

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

BACHARELADO EM ZOOTECNIA

**CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DE
CARNE DE FÊMEAS SUÍNAS ALIMENTADAS COM OU
SEM RACTOPAMINA**

RUSCARLA CARVALHO MORAES

**Rio Verde, GO
2019**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE**

ZOOTECNIA

**CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DE
CARNE DE FÊMEAS SUÍNAS ALIMENTADAS COM OU SEM
RACTOPAMINA**

RUSCARLA CARVALHO MORAES

Trabalho de curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof^ª. Dr^a Ana Paula Cardoso Gomide

Rio Verde – GO
Dezembro 2019

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

CR949c Carvalho Moraes, Ruscarla
Características de carcaça e qualidade de carne de
fêmeas suínas alimentadas com ou sem ractopamina. /
Ruscarla Carvalho Moraes;orientadora Ana Paula
Cardoso Gomide. -- Rio Verde, 2019.
34 p.

Monografia (em Bacharelado em Zootecnia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2019.

1. agonista beta adrenérgico. 2. espessura de
toucinho. 3. rendimento de carne magra. I. Cardoso
Gomide, Ana Paula, orient. II. Título.



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Ruscarla Carvalho Moraes
Matrícula: 2012102201840038
Título do Trabalho: Características de carcaça e qualidade de carne de fêmeas suínas alimentadas com ou sem reactivamina

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: [] Não [X] Sim, justifique: Será publicado como artigo e a revista não permite que já tenha sido publicado mais de 400 palavras do artigo.

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 18/02/2020

O documento está sujeito a registro de patente? [] Sim [X] Não
O documento pode vir a ser publicado como livro? [] Sim [X] Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde - GO, 12/02/2020 Local
Data

Ruscarla Carvalho Moraes

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Ana Paula Santos Espinola

Assinatura do(a) Orientador(a)

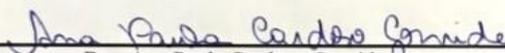
Ana Paula Santos Espinola
Av. Pádua Castanho, 166
8º andar - Goiânia - GO - 74155-900
Telefone: (61) 3241-1111

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CURSO (TC)

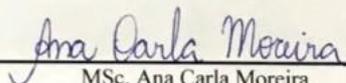
ANO	SEMESTRE
2019	2º

No dia dez do mês de dezembro de 2019, às quinze horas, reuniu-se a banca examinadora composta pela docente Dra. Ana Paula Cardoso Gomide, e as mestres: Ana Carla Moreira e Helena Maria Fonseca da Silva para examinar o Trabalho de Curso (TC) intitulado **Características de Carcaça e Qualidade de Carne de Fêmeas Suínas Alimentadas com ou sem Ractopamina** da acadêmica **Ruscarla Carvalho Moraes**, Matrícula nº 2012102201840038 do Curso de Bacharelado de Zootecnia do IF Goiano - *Campus* Rio Verde. Após a apresentação oral do TC, houve arguição da candidata pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela **Aprovação** da acadêmica. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata, que segue datada e assinada pelos examinadores.

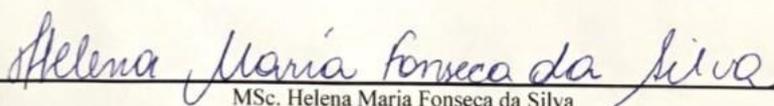
Rio Verde, 10 de dezembro de 2019.



Dra. Ana Paula Cardoso Gomide
IF Goiano - Rio Verde
Orientador



MSc. Ana Carla Moreira
Membro Externo



MSc. Helena Maria Fonseca da Silva
Membro Externo

Observação:

() O(a) acadêmico(a) não compareceu à defesa do TC.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças para vencer mais este desafio que se iniciou em 2012, e sempre me ter confortado nos momentos mais difíceis e ter mostrado sempre o caminho certo.

Agradeço a minha família, meu pai e minha mãe por sempre me ajudar nos momentos mais difíceis e melhores, meu esposo que sempre esteve comigo nos momentos que precisei, meu filho que proporciona alegria e força de vencer na vida, minha avó D^a. Cleonice que me cedeu a casa por um bom tempo e sempre estar rezando por mim, meu tio Clailton que foi a pessoa que me trouxe e ficou na faculdade pra eu fazer a matrícula, meu tio Wagno pelo apoio, meu avô Jeronimo pela ajuda por um período difícil, aos familiares do meu esposo em especial a Sonilda e o Essio que me ajudaram tanto com o Pedro Antônio, todos estes sempre estiveram do meu lado desde o início do curso e foram responsáveis diretos ou indiretamente pelo apoio recebido ao longo destes seis anos e meio de graduação.

Agradeço a professora Ana Paula por ter me orientado durante um ano em projeto de PIVIC no qual aprendi muito sobre a área de suinocultura e manejo de dejetos de suínos, obrigado pelos ensinamentos e experiências obtidas durante este período.

Agradeço ao Professor Danilo Barbosa e a banca avaliadora pelas contribuições deste trabalho.

Agradeço a todo corpo docente, direção e corpo administrativo desta instituição, pelos conhecimentos adquiridos ao longo destes seis anos e meio de curso. Em especial aos PROFESSORES: Ana Paula, Francisco Neto, Kátia Cylene, Fabiana Ramos, Cibele Minafra, Kátia Costa, Adriano Carvalho, Jessika Mara, Marco Antônio, Elis Bento, Karen Martins, Tiago Pereira, Cassia Alves, José Milton, Bruno Saleh, João Cleber, Eduardo Severiano, Hipólito, Maria Andreia, Fernanda Farnese, Gilberto Colodro, Carlos, Jesiel, Samantha, Cristiane Gajo e Salmon Landi.

Agradeço aos amigos que o IF Goiano me deu, em especial Carolyne Martins, Hanyeny Raiely, Isadora Rissato, Arthur Augusto, Maura Regina, Nayara Ferreira, Ana Carla, Ludmilla Araújo, Wayron Araújo e Helena Fonseca.

Agradeço ao Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde e a todos os meus professores, por ter me acolhido e me ensinado com dedicação e paciência, pela oportunidade da iniciação científica me tornando uma profissional ainda mais qualificada.

RESUMO

MORAES, Ruscarla Carvalho. **Características de carcaça e qualidade de carne de fêmeas suínas alimentadas com ou sem ractopamina**. 2019, 34p. Monografia (Curso Bacharelado de Zootecnia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio Verde – GO, 2019.

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 influencia 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.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Curva de crescimento animal.....	12
----------	----------------------------------	----

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Composições centesimais e calculadas das dietas experimentais.....	19
TABELA 2	Características de carcaça de fêmeas suínas recebendo ou não ractopamina na dieta.....	23
TABELA 3	Características e qualidade de carne das fêmeas suínas recebendo ou não ractopamina na dieta.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 Ractopamina	12
2.1.1 Mecanismo de ação da ractopamina.....	13
2.1.2 Respostas ao uso da ractopamina.....	14
2.1.3 Ractopamina e qualidade de carne.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5 CONCLUSÃO	28
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

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 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ractopamina

A ractopamina é um agonista β -adrenérgico do grupo das fenetanolaminas, com estrutura semelhante à das catecolaminas, epinefrina e norepinefrina, e ela pode alterar o metabolismo animal e modificar a repartição de nutrientes, favorecendo a deposição muscular em relação à de gordura (Sanches et al., 2010 b; Andretta et al., 2011; Costa-Lima et al., 2014).

Com o redirecionamento dos nutrientes que seriam destinados à produção e deposição de lipídeos para serem utilizados na deposição de tecido muscular (Pereira et al., 2008), ocorre redução da síntese lipídica, ao mesmo tempo em que há aumento da síntese proteica, proporcionando melhoria do ganho de peso, conversão alimentar e das características qualitativas de carcaça dos suínos.

A adição dessa substância à dieta tem se dado na fase de terminação de suínos (maturação) por esta apresentar transformação na composição da carcaça, com elevado consumo de ração e melhor eficiência alimentar. (Figura 1).

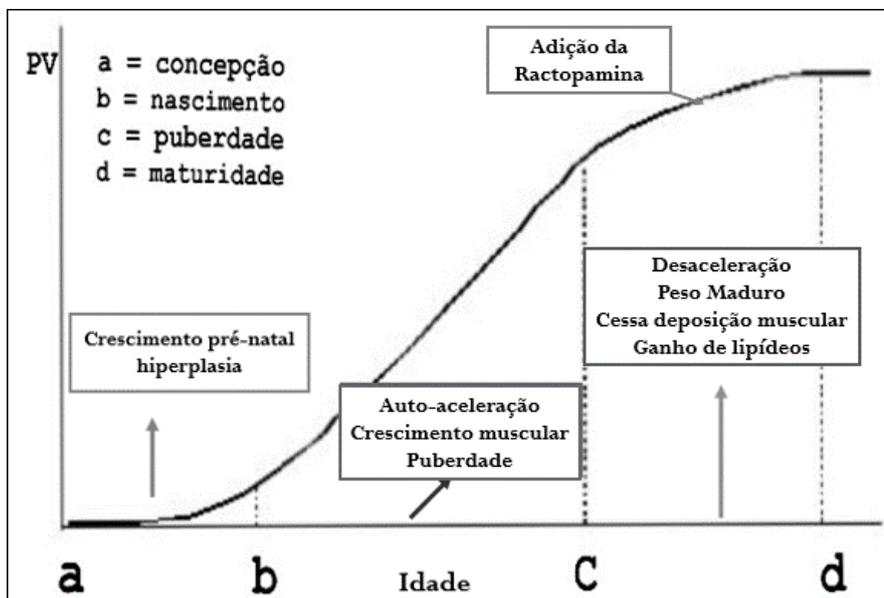


Figura 1. Curva de crescimento animal, adaptado de OWENS et al., (1993).

Podemos observar que entre o nascimento (b) e a puberdade (c), os suínos apresentam maior taxa de crescimento, proporcionando melhor conversão alimentar. Na maturidade temos a queda da deposição muscular e da conversão alimentar, gerando o aumento de lipídeos depositado na carcaça. Com suplementação de ractopamina na dieta tem

proporcionado melhoria significativa no desempenho, aumentando o crescimento e a deposição de proteína, ou seja, proporcionando redução da gordura da carcaça e aumento da quantidade de carne magra, o que é desejável tanto para o produtor quanto para o consumidor (Bridi et al., 2006, Rossi et al., 2010, Agostini et al., 2011).

2.1.1 Mecanismo de ação da ractopamina

Os agonistas β -adrenérgicos, também denominados como ABA, são conhecidos como agentes de partição, com efeitos sobre o sistema endócrino, o metabolismo proteico, lipídico e glicídico, modificando a composição e a qualidade de carcaça dos animais (Dunshea, 1993). Foi muito utilizado na produção de suínos, promovendo redirecionamento dos nutrientes, aumento da deposição de tecido magro e diminuição da lipogênese (Bridi et al. 2002).

Algumas espécies, como bovinos e suínos, possuem β -receptores no tecido adiposo e muscular, que, quando são ativados pelas catecolaminas, promovem lipólise e ação muscular específica (Beermann, 2002).

As catecolaminas podem ser divididas em naturais e sintéticas. As naturais são epinefrina, norepinefrina e dopamina, e as sintéticas de maior interesse são o clenbuterol, cimaterol, salbuterol e ractopamina, sendo a ractopamina a mais utilizada na produção de suínos (Bellaver et al., 1991). A sua ação no tecido adiposo e no tecido muscular, na espécie suína, é feita por meio de β -receptores (Beermann, 2002). De acordo com Mills (2002), três tipos de receptores estão presentes no tecido adiposo de suínos: β_1 , perfazendo aproximadamente 75%; o β_2 , com 20%; e o β_3 , com 5%. Estes receptores estão presentes na maioria das células dos mamíferos, variando entre a tecidos do organismo dos animais e diferentes espécies (Mersmann, 1998).

Os principais efeitos da ractopamina, sob o ponto de vista metabólico, estão relacionados ao tecido muscular esquelético e à gordura corporal dos animais (Ramos & Silveira, 2001), embora alguns autores defendam que haja aumento na síntese protéica, particularmente numa fase inicial (Greife et al., 1989; Bark et al., 1992).

A diminuição da proteólise, por outro lado, apresenta-se como fator importante para o aumento da quantidade de carne magra nas carcaças de animais alimentados com dietas contendo ractopamina, sendo comprovada por meio do decréscimo da excreção de 3-metil-histidina, produto resultante do catabolismo protéico (Moloney & Beermann, 1996).

2.1.2 Respostas ao uso da ractopamina

A ractopamina, se mostra capaz de promover aumento do ganho de peso e no percentual de carne, melhorando a conversão alimentar e a qualidade da carcaça de suínos na fase final de terminação (Pereira et al., 2008). Estes resultados podem ser explicados por meio das alterações provocadas no metabolismo animal pela ação da ractopamina, que ocasiona redirecionamento dos nutrientes, aumentando a síntese proteica e diminuindo a lipogênese. Os maiores efeitos quanto ao uso da ractopamina em dietas para suínos em terminação ocorre através da diminuição das gorduras corporais, particularmente a subcutânea e a intermuscular (Willians et al., 1994; Carr et al., 2005).

O aumento da deposição de proteína corporal, proporcionado pela utilização da ractopamina, é maior na carcaça do que nas vísceras, o que melhora o rendimento de carcaça dos suínos (Almeida et al., 2010 a). Porém, estes efeitos podem ser limitados a um curto período de tempo (14 dias) e a animais com pesos superiores a 95 kg (Ferreira et al., 2013).

Estudos avaliando a resposta dos suínos à ractopamina demonstram que esta pode ser influenciada pelo tempo de uso do aditivo. Schinckell et al. (2000), relataram que a ractopamina foi mais eficaz quando administrada nos últimos 28 dias que antecedem o abate, uma vez que essa fase de criação é caracterizada pelo aumento da deposição de gordura e piora na conversão alimentar.

Bark et al. (1992) trabalhando com suínos em fase de terminação, verificaram que os resultados positivos para ganho de peso diário foram obtidos nos primeiros 14 dias de fornecimento da ractopamina, diminuindo com o tempo de tratamento e cessando, após quatro semanas de fornecimento.

Foi relatada na literatura que a melhora na conversão alimentar dos animais pode ser atribuída ao provável aumento na deposição de proteína (MOORE et al. 2009) ocorrida devido ao efeito da ractopamina em reduzir a degradação da proteína muscular (Cha & Purslow 2012).

Estudando a interação de dois níveis de lisina digestível (0,67 e 0,87%) e ractopamina (0 e 5 ppm), Marinho et al. (2007) observaram aumento na profundidade de lombo de suínos machos castrados com aproximadamente 85 kg foi maior em rações com ractopamina contendo 0,87% de lisina digestível.

Sanches et al. (2010 a) avaliaram o nível de inclusão de ractopamina (0, 5, 10 e 20 ppm) sobre os parâmetros de desempenho de suínos mantidos em conforto térmico e observaram aumento linear do ganho de peso diário e diminuição da conversão alimentar e,

ainda, diminuição da espessura de toucinho e aumento da profundidade de músculo e da porcentagem de carne magra na carcaça.

Gonçalves et al. (2016), avaliando suínos machos castrados em terminação, com dietas suplementadas com níveis crescentes de ractopamina (5, 10 e 20 ppm), não observaram diferenças no desempenho e nas características quantitativas de carcaça para os diferentes níveis.

Em geral, a ractopamina age aumentando o ganho de peso e a taxa de deposição de tecido muscular, o rendimento de carcaça e, conseqüentemente, melhorando a eficiência alimentar (Arouca et al., 2007; Cantarelli et al., 2009; Gonzalez, et al., 2009; Almeida et al., 2010).

2.1.3 Ractopamina e qualidade de carne

A indústria tende a considerar como itens de qualidade: porcentagem de carne magra, rendimento de cortes; acabamento de carcaça (em especial apra de excesso de gordura), entre outros. Os consumidores avaliam os aspectos nutricionais, aparência e os relacionados à satisfação de consumo, sendo estes diretamente responsáveis pela aquisição (Beermann, 2002).

A qualidade de carne está relacionada com a capacidade de retenção de água, pH, grau de gordura de cobertura e características do tecido conjuntivo e da fibra muscular (Pardi et al., 2001). Algumas pesquisas têm demonstrado aumento na resistência ao corte na carne proveniente de suínos alimentados com dietas contendo ractopamina. Esse fato pode ser devido ao aumento do diâmetro da fibra muscular proporcionado pela ractopamina (Uttaro et al., 1993).

Walker et al. (1989) e Moloney & Beermann (1996) observaram que a força de cisalhamento é maior quanto maior for a inclusão de β -agonista, tornando a carne mais dura. Os efeitos anabólicos da ractopamina incluem a hipertrofia de fibras brancas e intermediárias, justificando o aumento do diâmetro das fibras musculares e o conseqüente aumento da massa muscular.

Koohmaraie (1992) relatou que o principal sistema proteolítico relacionado com a maciez da carne é denominado calpaínas, proteínas que contêm, no sítio ativo, um resíduo de cisteína, produzidas pelos músculos como pró-enzimas que são ativadas pelo cálcio, tendo três componentes principais: calpaí nas tipo I e tipo II, e calpastatinas, que têm a função de inibir as calpaínas, que são enzimas proteolíticas *post-mortem*. Entre espécies, quanto maior a

atividade da calpastatina, maior a força de cisalhamento, sendo que a espécie bovina apresenta maior atividade da calpastatina em relação à espécie suína.

A calpastatina possui sítios de fosforilação para sua ativação, que são dependentes de estímulos desencadeados por β -agonistas. Assim, animais recebendo ractopamina podem apresentar maior ação da calpastatina, levando ao aumento da dureza da Parr et al. (2004).

O desempenho e as características de carcaça, de forma geral, são melhores com a utilização de ractopamina. Em relação à influência da inclusão de ractopamina sobre os parâmetros de qualidade da carne, os resultados são muito controversos. Alguns autores, como Stoller et al. (2003); Bridi et al. (2006) e Ferreira et al (2013) não observaram alterações negativas na qualidade da carne, enquanto Utarro et al. (1993), Carr et al. (2005) e Agostini et al. (2011) observaram piora na qualidade da carne, principalmente no que se refere à maciez.

A carne de animais suplementados com ractopamina possui aspecto DFD (dark, firm and dry - escura, firme e seca), devido à insuficiente acidificação no período *post-mortem* Ramos & Silveira (2001). Este processo pode ocorrer devido ao fato dos animais suplementados com ractopamina poderem apresentar o pH final da carne mais elevado, retendo mais água no músculo, o qual fica estruturado e de coloração escura, tanto pela menor refração de luz quanto pela maior ação enzimática (Herr et al., 2000; Bridi et. al., 2006).

Um dos efeitos da ractopamina sobre a síntese proteica ocorre pela ligação aos receptores de membrana, aumentando o diâmetro das fibras musculares, podendo o aumento da síntese proteica ser devido ao resultado da maior expressão gênica das miofibrilas, observada em suínos geneticamente melhorados para produção de carne magra, conforme descrito por Aalhus et al. (1992).

Warris et al. (1990) relataram aumento da capacidade de retenção de água da carne de animais tratados com ractopamina. Conforme Crome et al. (1996), este efeito deve-se à menor deposição de gordura e à maior deposição proteica.

Athayde et al. (2012) verificaram menor perda de água por cocção e maior força de cisalhamento no nível de 10 ppm de ractopamina. Observaram, também, diminuição do escore visual de marmorização com a inclusão de ractopamina, havendo diferença entre os animais do grupo controle (0 ppm) e os que receberam 10 ppm de ractopamina, recomendando, portanto, a inclusão de 5 ppm de ractopamina em dietas para suínos em terminação. Entretanto, alguns trabalhos não demonstram influência da ractopamina na maciez da carne de suínos (Bridi et al., 2006; Ferreira et al., 2013; Garbossa et al., 2013).

Uma metanálise conduzida por Apple et al. (2007) mostraram 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. Através de análise sensorial, foi demonstrada menor maciez para animais recebendo ractopamina, o que está de acordo com os maiores valores de força de cisalhamento.

Para força de cisalhamento, Warris et al. (1990) observaram que suínos que consumiram ractopamina apresentaram carne mais dura, como resultado do aumento do diâmetro das fibras musculares ou, possivelmente, pela redução da atividade da enzima proteolítica calpaína, que, em decorrência do aumento da eficiência de crescimento magro, apresenta-se mais baixa, resultando em menor degradação *post-mortem* da proteína miofibrilar (Lonergan et al., 2010).

De acordo com Agostini et al. (2011), a taxa de marmoreio foi menor em animais que receberam o maior nível do agonista, ocorrendo redução do valor do marmoreio de acordo com o aumento dos níveis de ractopamina, o que pode ser indicativo do aumento do diâmetro das fibras musculares associado à redução da lipogênese e ao aumento da lipólise do tecido adiposo, ações específicas conferidas pelo agonista.

Neste sentido, a ractopamina tem sido utilizada, uma vez que promove o redirecionamento de nutrientes, provendo aumento da síntese proteica e lipólise e diminuição da lipogênese (Ferreira et al., 2013).

3 MATERIAL E MÉTODOS

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. Mineral ¹	0,100	0,100
Supl. Vitamínico ²	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 pubiana 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 bifos foi realizado com termômetros tipo K, cuja sonda foi inserida no centro geométrico dos bifos. Depois de atingida a temperatura interna desejada, os bifos 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%.

4 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.

Dunshea 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 calpainas (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.

5 CONCLUSÃO

Com a adição de 10 ppm de ractopamina na dieta das fêmeas suínas em fase de terminação por 21 dias, obteve influencia na qualidade de carne, proporcionando melhores parâmetros de características de carcaça, com maior rendimento de carne magra na carcaça.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AALHUS, J. L.; SCHAEFER, A. L.; MURRAY, A. C.; JONES, S. D. The effect of ractopamine on myofibre distribution and morphology and their relation to meat quality in swine. **Meat Science**, v.31, p.397-409, 1992.
- 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. Efeito da ractopamina na performance e na fisiologia do suíno. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.231, p.659-670, 2011.
- ALMEIDA, E.C.; FIALHO, E.T.; RODRIGUES, P.B.; ZANGERONIMO, M.G.; LIMA, J.A.F.; FONTES, D.O. Ractopamine and lysine levels on performance and carcass characteristics of finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1961-1968, 2010 a.
- ALMEIDA, V.V.; BERENCHTEIN, B.; COSTA, L.B.; TSE, M.L.P.; BRAZ, D.B.; MIYADA, V.S. 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, 2010 b.
- ANDRETTA, I., LOVATTO, P. A., SILVA, M. K. D., LEHNEN, C. R., LANFERDINI, E., & KLEIN, C. C. Relationship among ractopamine, nutritional variables and performance in pigs: a meta-analytic study. **Ciência Rural**, v.41, p.186-191, 2011.
- APPLE, J. K., RINCKER, P. J., MCKEITH, F. K., CARR, S. N., ARMSTRONG, T. A., & MATZAT, P. D. Review: Meta-analysis of the ractopamine response in finishing swine. **The Professional Animal Scientist**, V.23, p.179-196, 2007.
- ARMSTRONG, T.A.; IVERS, D.J.; WAGNER, J.R.; ANDERSON, D.B.; WELDON, W.C.; BERG, E.P. 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, 2004.
- AROUCA CLC, FONTES DO, BAIÃO NC, SILVA MA, SILVA FCO. 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, 2007.
- ATHAYDE, N.B.; DALLA COSTA, O.A.; ROÇA, R.O.; GUIDONI, A.L.; LUDTKE, C.B.; LIMA, G.J.M.M. Meat quality of swine supplemented with ractopamine under commercial conditions in Brazil. **Journal of Animal Science**, v.90, p.4604-4610, 2012.
- BARK, L.J.; STAHLY, T.S.; CROMWELL, O.L. MIYAT, J.; 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, 1992.
- BEERMANN, D. H. Beta-Adrenergic receptor agonist modulation of skeletal muscle growth. **Journal of Animal Science**, v. 80, p.18-23, 2002.

BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; FÁVERO, J.; AJALA, L.C.; NETO, J. S.; 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, 1991.

BRIDI, A.M; SILVA, C. A. e SHIMOKOMAKI, M. Uso da ractopamina para o aumento de carne na carcaça de suíno. **Revista Nacional da Carne**, v.1, n.307, p.91-94, 2002.

BRIDI, A.M.; OLIVEIRA, A.R.; FONSECA, N.A.N.; FONSECA, N.; SHIMOKOMAKI, M.; COUTINHO, L. L. e SILVA, C. A.; 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, 2006.

BRIDI, A. M.; OLIVEIRA, A. R.; FONSECA, L. L. C.; HOSHI, E. H.; BOROSKY, J.C.; SILVA, C. A. 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, 2008.

CANTARELLI, V.S.; FIALHO, E.T.; ALMEIDA, E.C.; ZANGERONIMO, M.G.; AMARAL, N.O.; LIMA, J.A.F. 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, 2009.

CARR, S.N.; RINCKER, P.J.; KILLEFER, J.; BAKER, D. H.; ELLIS, M.; MCKEITH, F. K.; 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, 2005.

CHA, M. C., & PURSLOW, P. P. 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 2012.

CORASSA, A.; LOPES, D.C.; TEIXEIRA, A.O. 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, 2010.

CORASSA, A., KIEFER, C., & NIETO, V. M. O. S. Levels of digestible lysine in diets with ractopamine for finishing pigs. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, p.485-489, 2013.

COSTA-LIMA, B. R., CANTO, A. C., SUMAN, S. P., CONTE-JUNIOR, C. A., SILVEIRA, E. T., & SILVA, T. J. Sex-specific effect of ractopamine on quality attributes of pork frankfurters. **Meat science**, v.96, p.799-805, 2014.

CROME, P.K.; McKEITH, F.K.; CARR, T.R. et al. 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, 1996.

DUNSHEA, F.R.; KING, R.H. and CAMPBELL, R. G. Interrelationships between dietary protein and ractopamine on protein and lipid deposition in finishing gilts. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2931-2941, 1993.

FERREIRA, M.S.S.; SOUSA, R.V.; SILVA, V.O.; ZANGERÔNIMO, M.G.; AMARAL, N.O. Cloridrato de ractopamina em dietas para suínos em terminação. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, v.33, n.1, p.25-32, 2011.

FERREIRA, A. S. OLIVEIRA JUNIOR, G. M. ; SILVA, F. C. O. ; OLIVEIRA, R. F. M. ; SILVA, E. P. . Ractopamine for Pigs: A Review about Nutritional Requirements. **Journal of Basic & Applied Sciences**, v. 9, p. 276-285, 2013.

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.; Ractopamine levels on performance, carcass characteristics and quality of pig meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, p.325-333, 2013.

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

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.; Net energy and ractopamine levels for borrods weighing 70 to 100kg. **Ciência Rural**, vol.46, n.7, 2016.

GONZALEZ, J.M.; JOHNSON, S.E.; THRIFT, T.A.; SAVELL, J. D.; OUELLETTE, S. E.; JOHNSON, D.D.; 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, 2009.

GREIFE, H. A.; KLOTZ, G.; BERSCHAUER, F. 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, 1989.

HERR, C.T.; YAKE, W.; ROBSON, D. C.; KENDALL, D. C.; SCHINCEL, A. P.; RICHERT, B. T.; Effect of nutrition level while feeding Paylean to late-finishing pigs. **Purdue University Swine Day Report**, v.21, p.89-95, 2000.

HINSON, R. B., WIEGAND, B. R., RITTER, M. J., ALLEE, G. L., & CARR, S. N. 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, 2011.

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.; Effects of increasing temperatures on physiological changes in pigs at different relative humidities. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1385-1396, 2005.

KIEFER, C., & SANCHES, J. F.. Meta-analysis of the ractopamine levels in diets for finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1037-1044, 2009.

KIEFER, C.; MOURA, M.S.; SILVA., E.A.; SANTOS, A. P.; SILVA, C. M.; LUZ, M. F.; NANTES, L. C.; Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n.2, p. 496-504, 2010

KOOHMARAIE, M. 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.,1992.

LEAL, S. R.; MATTOS, B. O.; CANTARELLI, V. S.; CARVALHO, G. C.; PIMENTA, M. E. S. G.; PIMENTA, C. J. 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, 2015.

LIM, D. G., JO, C., SEO, K. S., & NAM, K. C. Comparison of meat quality of loins and butts in different two-way crossbred pigs. **Livestock Science**, v. 161, p. 210-217, 2014.

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

MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O.; SILVA, M.A.; PEREIRA, F.A.; AROUCA, C.L.C. 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, 2007.

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

MERSMANN, H. J. 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, 1998.

MOLONEY, A. P.; BEERMANN, D. H. 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, 1996. p. 124-136.

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

MOORE, K. L., DUNSHEA, F. R., MULLAN, B. P., HENNESSY, D. P., & D'SOUZA, D. N. Ractopamine supplementation increases lean deposition in entire and immunocastrated male pigs. **Animal Production Science**, 49, 1113-1119, 2009.

MORAES, E.; KIEFER, C. SILVA, I.S. Ractopamina em dietas para suínos machos imunocastrados, castrados e fêmeas. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 409-414, 2010.

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. 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, 2013.

OURIQUE, J.M.R.; NICOLAIEWSKY, S. 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, 1990.

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. et al. Expression of calpastatina isoforms in muscle and functionality of multiple calpastatina promoters. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.427, n.1, p.8-15, 2004.

PAULK, C. B., TOKACH, M. D., NELSEN, J. L., BURNETT, D. D., VAUGHN, M. A., PHELPS, K. J., GONZALEZ, J. M. 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, 2014.

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.; 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, 2008.

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

RAMOS, F. & SILVEIRA, M.I.N. Agonistas adrenérgicos e produção animal. II. Relação estrutura, atividade e farmacocinética. **Revista Portuguesa de Ciências** 2001.

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.; Ractopamine hydrochloride improves growth performance and carcass composition in immunocastrated boars, intact boars, and gilts. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 3536-3543, 2009.

ROSA, A.F.; SOBRAL P.J.A.; LIMA, C.G.; GOMES, J.D.F. - 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, 2001.

ROSSI, C.A.R., LOVATTO, P.A., LENHEN, C.R.; ANDRETTA, I.; CERON, M. S.; LOVATO, G. D.; 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, 2010.

SANCHES, J.F.; KIEFER, C.; MOURA, M.S. SILVA, C. M.; LUZ, M. F.; CARRIJO, A. S.; Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação e mantidos sob conforto térmico. **Ciência Rural**, v.40, n.2, p.403-408, 2010 a.

SANCHES, J.F.; KIEFER, C.; CARRIJO, A.S.; MOURA, M. S.; SILVA, E. A.; SANTOS, A. VP.; Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos sob estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1523-1529, 2010 b.

SCHINCKEL, A.P.; RICHERT, B.T. and KENDALL, D.C. Modeling the response to Paylean® and dietary lysine requirements. **Swine Research Report**, Purdue, 2000.

SEE, M.T.; ARMSTRONG, T.A. and WELDON, W.C. Effect of a ractopamina feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82, p.2474-2480, 2004.

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. Associação de ractopamina e vitaminas antioxidantes para suínos em terminação. **Ciência Rural**, v.45, n.2, 2015.

STOLLER, G. M.; ZERB, H. N.; MOELLER, S. J.; BAAS, T. J.; JOHNSON, C.; WATKINS, L. E.; 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, 2003.

STRYDOM, P.E.; FRYLINCK, L.; MONTGOMERY, J.L.; SMITH, M.F. The comparison of three β -agonists for growth performance, carcass characteristics and meat quality of feedlot cattle. **Meat Science**, v. 81, p. 557-564, 2009.

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

UTTARO, B. E., BALL, R. O., DICK, P. et al. 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, 1993.

VAN DER WAL, P. G. VAN DER; BOLINK, A.H., MERKUS, G.S.M. Differences in quality characteristics of normal, PSE and DFD pork. **Meat Science**, Oxford, v.24, n.1, p.79-84, 1988.

WALKER, W.R.; JOHNSON, D. D.; BRENDEMUHL, J. H.; DARYMPLE, R. H, CAMBS, G. E.; et al. Evaluation of cimaterol for finishing swine including a drug withdrawal period. **Journal of Animal Science**, v.67, p.168 – 176, 1989.

WARRISS, P. D.; BROWN, S. N.; ROLPH, T. P.; KESTIN, S. C. Interactions between the beta-adrenergic agonist salbutamol and genotype on meat quality in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, p. 3669 – 3676, 1990.

WATANABE, P.H., THOMAZ, M.C., PASCOAL, L.A.F.; RUIZ, U. S.; DANIEL, E.; AMORIN, A. B.; CRISTANI, J.; CASTRO, F. F.; 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, 2012.

WILLIAMS, N. H.; CLINE, T. R.; SCHINCKEL, A. P.; JONES, D. J. 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, 1994.

XIONG, Y. L., GOWER, M.J.; LI, C.; ELMORE, G. L.; CROWELL, M. D.; LINDEMANN, M. D.; Effect of dietary ractopamine on tenderness and postmortem protein degradation of pork muscle. **Meat Science**, v.73, p.600-604, 2006.