou-se efeito ($P > 0,05$) para perda de água por cocção nos dias 1 e 7 e força de cisalhamento no dia 1 e 14.

Considerando a faixa de temperatura ideal para suínos em terminação sugerida por Kiefer et al., (2010), de 18°C a 23°C, e a temperatura crítica superior (TCS) de 26°C sugerida por Huynh et al., (2005), os animais foram criados em zona de conforto térmico durante o período experimental.

Foi observado efeito da ractopamina sobre o comprimento de carcaça, espessura de toucinho na carcaça, profundidade de músculo, peso de carcaça quente e resfriada, perda de carcaça no resfriamento e quantidade de carne magra.

Com a inclusão de 10 ppm de ractopamina na dieta, obteve um aumento de aproximadamente quase 5% no comprimento de carcaça. Sanches et al., (2010a) também observaram aumento de aproximadamente 5% no comprimento da carcaça de suínos suplementados com 20 ppm de ractopamina. Pereira et al., (2008) observaram aumento de 3,9% no rendimento de carcaça de suínos suplementados com 5 ppm de ractopamina.

Em relação às características de carcaça, resultados similares foram encontrados por Santos et al., (2011) que relataram efeito linear ($P < 0,05$) resultando em diminuição da espessura de toucinho no ponto P2. Marinho et al., (2007) também observaram redução de 7,5% na espessura de toucinho no P2 de animais suplementados com 5 ppm de ractopamina.

Dunsha et al., (1993) relataram que a taxa de síntese muscular pode ser aumentada em cerca de 30%, aliado a uma redução de cerca de 6% na deposição de gordura em animais suplementados com esse agonista, entretanto esses eventos são mais pronunciados em animais acima dos 95 kg (Ferreira et al., 2013).

A partir da inclusão de 5 ppm de ractopamina, já são observadas melhoras significativas no desempenho dos suínos, porém níveis mais elevados (10 e 20 ppm) apresenta benefícios mais pronunciados nas características de carcaça (See, Armstrong & Weldon. 2004).

Estes resultados estão próximos aos obtidos por Marinho et al., (2007), que foi de 57,3% para dietas contendo de 5 ppm de ractopamina sem suplementação extra de lisina digestível. Sanches et al., (2010) observaram aumentos significativos na porcentagem de carne na carcaça quando suplementaram as dietas para suínos em terminação com níveis de 5, 10 e 20 ppm de ractopamina.

Corassa et al., (2010) não observaram efeito da inclusão de 5 e 10 ppm sobre o percentual de carne magra na carcaça para machos castrados, relatando médios de 52,32%, sendo estes inferiores aos encontrados no presente estudo.

Observou-se menor perda de água por gotejamento com a suplementação de 10 ppm de ractopamina na dieta, estando estes dados em concordância com Almeida et al., (2010a) e Garbossa et al., (2013) que também verificaram menor perda de água no gotejamento.

Os valores da força de cisalhamento encontrados neste trabalho para o primeiro dia classifica a carne como dura, independentemente da suplementação ou não com ractopamina, uma vez que, o valor limite para a dureza da carne suína segundo Van Der Wal et al., (1988), Ourique & Nicolaiewsky (1990) e Rosa et al., (2001) é de 3,4 kgf, desde o processo de transformação do músculo em carne, que se dá 24 horas após o abate, necessitando portanto de tecnologias, como a maturação, visando aumentar a sua maciez.

O uso do referido agonista em suínos leva à obtenção de uma carne menos macia, como foi demonstrado em vários estudos (Warriss et al., 1990, Xiong et al., 2006, Athayde et al., 2012). Alguns trabalhos, entretanto, não demonstram influência da ractopamina na maciez da carne de suínos (Bridi et al., 2006, Garbossa et al., 2013).

Uma meta-análise conduzida por Apple et al., (2007) mostrou que a força de cisalhamento aumentou em 4.4, 10.9 e 8.6% quando os animais foram suplementados com 5, 10 e 20 ppm de ractopamina respectivamente.

Entretanto após o período de maturação de 7 dias, independente da suplementação ou não com ractopamina na dieta para fêmeas suínas na fase final de terminação, temos o restabelecimento da maciez da carne, ficando os valores médios dos tratamentos em 2,62 kgf.

Segundo Paulk et al., (2014) o aumento de perda de água durante o cozimento pode ter um efeito negativo na palatabilidade do consumidor e pela perda dos benefícios associados como o aumento da suculência, devido à redução da umidade do produto cozido.

As perdas de água por cocção nos dias 1 e 7 não foram influenciadas pela suplementação ou não com ractopamina na dieta. Da mesma forma, Bridi et al., (2006), não observaram efeitos da ractopamina sobre os parâmetros de perda de água. Já Watanabe et al., (2012) verificaram maior perda de água na cocção decorrente da adição de ractopamina nas dietas.

A maciez da carne pode ser influenciada pela a atividade de enzimas proteolíticas *post-mortem*, que incluem calpainas, catepsinas, o complexo multicatalítico de protease e também as matrizes metaloproteinases (MMPs) (Geesink & Veiseth 2009). Embora existam relatos sobre o efeito da ractopamina sobre a atividade de algumas das enzimas proteolíticas tais como

as calpains (Xiong et al., 2006 e Strydom et al., 2009) e o efeito potencial da ractopamina na expressão ou atividade de MMPs Segundo Cha & Purslow (2012), a divergência de resultados pode ser influenciada pelo tipo de raça empregada na mestiçagem dos suínos (Lim et al., 2014), dosagem de ractopamina utilizada no estudo (Xiong, et al., 2006) ou ainda pela duração de ractopamina empregada (Apple et al., 2007).

Estudos indicam que as modificações metabólicas proporcionadas pela utilização da ractopamina na dieta melhoram de forma significativa o desempenho desses animais ([Armstrong et al., 2004](#); [Bridi et al., 2008](#); [Kiefer & Sanches, 2009](#); [Sanches et al., 2010](#), [Ferreira et al., 2011](#), [Garbossa et al., 2013](#) e [Leal et al., 2015](#)), além de proporcionar redução na espessura de toucinho e aumento na porcentagem de carne magra e rendimento de carcaça ([Kiefer & Sanches, 2009](#)).

Segundo Leal et al., (2015), a ractopamina altera a composição do ganho, pois os animais depositam mais proteína e menos gordura. Aumentando a deposição protéica, aumenta-se o ganho de peso, uma vez que se agrega água. Além disso, a síntese de tecido muscular representa, metabolicamente, economia energética para o animal, quando comparado com a deposição de tecido adiposo. Melhorando a eficiência de utilização dos nutrientes, resulta em melhor conversão alimentar.

4. Conclusão

Com a adição por 21 dias de 10 ppm de ractopamina na dieta para fêmeas suínas em fase de terminação, proporcionou melhorias nas características de carcaça avaliados, com influência positiva na diminuição da espessura de toucinho e aumento na quantidade de carne magra na carcaça, tendo melhorias na qualidade de carne, diminuindo a perda de água por gotejamento e cocção, levando esta carne a apresentar maior força de cisalhamento, entretanto após o período de maturação ocorre diminuição da força de cisalhamento, devolvendo a maciez da carne. Portanto para a administração do agonista β -adrenérgico, ractopamina, para fêmeas suínas em terminação deverá ser acompanhada de tecnologia de processamento de carne, como o processo de maturação, para não causar prejuízos em sua qualidade. Uma vez que suculência e maciez são os principais atributos levados em consideração pelos consumidores.

Referências

Aalhus, J. L.; Schaefer, A. L.; Murray, A. C.; Jones, S. D. (1992). The effect of ractopamine on myofibre distribution and morphology and their relation to meat quality in swine. *Meat Science*, v.31, p.397-409.

Agostini, P. S.; Silva, C. A.; Bridi, A. M.; Abrami, R. A. M.; Pacheco, G. D.; Lozano, A. P.; Ywazaki, M. S.; Dalto, D. B.; Gavioli, D. F.; Oliveira, E. R.; Bonafé, E. G.; Souza, N. E.; Visentainer, J.V. (2011). Efeito da ractopamina na performance e na fisiologia do suíno. *Archivos de Zootecnia*, v.60, n.231, p.659-670.

Almeida, E. C.; Fialho, E. T.; Rodrigues, P. B.; Zangeronimo, M. G.; Lima, J. A. F.; Fontes, D. O. (2010 a). Ractopamine and lysine levels on performance and carcass characteristics of finishing pigs. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.1961-1968.

Almeida, V. V.; Berenchtein, B.; Costa, L. B.; Tse, M. L. P.; Braz, D. B.; Miyada, V. S. (2010 b). Ractopamina, cromo-metionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.1969-1977.

Andretta, I.; Lovatto, P. A.; Silva, M. K. D.; Lehnen, C. R.; Lanferdini, E.; Klein, C. C. (2011). Relationship among ractopamine, nutritional variables and performance in pigs: a meta-analytic study. *Ciência Rural*, v.41, p.186-191.

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*, V.23, p.179-196.

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*, v.82, p.3245-3253.

Arouca, C. L. C.; Fontes, D. O.; Baião, N. C.; Silva, M. A.; Silva, F. C. O. (2007) Níveis de lisina para suínos machos castrados selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça dos 95 aos 122 kg. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, p. 531-539.

- Athayde, N. B.; Dalla Costa, O. A.; Roça, R. O.; Guidoni, A. L.; Ludtke, C. B.; Lima, G. J. M. M. (2012). Meat quality of swine supplemented with ractopamine under commercial conditions in Brazil. *Journal of Animal Science*, v.90, p.4604-4610.
- Bark, L. J.; Stahly, T. S.; Cromwell, O. L. Miyat, J. (1992). Influence of genetic capacity for lean tissue growth on rate and efficiency of tissue accretion in pigs fed ractopamina. *Journal of Animal Science*, v. 70, p. 3391-3400.
- Beermann, D. H. (2002). Beta-Adrenergic receptor agonist modulation of skeletal muscle growth. *Journal of Animal Science*, v. 80, p.18-23.
- Bellaver, C.; Fialho, E. T.; Fávero, J.; Ajala, L. C.; Neto, J. S. (1991). Níveis de ractopamina na dieta e efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.26, p.1795-1802.
- Bridi, A. M.; Silva, C. A.; Shimokomaki, M. (2002). Uso da ractopamina para o aumento de carne na carcaça de suíno. *Revista Nacional da Carne*, v.1, n.307, p.91-94.
- Bridi, A. M.; Oliveira, A. R.; Fonseca, N. A. N.; Fonseca, N.; Shimokomaki, M.; Coutinho, L. L.; Silva, C. A. (2006). Efeito do genótipo halotano, da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.2027-2033.
- Bridi, A. M.; Oliveira, A. R.; Fonseca, L. L. C.; Hoshi, E. H.; Borosky, J. C.; Silva, C. A. (2008). Efeito da ractopamina e do gênero no desempenho e na carcaça de suínos de diferentes genótipos halotano. *Ciências Agrárias, Londrina*, v. 29, n.3, p. 713-722.
- 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*, v.39, p.844-851.
- Carr, S. N.; Rincker, P. J.; Killefer, J.; Baker, D. H.; Ellis, M.; Mckeith, F. K.; (2005). Effects of different cereal grains and ractopamina hydrochloride on performance, carcass

characteristics, and fat quality in late-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, v. 83, p. 223-230.

Cha, M. C.; Purslow, P. P. (2012). Expressions of matrix metalloproteinases and their inhibitor are modified by beta-adrenergic agonist Ractopamine in skeletal fibroblasts and myoblasts. *Journal of Animal Science*, v. 92, p.159-166.

Corassa, A.; Lopes, D. C.; Teixeira, A. O. (2010). Desempenho, características de carcaça e composição óssea de suínos alimentados com diferentes níveis de ractopamina e fitase. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.1740-1747.

Corassa, A.; Kiefer, C.; Nieto, V. M. O. S. (2013). Levels of digestible lysine in diets with ractopamine for finishing pigs. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.14, p.485-489.

Costa-Lima, B. R.; Canto, A. C.; Suman, S. P.; Conte-Junior, C. A.; Silveira, E. T.; Silva, T. J. (2014). Sex-specific effect of ractopamine on quality attributes of pork frankfurters. *Meat science*, v.96, p.799-805.

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*, v.74, n.4, p.709-716.

Dunsha, F. R.; King, R. H.; Campbell, R. G. (1993). Interrelationships between dietary protein and ractopamine on protein and lipid deposition in finishing gilts. *Journal of Animal Science*, v.71, p.2931-2941.

Ferreira, M. S. S.; Sousa, R. V.; Silva, V. O.; Zangerônimo, M. G.; Amaral, N. O. (2011). Cloridrato de ractopamina em dietas para suínos em terminação. *Acta Scientiarum, Animal Sciences*, v.33, n.1, p.25-32.

Ferreira, A. S.; [Oliveira Junior, G. M.](#); [Silva, F. C. O.](#); [Oliveira, R. F. M.](#); Silva, E. P. (2013). Ractopamine for Pigs: A Review about Nutritional Requirements. *Journal of Basic & Applied Sciences*, v. 9, p. 276-285.

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

Geesink, G. H.; Veiseth, E. (2009). Muscle enzymes: Proteinases. In L. M. L. Nollet, & F. Toldrá (Eds.), *Handbook of muscle foods analysis* (p. 91–110). CRC Press.

Gonçalves, L. M. P.; Kiefer, L.; Souza, K. M. R.; Marçal, D. A.; Abreu, R. C.; Nieto, V. M. O. S.; Rodrigues, G. P.; Alencar, S. A. S. (2016). Net energy and ractopamine levels for borrods weighing 70 to 100kg. *Ciência Rural*, vol.46, n.7.

Gonzalez, J. M.; Johnson, S. E.; Thrift, T. A.; Savell, J. D.; Ouellette, S. E.; Johnson, D. D. (2009). Effect of ractopamine-hydrochloride on the fiber type distribution and shelf-life of six muscles of steers. *Journal of Animal Science*, 87, p. 1764-1771.

Greife, H. A.; Klotz, G.; Berschauer, F. (1989). Effects of the phenethanolamine clenbuterol on protein and lipid metabolism in growing rats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, Berlin*, v. 61, p. 19-27.

Herr, C. T.; Yake, W.; Robson, D. C.; Kendall, D. C.; Schincel, A. P.; Richert, B. T. (2000). Effect of nutrition level while feeding Paylean to late-finishing pigs. *Purdue University Swine Day Report*, v.21, p.89-95.

Hinson, R. B., Wiegand, B. R., Ritter, M. J., Allee, G. L.; Carr, S. N. (2011). Impact of dietary energy level and ractopamine on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. *Journal of animal science*, 89(11), 3572-3579.

Huynh, T. T. T.; Aarnink, A. J. A.; Verstegen, M. W. A.; Gerrits, W. J. J.; Heetkamp, M. J. W.; Kemp, B.; Canh, T. T. (2005). Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. *Journal of Animal Science*, v.83, p.1385-1396.

Kiefer, C.; Sanches, J. F. (2009). Meta-analysis of the ractopamine levels in diets for finishing pigs. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.1037-1044.

Kiefer, C.; Moura, M. S.; Silva, E. A.; Santos, A. P.; Silva, C. M.; Luz, M. F.; Nantes, L. C. (2010). Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.11, n.2, p. 496-504.

Koohmaraie, M. (1992). Ovine skeletal muscle multicatalytic proteinase complex (proteasome): purification, characterization, and comparison of its effect on myofibrils with mcalpain. *Journal of Animal Science*, v.70, p.3697-3708.

Leal, S. R.; Mattos, B. O.; Cantarelli, V. S.; Carvalho, G. C.; Pimenta, M. E. 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*, vol.16, no.3.

Lehninger, A. L.; Nelson, D. L.; Cox, M. M. (2007). *Princípios de bioquímica*. 4. ed. São Paulo: Sarvier, p.1232.

Lim, D. G.; Jo, C.; Seo, K. S.; Nam, K. C. (2014). Comparison of meat quality of loins and butts in different two-way crossbred pigs. *Livestock Science*, v. 161, p. 210-217.

Lonergan, H. E., Zhang, W., & Lonergan, S.M. Biochemistry of postmortem muscle- Lessons on mechanisms of meat tenderization. (2010). *Meat Science*, v.86, p.184-195.

Marinho, P. C.; Fontes, D. O.; Silva, F. C. O.; Silva, M. A.; Pereira, F. A.; Arouca, C.L.C. (2007). Efeito dos níveis de lisina digestível e da ractopamina sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.6, p.1791-1798.

Mills, S. E. (2002). Biological basis of the ractopamine response. *Journal of Animal Science*, v. 80, p.28-32.

Mersmann, H. J. (1998). Overview of the effects of α -adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. *Journal of Animal Science*, v.76, p.160-172.

Moloney, A. P.; Beermann, D. H. (1996). Mechanisms by which β -adrenergic agonists alter growth and body composition in ruminants. *Residues of veterinary drugs and mycotoxins in animal products*. Wageningen: Wageningen Press, p. 124-136.

Møller, A. J.; Bertelsen, G; Olsen, A. (1992). Processed pork technological parameters related to type of raw material – review. In: Puolanne, E., Demeyer, D.I., Ruusunen, M. (Eds.) *Pork quality: genetic and metabolic factors*. Wallingford: Redwood Books, p. 225.

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, 1113-1119.

Moraes, E.; Kiefer, C. Silva, I.S. (2010). Ractopamina em dietas para suínos machos imunocastrados, castrados e fêmeas. *Ciência. Rural*, v. 40, n. 2, p. 409-414.

Oliveira, A. L. S.; Donzele, J. L.; Oliveira, R. F. M.; Lopes, D. C.; Moita, A. M. S.; Silva, F. C. O.; Freitas, L. S. (2013) Lisina em rações para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 95 aos 110 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.2, p.337-343.

Ourique, J. M. R.; Nicolaiewsky, S. (1990). Características físico-químicas e organolépticas e suas relações na avaliação da qualidade de carne suína. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.2, n.2, p.118- 125.

Owens, F. N.; Dubeski, P.; Hanson, C. F. (1993). Factors that alter the growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science*, 71, 3138-3150.

Pardi, M.; Santos, I. F. S.; Souza, E. R. (2001). *Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne*. 2.ed. Goiânia: Editora UFG, 2001. V. 1-2., p.483.

Parr, T.; Jewell, K. K.; Sensky, P. L.; Brameld, J. M.; Bardsley, R. G.; Buttery, P. J. (2004). Expression of calpastatina isoforms in muscle and functionality of multiple calpastatina promoters. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, v.427, n.1, p.8-15.

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

Pereira, F. A.; Fontes, D. O.; Silva, F. C. O.; Ferreira, W. M.; Lanna, A. M.; Corrêa, M. Q.; Silva, G. S. S.; Marinho, P. C.; Arouca, C. L. C.; 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. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n.4, p.943-952.

R-PROJECT, 2016. (2019). R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0.

Ramos, F.; Silveira, M. I. N. (2001). Agonistas adrenérgicos e produção animal. II. Relação estrutura, atividade e farmacocinética. *Revista Portuguesa de Ciências*.

Rikard-Bell, C.; Curtis, M. A.; Van Barneveld, R. J.; Mullan, B. P.; Edwards, A. C.; Gannon, N. J.; Henman, D. J.; Hughes, P. E.; Dunchea, F. R. (2009). Ractopamine hydrochloride improves growth performance and carcass composition in immunocastrated boars, intact boars, and gilts. *Journal of Animal Science*, v. 87, p. 3536-3543.

Rosa, A. F.; Sobral, P. J. A.; Lima, C. G.; Gomes, J. D. F. (2001). Determinação das características físico-químicas da carne de suínos em fase de crescimento - *Revista TeC Carnes - Campinas*, SP, v.3, n.1, p.13-18.

Rossi, C. A. R.; Lovatto, P. A.; Lenhen, C. R.; Andretta, I.; Ceron, M. S.; Lovato, G. D. (2010). Alimentação de suínos em terminação com dietas contendo extratos cítricos e

ractopamina: características químicas e perfil de ácidos graxos do músculo longissimus dorsi. Arquivos de Veterinária, v.26, p.95-103.

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

Sanches, J. F.; Kiefer, C.; Carrijo, A. S.; Moura, M. S.; Silva, E. A.; Santos, A. V. P. (2010b). Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos sob estresse por calor. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, p.1523-1529.

Schinckel, A. P.; Richert, B. T.; Kendall, D. C. (2000). Modeling the response to Paylean® and dietary lysine requirements. Swine Research Report, Purdue.

See, M. T.; Armstrong, T. A.; Weldon, W. C. (2004). Effect of a ractopamina feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. Journal of Animal Science, v. 82, p.2474-2480.

Silva, R. A. M.; Pacheco, G. D.; Vinokurovas, S. L.; Oliveira, R. E.; Gavioli, D. F.; Lozano, A. P.; Agostini, P. S.; Bridi, A. M.; Silva, C. A. (2015). Associação de ractopamina e vitaminas antioxidantes para suínos em terminação. Ciência Rural, v.45, n.2.

Stoller, G. M.; Zerb, H. N.; Moeller, S. J.; Baas, T. J.; Johnson, C.; Watkins, L. E. (2003). The effect of feeding ractopamine (Paylean) on muscle quality and sensory characteristics in three diverse genetic lines of swine. Journal of Animal Science, v. 81, p. 1508-1516.

Strydom, P. E.; Frylinck, L.; Montgomery, J. L.; Smith, M. F. (2009). The comparison of three β -agonists for growth performance, carcass characteristics and meat quality of feedlot cattle. Meat Science, v. 81, p. 557-564.

Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. (2011). 3.ed. Viçosa: UFV, 252p.

Uttaro, B. E.; Ball, R. O.; Dick, P.; Rae, W.; Vessie, G.; Jeremiah, L. E. (1993). Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. *Journal of Animal Science*, v.71, p. 2439–2449.

Van Der Wal, P. G.; Van Der.; Bolink, A. H.; Merkus, G. S. M. (1988). Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. *Meat Science*, Oxford, v.24, n.1, p.79-84.

Walker, W. R.; Johnson, D. D.; Brendemuhl, J. H.; Darymple, R. H, Combs, G. E. (1989). Evaluation of cimaterol for finishing swine including a drug withdrawal period. *Journal of Animal Science*, v.67, p.168 – 176.

Warriss, P. D.; Brown, S. N.; Rolph, T. P.; Kestin, S. C. (1990). Interactions between the beta-adrenergic agonist salbutamol and genotype on meat quality in pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 68, p. 3669 – 3676.

Watanabe, P. H.; Thomaz, M. C.; Pascoal, L. A. F.; Ruiz, U. S.; Daniel, E.; Amorin, A. B.; Cristani, J.; Castro, F. F. (2012). Qualidade da carne de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de ractopamina na dieta. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.*, v.64, p.1381-1388.

Willians, N. H.; Cline, T. R.; Schinckel, A. P.; Jones, D. J. (1994). The impact of ractopamine, energy intake and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 72, p. 3152-3162.

Xiong, Y. L.; Gower, M. J.; Li, C.; Elmore, G. L.; Crowell, M. D.; Lindemann, M. D. (2006). Effect of dietary ractopamine on tenderness and postmortem protein degradation of pork muscle. *Meat Science*, v.73, p.600-604.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Ruscarla Carvalho Moraes – 20%

Ana Carla Moreira – 15%

Helena Maria Fonseca da Silva – 15%

Robério Gomes de Souza – 10%

Robson Evangelista Cardoso – 10 %

Danilo Pereira Barbosa – 10%

Ana Paula Cardoso Gomide – 20%