

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**CROMO E PROTOCOLOS DE UTILIZAÇÃO DA RACTOPAMINA PARA SUÍNOS
EM TERMINAÇÃO**

DÉBORA MARTINEZ RODRIGUES

**CAMPO GRANDE – MS
2023**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**CROMO E PROTOCOLOS DE UTILIZAÇÃO DA RACTOPAMINA PARA SUÍNOS
EM TERMINAÇÃO**

DÉBORA MARTINEZ RODRIGUES

Orientador: Prof. Dr. Charles Kiefer

Co-orientadora: Prof^a. Dra Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal

CAMPO GRANDE – MS
2023

CROMO E PROTOCOLOS DE UTILIZAÇÃO DA RACTOPAMINA PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

DÉBORA MARTINEZ RODRIGUES

Orientador: Prof. Dr. Charles Kiefer

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal

APROVADA: 28/02/2023.

Documento assinado digitalmente

gov.br

CHARLES KIEFER

Data: 31/03/2023 08:58:57-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Charles Kiefer

Orientador – UFMS

Documento assinado digitalmente

gov.br

ANDERSON CORASSA

Data: 31/03/2023 09:22:56-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Anderson Corassa

UFMT

Documento assinado digitalmente

gov.br

GABRIELA PUHL RODRIGUES

Data: 31/03/2023 10:51:42-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dr^a. Gabriela Puhl Rodrigues

UFMS

CAMPO GRANDE – MS
2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida e por me abençoar sempre.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela bolsa concedida.

Aos meus pais, Tadeu Rodrigues e Luíza Maria Martinez Rodrigues, pelo amor, paciência e apoio em qualquer decisão a respeito da minha carreira, colocando sempre minha felicidade em primeiro plano mesmo que muitas vezes tivessem que fazer sacrifícios por isso. Sou eternamente grata pela oportunidade de sair de casa e estudar o que eu amo com todo conforto e apoio familiar.

À minha irmã tão querida Bianca Martinez Rodrigues que sempre torceu por mim e sente orgulho de cada pequena conquista minha, obrigada por me proteger estando ao meu lado em qualquer situação.

À minha avó Irene e ao meu avô Luiz Mário por todo carinho e apoio, e por estarem sempre presente na minha vida.

À minha avó Herotildes que mesmo distante se preocupa comigo e pede por mim em suas orações.

À minha avó de consideração Azenir, e às minhas tias Nanci e Vanessa por todo amor, conselhos e apoio.

Ao professor Dr. Charles Kiefer, pela orientação, pelos ensinamentos durante os anos de estágio e dentro de sala de aula, especialmente por me incentivar a descobrir essa paixão pela suinocultura.

À professora Dr^a Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento, pela coorientação e ensinamentos.

Aos professores Dr. Anderson Corassa e Dr^a Gabriela Puhl Rodrigues pela participação na banca examinadora e pelas sugestões que contribuíram para a melhora deste trabalho.

À Denise e à Jéssica pela amizade nesses anos de mestrado, agradeço por todas as conversas, risadas, e por nunca me deixarem desistir; morar longe da família traz muitos desafios e vocês contribuíram demais para que apesar das dificuldades eu conseguisse continuar firme.

Aos amigos no geral que deixaram tudo mais leve e divertido.

A todos que não mencionei, mas me auxiliaram nesse processo tão importante para mim, muito obrigada.

RESUMO

RODRIGUES, D. M. Cromo e protocolos de utilização da ractopamina para suínos em terminação. 2023. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2023.

Com os avanços do melhoramento genético, os suínos estão cada vez mais produtivos. Entretanto, para que esses animais expressem seu máximo potencial, é necessário o fornecimento de dietas que atendam às suas exigências nutricionais. Além disso, os consumidores de carne suína estão mais exigentes com a qualidade desse produto, e buscam maior proporção de carne e menor quantidade de gordura. Dentre as alternativas pela busca da máxima eficiência alimentar estão a utilização de aditivos melhoradores de desempenho, entre eles destaca-se a inclusão de ractopamina nas dietas de suínos em fase de terminação. A ractopamina na alimentação de suínos em terminação melhora o desempenho, as características de carcaça e a qualidade da carne suína. O período comum de utilização desse aditivo é até 28 dias antes do abate, no entanto, suinocultores relataram que o efeito positivo permanece ao utilizar por um período prolongado. Ao longo dos anos a ractopamina foi proibida em vários países devido a possíveis resíduos nos produtos, dessa forma busca-se alternativas para substituir esse beta-adrenérgico. O cromo, um mineral essencial tem sido utilizado em pesquisas com esse mesmo objetivo. O estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do protocolo de uso da ractopamina ou o uso do cromo (Cr) como aditivos melhoradores de desempenho e das características quantitativas de carcaça de suínos em terminação. Foram utilizados 60 suínos machos castrados, híbridos comerciais geneticamente similares, com peso inicial de $74,30 \pm 5,55$ kg e peso final de $116,69 \pm 5,82$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados pelo peso inicial, em

cinco dietas, com seis repetições e dois animais cada. As dietas foram: controle (C) – sem utilização de ractopamina ou cromo; R28 – utilização de 10 ppm de ractopamina por 28 dias antes do abate; R42 – utilização de 10 ppm de ractopamina por 42 dias antes do abate; R21+21 – utilização de 10 ppm de ractopamina por 21 dias, seguido por 21 dias de utilização de 15 ppm de ractopamina antes do abate; e Cr – utilização de 0,8 ppm de cromo levedura. A suplementação de 10 ppm de ractopamina por 42 dias seguidos antes do abate aumenta o ganho de peso diário, o peso final e melhora a conversão alimentar dos animais. A inclusão de 0,8 ppm de cromo levedura não teve efeito.

Palavras-chave: aditivos; carcaça; melhorador de desempenho; nutrição

Abstract

RODRIGUES, D. M. Chromium and ractopamine utilization protocols for finishing pigs. 2023. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2023.

With the advances in genetic improvement, pigs are increasingly productive. However, for these animals to express their maximum potential, it is necessary to provide diets that meet their nutritional requirements. Furthermore, pork consumers are more demanding with the quality of this product, and are looking for a higher proportion of meat and less fat. Among the alternatives for the search of maximum feed efficiency is the use of performance enhancing additives, among them the inclusion of ractopamine in the diets of pigs in the finishing phase. Ractopamine in the diet of finishing pigs improves performance, carcass characteristics and pork quality. The common period of use of this additive is up to 28 days before slaughter, however, pig producers have reported that the positive effect remains when used for a prolonged period. Over the years ractopamine has been banned in several countries due to possible residues in the products, so alternatives are being sought to replace this beta-adrenergic. Chromium, an essential mineral, has been used in research for this same purpose. Translated with www.DeepL.com/Translator (free version) This study aimed to evaluate the effect of the protocol for ractopamine use or the use of chromium (Cr) as performance enhancing additives and the quantitative characteristics of carcass of finishing pigs. Sixty barrows, genetically similar commercial hybrids, with initial weight of $74,30 \pm 5,55$ kg and final weight of $116,69 \pm 5,82$ kg were used. The animals were distributed in a randomized block design based on initial weight, in five diets, with six replications and two animals each. The diets were: control (C) – without the use of ractopamine or chromium; R28 – use of 10 ppm of ractopamine for 28 days before slaughter; R42 – use of 10 ppm of ractopamine for

42 days before slaughter; R21+21 –use of 10 ppm of ractopamine for 21 days, followed by 21 days of use of 15 ppm of ractopamine before slaughter; and Cr – use of 0,8 ppm of chromium yeast. The supplementation of 10 ppm ractopamine for 42 consecutive days increases the final weight, the daily weight gain and improves the feed conversion of the animals. However, the inclusion of 0,8 ppm of yeast chromium was not significant.

Keywords: additives; carcass; nutrition; performance enhancer

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1. Carne suína	8
2.2. Aditivos para suínos	9
2.3. Ractopamina	10
2.3.1. Mecanismo de ação	11
2.3.2. Eficiência da ractopamina	14
2.3.3. Dessensibilização	14
2.3.4. Proibição da ractopamina	15
2.4. Cromo como aditivo alternativo à ractopamina	16
2.4.1 Mecanismo de ação do cromo	18
2.4.2. Efeito da suplementação de cromo em suínos	19
3. REFERÊNCIAS	21
CROMO E PROTOCOLOS DE UTILIZAÇÃO DA RACTOPAMINA PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO	26
RESUMO	26
ABSTRACT	27
INTRODUÇÃO	28
MATERIAL E MÉTODOS	30
RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, com o aumento da população mundial, tem se observado um crescimento significativo no consumo de proteína, com destaque para a carne suína, que, até meados de 2020, foi a proteína de origem animal mais consumida no mundo. O Brasil ocupa o quarto lugar no ranking mundial de produção e exportação de carne suína (EMBRAPA, 2021), apresentando uma produção de 4,701 milhões de toneladas em 2021, gerando uma renda estimada de 31,94 bilhões de reais, com aumento gradativo a cada ano (ABPA,2022).

Além desse aumento no consumo também houve uma mudança no perfil dos consumidores. Atualmente, as pessoas que consomem produtos suínos estão mais exigentes sobre a qualidade dessa carne e sua procedência. Nesse aspecto, os suinocultores precisam acompanhar as alterações do mercado, em busca de atender o consumidor e suas exigências com uma produção de mais qualidade.

A nutrição é o fator que mais onera os custos de produção, cerca de 80% do custo total (GENOVA et al., 2017). Portanto, várias pesquisas têm sido desenvolvidas a fim de promover uma nutrição eficiente para todo ciclo de produção e que resulte na oferta de carne de qualidade ao mercado consumidor. Nesse sentido, algumas estratégias nutricionais têm sido propostas, como uso de aditivos.

A utilização de aditivos na dieta é uma ferramenta para aproveitamento máximo do potencial do animal e confere um produto de melhor qualidade (JOAQUIM, 2014). Dentre alguns aditivos que podem ser utilizados como melhoradores de desempenho estão a ractopamina e o cromo (SILVEIRA et al., 2015).A ractopamina é um aditivo beta-adrenérgico amplamente utilizado na

alimentação de suínos no período de terminação, potencializando a síntese proteica em detrimento à lipogênese (MORAES et al., 2020).

De forma similar, o cromo potencializa a síntese proteica, favorecendo o crescimento muscular pelo aumento da absorção da glicose (PARK et al., 2009). A utilização desse mineral na dieta de suínos machos castrados na fase de terminação resultou em efeitos positivos no desempenho zootécnico e características de carcaça (CARAMORI JÚNIOR et al., 2017). Devido aos efeitos benéficos no desempenho dos suínos, os quais são bastante similares à ractopamina, o cromo tem sido apontado como um potencial substituto à ractopamina (VINCENT, 2013).

O período ideal de suplementação de ractopamina é de três a cinco semanas, sendo que a partir da quarta semana ocorre o fenômeno de dessensibilização dos receptores beta-adrenérgicos, conhecido também como *down-regulation* (ARMSTRONG, 2004). Com a demanda pelo abate de suínos mais pesados, e devido à diminuição dos custos com esse aditivo, há a hipótese de que a utilização de ractopamina por 42 dias antes do abate seja benéfica aos produtores. Desse modo é necessário verificar se os efeitos positivos em desempenho e qualidade de carcaça continuam nesse período prolongado de suplementação. Neste contexto, realizou-se o presente estudo com o objetivo de determinar o período de utilização da ractopamina para suínos na fase de terminação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Carne suína

A maior demanda por proteínas de origem animal se deve ao aumento da população mundial e a busca cada vez maior por alimentos que conferem maior segurança alimentar. A carne suína ocupa a segunda colocação entre as carnes mais consumidas do mundo, estando 82,34% da produção concentrada em quatro países: China (43,87%), Reino Unido (22,62%), Estados Unidos (11,97%) e o Brasil (3,88%) (ABPA, 2022).

No âmbito nacional a produção concentra-se na Região Sul, que contribui com mais de 65% de toda a produção nacional e 91% de toda a exportação brasileira, sendo que 75,81% da produção total do país é destinada ao mercado interno, o qual representa um consumo per capita de 16,7 kg por habitante/ano (ABPA, 2022). Conforme se apresenta este cenário, a suinocultura brasileira encontra-se em franca expansão e poderá tornar-se o único país com capacidade de abastecer todo o mercado interno e exportar um volume de produção superior ao próprio consumo (PIMENTA, 2018; ABPA, 2022).

Em relação à carne, inúmeras pesquisas vêm sendo realizadas com o intuito de proporcionar um rebanho mais produtivo e que gere alimentos com menores teores de lipídios, para conseguir atender à exigência do consumidor por uma carne com menor quantidade de gordura (ZURCHETTI e FREITAS, 2021). Diante disso, o cloridrato de ractopamina (RAC) vem sendo utilizado em função da capacidade de redirecionar os nutrientes, resultando no aumento dos tecidos musculares e na redução do teor de gordura na carne suína (RICHARD, 2017).

Para ser aceita internacionalmente, a carne suína deve possuir garantia de origem, proveniente de uma produção consciente, visando bem-estar animal, sustentabilidade ambiental e econômica (COSTA et al., 2020). A suinocultura industrial necessita constantemente da aplicação de novas tecnologias que permitam a obtenção de carcaças com maior rendimento de tecido muscular e menor proporção de tecido adiposo e é nesse contexto que a pesquisa envolvendo os aditivos melhoradores de desempenho adquire maior importância (MARTINS,2012).

2.2. Aditivos para suínos

De acordo com a definição do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) os aditivos para alimentação animal são substâncias, microrganismos ou produtos formulados, que podem ser adicionados às dietas, contendo ou não valor nutritivo e que tem como objetivo a melhoria das características dos produtos, melhorando o desempenho dos animais sadios ou que atenda às necessidades nutricionais. Adicionalmente, os aditivos facilitam a dispersão dos ingredientes e melhoram o crescimento dos animais e preservam as características nutricionais das rações (VIEITES, 2020).

Diversas tecnologias e aditivos podem ser utilizados para manipular o crescimento, a composição corporal e a qualidade da carne suína e devido à facilidade de fornecimento aos animais e sua relação de custo/benefício os aditivos ganharam destaque (DUNSHEA, 2012). Os aditivos são utilizados de acordo com o objetivo e a fase do animal, entre eles os mais comuns são os probióticos, prebióticos, simbióticos, óleos essenciais, enzimas e minerais, entre outros.

Para conseguir melhorar os índices produtivos dos suínos os produtores adotaram o uso de aditivos na alimentação. Nas rações, embora em quantidades pequenas, os aditivos são componentes de extrema importância ao desenvolvimento suíno, proporcionando condições metabólicas que contribuem para um desenvolvimento melhor das características de carcaça e qualidade da carne, conferindo um bom acabamento com maior rendimento de carne magra e menor deposição de gordura gerando maior rentabilidade e atendendo aos interesses das indústrias (PATIENCE et al., 2009).

Dessa forma, pesquisas na área de nutrição vêm sendo realizadas buscando alternativas que reduzam a deposição de gordura, aumentem a porcentagem de carne magra e potencializem o desempenho dos suínos. Dentre as alternativas, estão os modificadores de carcaça, que podem melhorar as taxas de deposição de proteína, modificar a proporção da proteína em relação à de gordura, alterar o perfil dos ácidos graxos da gordura subcutânea e intramuscular ou alterar o metabolismo post-mortem (JOAQUIM, 2014). Entre os modificadores de carcaça que vem sendo estudados para suínos, estão a ractopamina e o cromo.

2.3. Ractopamina

A ractopamina é um agonista β -adrenérgico pertencente a uma classe genérica de catecolaminas, o grupo das fenetanolaminas. Apresenta estrutura e propriedades químicas e farmacológicas análogas à epinefrina e norepinefrina (Figura 1), porém com ação apenas em receptores adrenérgicos tipo β (MORAES et al., 2020). Esse agonista tem a finalidade de se ligar aos receptores adrenérgicos

que possuem em sua estrutura química um anel aromático, cadeia lateral da etanolamina e o nitrogênio alifático (RUÍZ-GARCÍA et al., 2022).

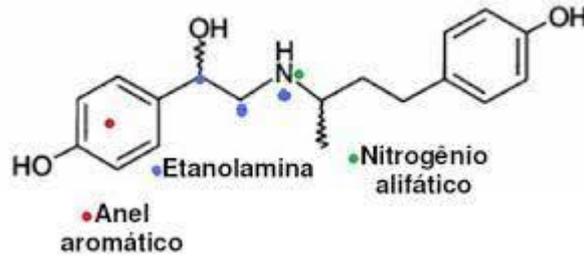


Figura 1 – Estrutura química do cloridrato de ractopamina (Adaptado de Smith, 1998).

A ractopamina é muito utilizada na produção animal como agente repartidor de nutriente, devido à sua capacidade de redirecionar a distribuição normal de nutrientes em função da alteração do metabolismo da célula, e por modificar as taxas de deposição de gordura e proteína do animal (AGOSTINI et al., 2008).

A suplementação de ractopamina é ideal no período final de terminação, pois é a fase que apresenta maiores transformações na composição da carcaça, e pior conversão alimentar. A adição de ractopamina na dieta promove melhoria de desempenho zootécnico e características de carcaça (SILVEIRA, 2005; WEBER et al., 2006), como redução da espessura de toucinho, e incrementos na proporção de carne magra e nos rendimentos de cortes cárneos (MARINHO et al., 2007), sem prejuízos à qualidade da carne (COSTA et al., 2020).

2.3.1. Mecanismo de ação

O modo de ação da ractopamina está diretamente relacionado à melhora do ganho de peso dos suínos, pois esse aditivo tem a capacidade de aumentara

síntese proteica e bloquear parcialmente a lipogênese, podendo influenciar positivamente na eficiência de lisina, além de melhorar a utilização de energia pelos animais (HOLZBACK et al., 2018).

A ractopamina é melhor aproveitada quando administrada por via oral, com absorção variando de 80 a 90% (PALERMO NETO, 2002). Após a administração oral, é rapidamente absorvida, com um pico plasmático entre 30 minutos e duas horas (RAMOS & SILVEIRA, 2001). A sua metabolização segue os mesmos passos das catecolaminas naturalmente encontradas no metabolismo animal e humano (SMITH, 1998).

Após a ingestão da ractopamina sua atuação se dá na membrana celular (Figura 2) onde existem os receptores α e β , sendo os β -receptores estimulados e ativados pelos agonistas β -adrenérgico (STOLLER et al., 2003). Este agonista β -adrenérgico liga-se aos receptores e desencadeia ativação da proteína de membrana que será regulada por nucleotídeos guanínicos. A membrana passa a tornar-se mais fluida e estimula a enzima adenilato-ciclase para sua ação de catalisação do lado interno da membrana plasmática pelo trifosfato de adenosina.

Posteriormente esse trifosfato de adenosina irá levar à formação de monofosfato cíclico de adenosina (AMPc) a qual atua como mensageiro secundário na ativação de uma proteína quinase que irá conduzir à fosforilação de enzimas (MOODY et al., 2000). Estas enzimas que respondem promovendo a quebra das reservas de gorduras pela estimulação da lipólise e o aumento da gliconeogênese e glicogenólise, também estimulam o aumento da insulina, glucagon e renina (MOODY et al., 2000), levando à maior taxa de quebra dos triglicerídeos em ácidos graxos livres e glicerol (ZAGURY, 2002). Na membrana dos adipócitos os eventos

metabólicos promovem a quebra dos triglicérides a ácidos graxos livres e glicerol (ZAGURY, 2002).

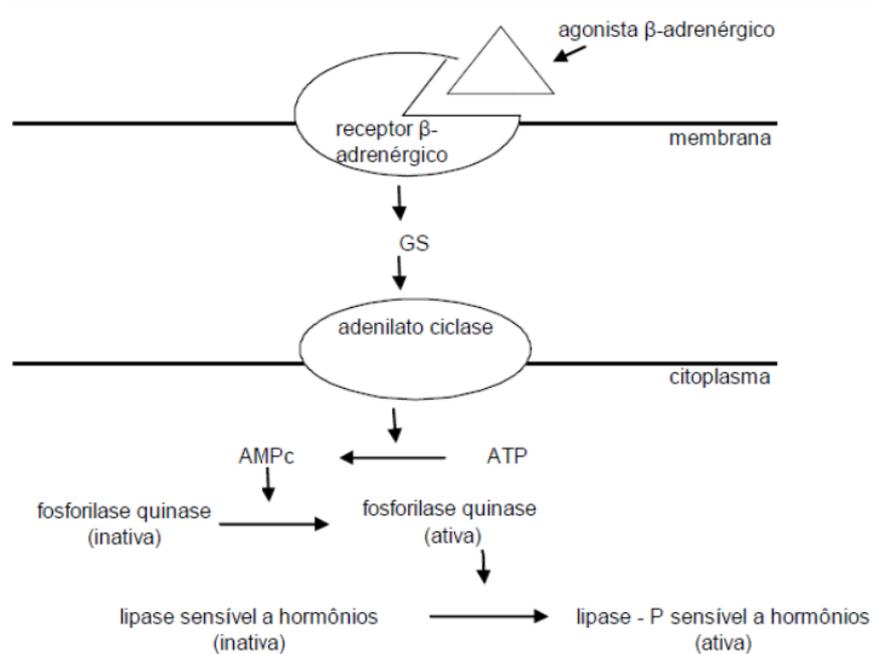


Figura 2 - Ativação adrenérgica da lipólise em tecido adiposo (MERSMANN, 1989).

Após ser metabolizada pelo fígado sua eliminação é predominantemente urinária, de aproximadamente 80% em suínos (AMARAL, 2009). A eficiência dos β-agonistas na redução do tecido adiposo do animal, possivelmente seja mais dependente da atividade de bloqueio da lipogênese, do que do estímulo da lipólise, embora exista uma variação considerável entre os β-agonistas (MOODY et al., 2000). No metabolismo da proteína há um aumento da síntese proteica, principalmente da actina e miosina, ocasionando uma melhora da qualidade das carcaças dos animais submetidos à ação da ractopamina (WILLIAMS et al., 1994).

2.3.2. Eficiência da ractopamina

Os principais efeitos da ractopamina na carcaça são o aumento de massa muscular e a redução de tecido adiposo (ALMEIDA et al., 2012), proporcionando melhora sobre as variáveis de desempenho zootécnico e características quantitativas, aumentando principalmente eficiência alimentar, percentual e rendimento de carne magra (MARCOLLA, 2017).

Há um aumento no diâmetro das fibras musculares, em específico nas fibras brancas e intermediárias (SILVA et al., 2008), aumento de deposição muscular e uma diminuição na deposição de tecido adiposo na carcaça suína. É necessário disponibilizar na ração níveis adequados de aminoácidos (SILVEIRA, 2007).

A melhoria no desempenho do crescimento parece ser maior durante as primeiras semanas de administração e sua eficiência é maior, quando fornecida a animais mais pesados (CROME et al., 1996) corroborando com a ideia geral de que administração de agonistas β -adrenérgicos é mais rentável quando é feita no período final da terminação (RAMOS & SILVEIRA, 2002).

2.3.3. Dessensibilização

A suplementação deve ser realizada em um período de três a cinco semanas. Entretanto, após quatro semanas de suplementação, tem-se o fenômeno de dessensibilização (ARMSTRONG et al., 2004). Sabe-se que o efeito da ractopamina no metabolismo animal ocorre pela ativação dos β -receptores. Porém, ainda não é plenamente elucidado quais dos receptores são efetivamente ativados (ZAGURY, 2002). A maioria dos autores afirma que a ractopamina age nos receptores 1

(LAWRIE & LEDWARD, 2006), alguns nos receptores 2 (RAMOS & SILVEIRA, 2002) e outros referem-se somente como receptores, sem especificar o subtipo (BRIDI et al., 2006).

Contudo, ambos subtipos estão presentes em diversos tecidos, acreditando-se que a ractopamina atue em ambos os receptores, mas com maior afinidade pelo receptor 1 (PAGE et al., 2004). Em suínos, os receptores 1 são predominantes atingindo quase 80% no tecido adiposo, 72% no coração, 65% nos pulmões, 60% no músculo esquelético e 50% no fígado (MERSMANN, 1997).

O processo de dessensibilização dos receptores é um fator que interfere no mecanismo de ação das catecolaminas. A sensibilidade dos receptores diminui após longos períodos de exposição aos agonistas (MOODY et al., 2000), dessa forma a suplementação de ractopamina por período prolongado pode causar esse efeito.

2.3.4. Proibição da ractopamina

A presença de resíduos de ractopamina na carne suína vem trazendo uma enorme preocupação mundial em relação à segurança do alimento e já provocou a proibição do aditivo em 160 países do mundo que incluem os principais mercados que consomem a carne suína brasileira, tais como a China e a Rússia (ZHURCHETTI & FREITAS, 2021).

Países como os Estados Unidos da América, Austrália, Canadá, México e Brasil, além de outros que formam um grupo de 25 países, são a favor do uso deste insumo e permitem sua utilização controlada na produção de suínos (VALESE et al., 2016). Existem também os países que são contra e proíbem o fornecimento na dieta dos animais, como a Rússia, União Européia, China, Japão, Taiwan e Chile.

Alguns países proibiram seu uso e estabeleceram programas de rastreabilidade restritos devido às implicações farmacológicas dos resíduos de β -agonista na carne (AROEIRA et al., 2019). A União Europeia, alguns mercados da Ásia e outros, como a Rússia, adotam há algum tempo tolerância zero em relação a presença de resíduos desta substância na carne (MIRANDA et al., 2022).

No Brasil, o aditivo é permitido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) e desde que seu uso foi liberado no Brasil, em 1996, o cloridrato de ractopamina é largamente utilizado pela indústria suinícola nacional. Contudo, muitos sistemas de produção no país já não utilizam mais a ractopamina, evitando assim possíveis contaminações cruzadas em produtos direcionados ao mercado externo (LEAL et al., 2015).

O seu uso em produções é liberado por organismos internacionais, como Organização Mundial da Saúde (OMS) e Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), por meio do Codex Alimentarius, dentro dos Limites Máximos de Resíduos (LMR) na carne (ZURCHETTI & FREITAS, 2021).

Ainda que as questões científicas estejam em aberto sobre o seu impacto ou não para a saúde humana, as exigências do comércio internacional têm levado a uma redução de sua adição em dietas de suínos, assim como a uma busca por possíveis alternativas. Só no Brasil, onde ainda é liberado, estima-se que quase 60% da produção já não utilizam mais a ractopamina (MIRANDA et al., 2022).

2.4. Cromo como aditivo alternativo à ractopamina

O uso de ractopamina na dieta dos suínos apresenta benefícios na produção de carne suína. Contudo, a utilização do aditivo na suinocultura brasileira

necessitaser substituída por outra substância que garanta uma maior segurança do alimento e que possa atender o mercado externo (MIRANDA et al., 2022), visto que países importadores de carne suína já proibiram o uso de ractopamina em suas próprias produções e exigem que outros países adotem a mesma prática (PIETRAMALE, 2021). Sendo assim, é necessário investigar possíveis aditivos semelhantes à ractopamina.

Inúmeras alternativas para substituir a ractopamina têm sido avaliadas. Entre elas, a utilização de betaína (SALES, 2011), ácido linoléico conjugado (CLA) (SAAVEDRA et al., 2019), óleos essenciais, L-carnitina (COSTA et al., 2020) e minerais como o Cromo (CARAMORI JÚNIOR et al., 2017).

O cromo é um micromineral pesquisado desde a década de 1920 e apesar do tempo de exploração sabe-se pouco sobre as exigências nutricionais e sua bioquímica na nutrição (ANDERSON, 1998). Esse mineral encontra-se presente em pequenas proporções em alimentos como carne, cereais integrais, oleaginosas e leguminosas, podendo ser encontrado na forma orgânica e inorgânica, sendo as orgânicas cromo-L-metionina, complexo cromo-ácido-nicotínico, picolinato de cromo e cromo levedura (PECHOVA &PAVLATA, 2007), estas mais absorvidas pelos animais, por possuírem maior biodisponibilidade, podendo melhorar desempenho e produtividade (SCOTTÁ et al., 2014).

A essencialidade do cromo no metabolismo ainda é questionada, no entanto existem na literatura algumas substâncias e ações no metabolismo de carboidrato e lipídeos com a participação do cromo (YAMAMOTO & ONO, 1981).

2.4.1 Mecanismo de ação do cromo

A ação do cromo é ligada a ação da insulina na membrana celular, este potencializa a ação de entrada da glicose na célula. Segundo Davis et al. (1997) o cromo inibe a fosfatase fosfotirosina que age reduzindo a sensibilidade à insulina. Em outras palavras, o cromo aumenta a sensibilidade à insulina. Além disso, é sugerido que o cromo fortalece a ligação da insulina com seu receptor, o número de receptores de insulina, a internalização de insulina e sensibilidade das células β (ANDERSON, 1998).

Os mecanismos de absorção e transporte do cromo ainda necessitam de maiores esclarecimentos, o cromo é absorvido em quantidades muito pequenas na mucosa intestinal e na absorção compete com o ferro por um sítio de ligação pela transferrina, que é considerado o principal agente fisiológico de transporte de cromo para tecidos sensíveis à insulina (VINCENT, 2000).

O cromo em seu estado trivalente tem sido amplamente documentado como participante dos mecanismos relacionados à sinalização da insulina, mas sua interconexão com a insulina e as vias que levam à captação de glicose para o metabolismo ainda não são bem compreendidas (PINHEIRO, 2018). A identificação da cromodulina foi um passo importante que permitiu um melhor entendimento de como o cromo trivalente é transportado da transferrina para os tecidos sensíveis à insulina (LINDEMAN, 2007).

Na busca por um composto denominado “fator de tolerância à glicose” na manutenção do metabolismo de carboidratos, as primeiras pesquisas em ratos demonstraram a importância do cromo (Cr^{+3} trivalente, forma mais estável) como um dos componentes que favorecem o metabolismo da glicose (PINHEIRO, 2018).

O cromo atua como um cofator promovendo e potencializando o balanço homeostático glicêmico através da regulação da ação do hormônio insulina, catalisando a ligação da insulina com o receptor na membrana celular, melhorando assim a absorção da glicose (SPEARS, 2016).

O comportamento de desequilíbrio do cromo nos animais se deve em muito ao aumento da concentração de glicose no sangue provocado pela ingestão da dieta que diretamente aumenta a secreção de insulina, a qual provoca uma maior liberação de cromo. Com o maior nível de cromo no sangue, ao passar pelos rins, boa parte do cromo em excesso é excretado na urina (GOMES et al., 2005).

2.4.2. Efeito da suplementação de cromo em suínos

A suplementação de cromo na alimentação animal destaca-se por promover o desempenho, a taxa de crescimento, a resposta imune e alterações metabólicas (VINCENT, 2000). O cromo é considerado essencial na alimentação, mas atualmente, ainda não está determinado a exigência nutricional dos suínos para sua suplementação.

Alguns estudos sugerem o uso do cromo como componente para diminuir os efeitos associados ao estresse nos animais e humanos, contudo, as pesquisas apresentadas até o momento com diferentes fontes de cromo apresentam divergências (LINDEMAN, 2007). Alguns trabalhos relatam efeito significativo para o ganho de peso, aumento da deposição muscular e redução de quantidade de gordura na carcaça e espessura de toucinho (SEE et al., 2004; GOMES et al., 2005, PAMEI et al., 2014).

Nesse contexto, considerando a importância dos aditivos mencionados na melhora do desempenho, bem como na redução do percentual de gordura das carcaças dos suínos, realizou-se este estudo que foi elaborado no formato de artigo, sendo intitulado “**Cromo e protocolos de utilização da ractopamina para suínos em terminação**” redigido conforme as normas da revista Ciência Rural e adaptações às normas de elaboração de dissertações e teses do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal/FAMEZ/UFMS.

3. REFERÊNCIAS

- ABPA 2022 - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual 2022**. Disponível em <<https://abpa-br.org/mercados/#relatorios>>. Acesso em: 05 jan. 2023.
- AGOSTINI, P.S. et al. Níveis de ractopamina para suínos: efeitos no desempenho e características de carcaça associado ao diâmetro das fibras musculares. In: **Fórum Internacional de Suinocultura** (4nd ed.). Curitiba, Brasil: Animal World, p.104-105, 2008.
- ALMEIDA, V. V. et al. Ractopamine as a metabolic modifier feed additive for finishing pigs: a review. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.3, p.445-456, 2012.
- AMARAL, N. et al. Ractopamine hydrochloride in formulated rations for barrows or gilts from 94 to 130 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38(8), p.1494-1501. 2009.
- ANDERSON, R.A. Recent advances in the clinical and biochemical manifestation of chromium deficiency in human and animal nutrition. **Journal of Trace Elements Experimental Medicine**, v.11, p.241-250, 1998.
- ARMSTRONG, T. A. et al. 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.
- AROEIRA, C.N. et al. Determination of ractopamine residue in tissues and urine from pig fed meat and bone meal. **Food Additives & Contaminants: Part A**, v.36, p.424-433, 2019.
- CARAMORI JÚNIOR, J. et al. Chromium and selenium enriched yeast for castrated finishing pigs: effects on performance and carcass characteristics. **Semina: Ciências Agrárias**, v.38, p.3851-3860, 2017.
- COSTA, C. V. S. et al. Substitution of ractopamine by safflower or coconut oil as an additive in finishing pig diets. **Ciência Rural**, v.50, e20190504, 2020.
- CROME, P.K. 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, p.709-716, 1996.
- DAVIS, C. M. et al. Chromium oligopeptide activates insulin receptor tyrosine kinase activity. **Biochemistry**, v.36, p.4382-4385, 1997.
- DUNSHEA, F.R. Emerging technologies with the potential to improve feed efficiency in swine. in: **Feed Efficiency of Swine**. Wageningen, Netherlands. p.261-263, 2012.
- EMBRAPA. **Embrapa Suínos e aves**. 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinoseaves/cias/estatisticas/suinos/mundo>>. Acesso em: 5 jan. 2023.
- GENOVA, J. L. et al. Aminoácidos limitantes na nutrição de suínos. **Nutritime Revista Eletrônica**, v.14, p.1642-1647, 2017.

- GOMES, M. R. et al. Considerações sobre cromo, insulina e exercício físico. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**, p.262-266, 2005.
- HOLZBACK, T.L. et al. A step-up ractopamine feeding program for finishing pigs. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v.31, p.276-284, 2018.
- JOAQUIM, L.O, **Efeitos da ractopamina nos rendimentos de carne magra e gordura em cortes da carcaça suína**, Unicamp, Faculdade de Engenharia de Alimentos –Dissertação 52p. 2014.
- LAWRIE, R. A.; LEDWARD, D. A. The eating quality of meat. In: **Lawrie's meat science**. 7 ed. USA: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, p.279-341, 2006.
- LEAL, R. S. et al. Performance and carcass yield of pig fed diets containing different levels of ractopamine. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, p.582-590, 2015.
- LINDEMANN, M. D. Use of chromium as an animal feed supplement. Pages 85-118 in **The Nutritional Biochemistry of Chromium (III)**. J. B. Vincent, ed. Elsevier, New York, 2007.
- MARCOLLA, C. S. et al. Chromium, CLA, and ractopamine for finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.95, p.4472-4480, 2017.
- MARINHO, P.C. et al. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1061-1068, 2007.
- MARTINS, A. **Influência da ractopamina adicionada à dieta de suínos machos e fêmeas e da imunocastração de machos nas características e composição física das carcaças**. Dissertação (Mestrado). Unicamp, 2012.
- MERSMANN, H. J. et al. Adipose tissue betaadrenergic and A1 adenosine receptors in suckling pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, p.3161-3168, 1997.
- MERSMANN, H. J. Overview of the effects of beta-adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. **Journal of Animal Science**, v.76, p.160-172, 1998.
- MERSMANN, H. J. Potential mechanisms for repartition of growth -adrenergic agonists. In: CAMPION, D. R.; HAUSMANN, G. J.; MARTIN, R. J. (Org.). Current concepts of animal growth regulation. **Plenum Publishing Corp.**, p.337-357, 1989.
- MIRANDA, V. M. M. C. et al. Óleos termogênicos em substituição a ractopamina na produção de suínos em fase de pós-terminação. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.16, p.141-148, 2022.
- MOODY, D.E. et al. Phenethanolamine repartitioning agents. In: D'MELLO, J. P. F. D. (Ed.). **Farm animal metabolism and nutrition**, v.4, p.65-95, 2000.
- MORAES, R. C. et al. Características de carcaça e qualidade de carne de fêmeas suínas alimentadas com ou sem ractopamina. **Research, Society and Development**, v.9, p.1-22, 2020.

- PAGE, K. A. et al. B-adrenergic receptor agonists increase apoptosis of adipose tissue in mice. **Domest Anim Endocrinol.** p.23–31, 2004.
- PALERMO NETO, J. Agonistas de receptores beta2-adrenérgicos e produção animal. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIAC, S. L.; BERNARDI, M. M. (Ed.). **Farmacologia aplicada à medicina veterinária.** 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.545-557, 2002.
- PAMEI, G. et al. Influence of dietary supplementation of chromium on the carcass traits of crossbred pigs. **J. Adv. Vet. Anim. Res.,** p.125-129, 2014.
- PARK, J. K. et al. Effects of different sources of dietary chromium on growth, blood profiles and carcass traits in growing-finishing pigs. Asian – **Australasian Journal of Animal Sciences,** v.22, p.1547-1554, 2009.
- PATIENCE, J. F. et al. The effect of ractopamine supplementation at 5 ppm of swine finishing diets on growth performance, carcass composition and ultimate pork quality. **Canadian Journal of Animal Science,** p.53-66, 2009.
- PECHOVA, A.; PAVLATA, L. Chromium as an essential nutrient: a review. Veterinaria Medicina. 52: 1-18. 2007. PENZ J. R., A.M; VIOLA, E. S. Nutrição. In: **Suinocultura Intensiva: produção, manejo e sanidade do rebanho.** Concórdia: Embrapa-CNPSA, p.45-59, 1998.
- PIETRAMALE, T. R. et al. Uso da ractopamina no desempenho de suínos na fase de engorda: uma discussão sistematizada. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN),** v.5, 2021.
- PIMENTA, J. A proteína animal brasileira em 2018: desafios e perspectivas. **Associação Brasileira de Proteína Animal,** p.1-37, 2018.
- PINHEIRO, M.S.M **Interação ractopamina, cromo e restrição alimentar em suínos terminados.** 2018. 70f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.
- RAMOS, F.; SILVEIRA, M. I. N. Agonistas adrenérgicos β_2 e produção animal: II – relação estrutura – actividade e farmacocinética. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias,** v.96, p.167-175, 2001.
- RAMOS, F.; SILVEIRA, M. I. N. Agonistas adrenérgicos β_2 e produção animal: III – Efeitos zootécnicos e qualidade da carne. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias,** v.97, p.51-62, 2002.
- RICHARD, J. W. et al. Effects of ractopamine hydrochloride on the growth performance and carcass characteristics of heavy-weight finishing pigs sent for slaughter using a 3-phase marketing strategy. **Translational Animal Science,** v.1, p.406–411, 2017.
- RUÍZ-GARCÍA, I. J. et al. Respuesta productiva del ovino de pelo con la adición alimentaria de la fenetanolamina. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research,** v.5, p.2614-2622, 2022.
- SAAVEDRA, A. P. et al. Dietary conjugated linoleic acid (CLA) has comparable effects to ractopamine on the growth performance, meat quality and fatty acid

- profiles of loin muscles of finishing pigs under commercial husbandry. **Italian Journal of Animal Science**, v.18, p.713-722, 2019.
- SALES, J. et al. Effects of dietary chromium supplementation on performance, carcass characteristics, and meat quality of growing-finishing swine: A meta-analysis. **Journal of Animal Science**, v.89, p.4054–4067, 2011.
- SEE, M. T. et al. 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, M.L.F. et al. Efeito da ractopamina em rações com diferentes níveis de lisina sobre as características de carcaça de suínos machos castrados e fêmeas. Pork Expo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. **Anais**. p.111-113, 2008.
- SILVEIRA, C.O. et al. Utilização de ractopamina na dieta de suínos. **Anais... SIMPAC 5** (1), 6p. 2015.
- SILVEIRA, E. T. F. Inovações tecnológicas aplicadas na determinação da composição da carcaça e suas implicações na industrialização da carne suína. In: **Seminário de Aves e Suínos – AveSui**. Regiões 2007, Belo Horizonte, p.96-109, 2007.
- SMITH, D. J. The pharmacokinetics, metabolism, and tissue residues of beta adrenergic agonists in livestock. **Journal of Animal Science**, v.76, p.173-194, 1998.
- SPEARS, J. W. **History of chromium and its relationship to glucose metabolism**. Department of Animal Science. North Carolina State University. 6p. 2016.
- STOLLER, G. M.; ZERB, H. N.; MOELLER, S. J.; BAAS, T. J.; JOHNSON, C. D; 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.
- VALESE, A. C. et al. method for the analysis of ractopamine in pork. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.47, p.38-44, 2016.
- VIEITES, F. M. et al. Morfologia e microbiota de frangos de corte alimentados com dietas contendo óleos essenciais: revisão. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, [S. l.], v.9, 2020.
- VINCENT J. B. Chromium and Glucose Tolerance Factor. **Encyclopedia of Metalloproteins**. R. H.Kretsinger, V. N. Uversky, E. A. Permyakov. ed. Springer, New York, NY, p.607, 2013.
- VINCENT, J. B. Elucidating a Biological Role for Chromium at a Molecular Level. **Accounts of Chemical Research**, v.33, p.503-510, 2000.
- WEBER, T.E. et al. Evaluation of the effects of dietary fat, conjugated linoleic acid, and ractopamine on growth performance, pork quality, and fatty acid profiles in genetically lean gilts. **Journal of Animal Science**, v.84, p.720-732, 2006.
- WILLIAMS, N. H.; CLINE, T. R.; SCHINCKEL, A. P.; JONES, D. J. The impact of ractopamina, energy intake, and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. **Journal of Animal Science**, v.72, p.3152-3162, 1994.

- YAMAMOTO, A.; WADA, O.; ONO, T. A low-molecular-weight, chromium-binding substance in mammals. **Toxicology and Applied Pharmacology**. v.59, p.515-23, 1981.
- ZAGURY, F. T. R. **Efeito da ractopamina na ração sobre o crescimento, composição da carcaça e qualidade de carne de suínos**. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais. 46p. 2002.
- ZURCHETTI, A.; FREITAS, E. S. Desempenho Zootécnico de Suínos Frente ao uso de Ractopamina na Ração. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária**, v.4, p.32-42, 2021.

CROMO E PROTOCOLOS DE UTILIZAÇÃO DA RACTOPAMINA PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

RESUMO

O estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do protocolo de uso da ractopamina ou o uso do cromo (Cr) como aditivos melhoradores de desempenho e das características quantitativas de carcaça de suínos em terminação. Foram utilizados 60 suínos machos castrados, híbridos comerciais geneticamente similares, com peso inicial de $74,30 \pm 5,55$ kg e peso final de $116,69 \pm 5,82$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados pelo peso inicial, em cinco dietas, com seis repetições e dois animais cada. As dietas foram: controle (C) – sem utilização de ractopamina ou cromo; R28 – utilização de 10 ppm de ractopamina por 28 dias antes do abate; R42 – utilização de 10 ppm de ractopamina por 42 dias antes do abate; R21+21 – utilização de 10 ppm de ractopamina por 21 dias, seguido por 21 dias de utilização de 15 ppm de ractopamina antes do abate; e Cr – utilização de 0,8 ppm de cromo levedura. A suplementação de 10 ppm de ractopamina por 42 dias seguidos antes do abate aumenta o peso final, o ganho de peso diário e melhora a conversão alimentar dos animais. A inclusão de 0,8 ppm de cromo levedura não foi positiva.

Palavras-chave: aditivos, carcaça, melhorador de desempenho, nutrição

CHROMIUM AND RACTOPAMINE UTILIZATION PROTOCOLS FOR FINISHING PIGS

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of the protocol for ractopamine use or the use of chromium (Cr) as performance enhancing additives and the quantitative characteristics of carcass of finishing pigs. Sixty barrows, genetically similar commercial hybrids, with initial weight of $74,30 \pm 5,55$ kg and final weight of $116,69 \pm 5,82$ kg were used. The animals were distributed in a randomized block design based on initial weight, in five diets, with six replications and two animals each. The diets were: C – without the use of ractopamine or chromium; R28 – use of 10 ppm of ractopamine for 28 days before slaughter; R42 – use of 10 ppm of ractopamine for 42 days before slaughter; R21+21 – use of 10 ppm of ractopamine for 21 days, followed by 21 days of use of 15 ppm of ractopamine before slaughter; and Cr – use of 0,8 ppm of chromium yeast. The supplementation of 10 ppm ractopamine for 42 consecutive days increases the final weight, the daily weight gain and improves the feed conversion of the animals. However, the inclusion of 0,8 ppm of yeast chromium was not positive.

Keywords: additives, carcass, nutrition, performance enhancer

INTRODUÇÃO

Conforme os suínos crescem, a sua eficiência em transformar os nutrientes em carne diminui, levando ao aumento da gordura corporal, com consequente piora no desempenho e nas características de carcaça. Dessa forma, a utilização de aditivos que estimulem o crescimento magro e minimizem a deposição de gordura são estratégias para superar esse problema. A ractopamina é um desses aditivos utilizados nas dietas com essa finalidade (MARCOLLA et al., 2017).

A ractopamina pertence ao grupo das fenetilaminas com uma estrutura análoga as catecolaminas, e age redistribuindo os nutrientes e alterando o metabolismo celular, melhorando o desempenho e a eficiência dos suínos (APPLE et al., 2007). Esse aditivo tem a capacidade de melhorar substancialmente o desempenho (peso final, ganho médio diário e conversão alimentar) e as características de carcaça de suínos (aumento da área de olho de lombo e redução da gordura subcutânea) (RICKARD et al., 2017). Todos esses efeitos em conjunto trazem benefícios econômicos ao produtor (BRUMATTI & KIEFER, 2010), devido ao menor gasto com ração e por aumentar a sua bonificação nos frigoríficos.

A resposta à suplementação de ractopamina pode ser alterada também pela duração do fornecimento (HERR et al., 2000). Alguns trabalhos demonstraram que a utilização de ractopamina por três a cinco semanas seria o período ideal para alcançar a máxima resposta da ractopamina (OLIVEIRA et al., 2013), porém na prática a sua utilização não tem sido superior a 28 dias, pois acima disso não seria economicamente viável, devido principalmente à dessensibilização dos receptores β -adrenérgicos nas células (SCHINCKEL et al., 2001), o que acabaria minimizando a

potencialidade de respostas positivas no desempenho e na carcaça e, conseqüentemente, não teria retorno econômico com a utilização do aditivo.

Entretanto, nos últimos tempos os custos com a utilização da ractopamina têm reduzido substancialmente, o que tem estimulado os produtores de suínos a aumentarem o período de utilização da ractopamina por até 42 dias antes do abate. Apesar disso, ainda não existem pesquisas recentes que comprovem cientificamente que o aumento do período de utilização de 28 para 42 dias, possa manter os efeitos positivos do aditivo no desempenho e a carcaça e posteriormente aumentar os lucros do produtor. Dessa forma, essa pesquisa poderia fornecer respostas aos produtores, os auxiliando a tomarem melhores decisões para garantir o bom desenvolvimento econômico da sua atividade.

A ractopamina ainda é permitida no Brasil, entretanto seu uso tem sido questionado devido a sua proibição em alguns países (NIÑO et al., 2017). Dessa forma, alternativas têm sido avaliadas com o intuito de substituir esse aditivo (FERREIRA et al., 2011). O cromo é um potencial substituto, atua como fator de tolerância à glicose (FTG), aumentando a fluidez da membrana celular, possibilitando a ligação do receptor de insulina e promovendo a síntese de proteínas musculares (EVANS, 1992). A suplementação de cromo tem efeitos positivos no desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados em fase de terminação (CARAMORI et al., 2017).

Portanto, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar diferentes protocolos de utilização da ractopamina e a comparação com o cromo como aditivo melhorador do desempenho e das características quantitativas de carcaça dos suínos durante 42 dias pré-abate.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, localizada no município de Terenos/MS. Foram utilizados 60 suínos machos castrados, geneticamente similares, com peso médio inicial de 74,30 kg e peso médio final de 116,69 kg. Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados pelo peso inicial, em cinco dietas, com seis repetições, sendo cada unidade experimental constituída por dois animais. Adotou-se o peso inicial dos animais como critério de bloqueamento.

As dietas foram: Controle – sem utilização de ractopamina ou cromo; R28 – utilização de 10 ppm de ractopamina por 28 dias antes do abate; R42 – utilização de 10 ppm de ractopamina por 42 dias antes do abate; R21+21 – utilização de 10 ppm de ractopamina por 21 dias, seguido por 21 dias de utilização de 15 ppm de ractopamina antes do abate; e Cr – utilização de 0,8 ppm de cromo levedura.

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com vitaminas e minerais, de modo a atender as exigências nutricionais estabelecidas por Rostagno et al. (2017), para suínos machos castrados de alto potencial genético com desempenho médio superior, dos 70 aos 100 kg (Tabela 1) e dos 100 aos 120 kg (Tabela 2).

Foi realizado ajuste nutricional em todas as dietas experimentais, com acréscimo de 20% das exigências de aminoácidos e fósforo visando atender as exigências de animais suplementados com ractopamina de acordo com SCHINCKEL et al. (2003), sendo mantida a relação da proteína ideal e do cálcio e fósforo. Os diferentes níveis de ractopamina e cromo foram inclusos a partir da substituição ao caulim. As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais durante todo o período experimental.

Tabela 1 – Composição nutricional das dietas de suínos machos castrados (70-100 kg) suplementados com cromo e ractopamina

Ingredientes	Dietas experimentais				
	Controle	R28	R42	R21+21	Cromo
Milho	85,165	85,165	85,165	85,165	85,165
Farelo de soja (46,5%)	10,538	10,538	10,538	10,538	10,538
Óleo de soja	0,347	0,347	0,347	0,347	0,347
Fosfato bicálcico	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
Calcário	0,658	0,658	0,658	0,658	0,658
Sal comum	0,389	0,389	0,389	0,389	0,389
L-Lisina HCl	0,696	0,696	0,696	0,696	0,696
DL-Metionina	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210
L-Treonina	0,267	0,267	0,267	0,267	0,267
L-Triptofano	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089
L-Valina	0,191	0,191	0,191	0,191	0,191
Premix Vit. ²	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix Min. ³	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Inerte	0,100	0,100	0,050	0,050	0,050
Ractopamina	0,000	0,000 ¹	0,050	0,050	0,000
Cromo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050
Total	100	100	100	100	100
Proteína bruta, %	12,73	12,73	12,73	12,73	12,73
Energia líquida, Kcal/kg	2.570	2.570	2.570	2.570	2.570
Energia metabolizável, Kcal/kg	3.012	3.012	3.012	3.012	3.012
Lisina digestível, %	0,966	0,966	0,966	0,966	0,966
Met + Cist. digestível, %	0,580	0,580	0,580	0,580	0,580
Treonina digestível, %	0,628	0,628	0,628	0,628	0,628
Triptofano digestível, %	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193
Valina digestível, %	0,666	0,666	0,666	0,666	0,666
Cálcio, %	0,596	0,596	0,596	0,596	0,596
Fósforo digestível, %	0,289	0,289	0,289	0,289	0,289
Sódio	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165

¹Inclusão de ractopamina (10ppm) apenas a partir do 15º dia de experimento.

²Conteúdo por kg: vit. A, 6.000.000UI; Vit. D₃, 1.000.000UI; Vit. E, 12.000UI; Vit. B₁, 0,5g; Vit. B₂, 2,6g; Vit. B₆, 0,7g; ácido pantotênico, 10g; Vit. K₃, 1,5g; ácido nicotínico, 22g; Vit. B₁₂, 0,015g; ácido fólico, 0,2g; biotina, 0,05g; colina, 100g e excipiente q.s.p., 1000g.

³Conteúdo por kg: ferro, 100g; cobre, 10g; cobalto, 0,2g; manganês, 30g; zinco, 100g; iodo, 1,0g; selênio, 0,3g e excipiente q.s.p., 1000g.

Tabela 2 – Composição nutricional das dietas de suínos machos castrados (100-120 kg) suplementados com ractopamina e cromo levedura

Ingredientes	Dietas experimentais				
	Controle	R28	R42	R21+21	Cromo
Milho	89,587	89,587	89,587	89,587	89,587
Farelo de soja (46,5%)	6,317	6,317	6,317	6,317	6,317
Fosfato bicálcico	1,024	1,024	1,024	1,024	1,024
Calcário	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642
Sal comum	0,372	0,372	0,372	0,372	0,372
L-Lisina HCl	0,660	0,660	0,660	0,660	0,660
DL-Metionina	0,168	0,168	0,168	0,168	0,168
L-Treonina	0,237	0,237	0,237	0,237	0,237
L-Triptofano	0,086	0,086	0,086	0,086	0,086
L-Valina	0,172	0,172	0,172	0,172	0,172
Premix Vit. ¹	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix Min. ²	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Inerte	0,585	0,535	0,535	0,510	0,535
Ractopamina	0,000	0,050	0,050	0,075	0,000
Cromo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,050
Total	100	100	100	100	100
Proteína bruta, %	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02
Energia líquida, Kcal/kg	2.570	2.570	2.570	2.570	2.570
Energia metabolizável, Kcal/kg	3.278	3.278	3.278	3.278	3.278
Lisina digestível, %	0,836	0,836	0,836	0,836	0,836
Met + Cist. digestível, %	0,502	0,502	0,502	0,502	0,502
Treonina digestível, %	0,544	0,544	0,544	0,544	0,544
Triptofano digestível, %	0,167	0,167	0,167	0,167	0,167
Valina digestível, %	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577
Cálcio, %	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533
Fósforo digestível, %	0,258	0,258	0,258	0,258	0,258
Sódio	0,158	0,158	0,158	0,158	0,158

¹Conteúdo por kg: vit. A, 6.000.000UI; Vit. D₃, 1.000.000UI; Vit. E, 12.000UI; Vit. B₁, 0,5g; Vit. B₂, 2,6g; Vit. B₆, 0,7g; ácido pantotênico, 10g; Vit. K₃, 1,5g; ácido nicotínico, 22g; Vit. B₁₂, 0,015g; ácido fólico, 0,2g; biotina, 0,05g; colina, 100g e excipiente q.s.p., 1000g.

²Conteúdo por kg: ferro, 100g; cobre, 10g; cobalto, 0,2g; manganês, 30g; zinco, 100g; iodo, 1,0g; selênio, 0,3g e excipiente q.s.p., 1000g.

Durante o período experimental, a temperatura e a umidade relativa do ambiente foram monitoradas diariamente às 8 e às 16 horas, por meio de um conjunto de termômetros de máxima e mínima, de bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro. Os valores registrados foram, posteriormente, convertidos no índice de

temperatura de globo e umidade, caracterizando o ambiente térmico em que os animais foram mantidos.

Foram coletados diariamente os resíduos de ração do chão que foram somados às sobras do comedouro ao final do período experimental para determinar o consumo diário de ração. A pesagem dos animais ocorreu no início do período experimental, no meio (21 dias de experimento) e no final do experimento (42 dias), visando à obtenção de dados relativos ao ganho de peso e a conversão alimentar.

Ao final do período experimental os animais permaneceram em jejum alimentar por 8 horas. Após o jejum, os animais foram pesados e transportados para o frigorífico. Os animais foram abatidos no frigorífico seguindo-se as normas de manejo e procedimentos de abate vigentes no Brasil, segundo legislação do MAPA.

Na linha de abate, foram mensurados o peso de carcaça quente, profundidade do músculo *Longissimus dorsi* e espessura de toucinho obtidos com o auxílio de software e da Sonda GP4 Hennessy Grade Sistem. O percentual de carne magra na carcaça foi determinado por meio da equação proposta por Bridi (2007): rendimento de carne (%) = $60 - (\text{espessura de toucinho} \times 0,58) + (\text{profundidade do músculo} \times 0,10)$.

Os dados analisados foram os parâmetros de desempenho (ganho de peso, conversão alimentar, consumos de ração, proteína, energia e lisina e peso final dos animais) e das características de carcaça (peso de carcaça quente, espessura de toucinho, percentual de carne magra, profundidade de músculo e área de olho de lombo).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas por meio do estudo de contrastes. As análises estatísticas foram

realizadas com o auxílio do programa estatístico SAS, versão University, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período inicial, do 1º ao 21º dia, ao comparar a dieta controle versus ractopamina, verificou-se que a utilização de ractopamina proporcionou aumento ($P < 0,05$) de ganho de peso e do peso final dos animais, bem como resultou em melhora ($P < 0,05$) da conversão alimentar, sem afetar ($P > 0,05$) os consumos de ração, de lisina digestível e de energia líquida (Tabela 3).

A inclusão de cromo piorou ($P < 0,05$) a conversão em comparação à dieta controle, sem afetar as demais variáveis avaliadas. Verificou-se que a inclusão de ractopamina proporcionou aumento ($P < 0,05$) do ganho de peso e do peso final e melhorou ($P < 0,05$) a conversão alimentar em comparação às dietas com ractopamina, sem afetar ($P > 0,05$) os consumos de ração, de lisina digestível e de energia líquida.

No estudo comparativo entre as dietas contendo ractopamina, verificou-se que os animais alimentados com a dieta R42 versus R21+R21 apresentaram desempenho similares ($P > 0,05$) para todas as variáveis avaliadas. Contudo, observou-se maiores ($P < 0,05$) ganhos de peso dos suínos alimentados com a dieta R42 versus R28 e também dos alimentados com a dieta R21+R21 versus a dieta R28, sem afetar ($P > 0,05$) as demais variáveis avaliadas nesses mesmos contrastes.

Tabela 3 – Desempenho de suínos machos castrados em terminação alimentados com diferentes protocolos de uso de ractopamina e cromo levedura do 1º ao 21º dia

Dietas	Variáveis						
	PI	PF	CRD	GPD	CA	CLD	CEL
C	74,52	93,53	2,89	0,90	3,20	27,92	7,42
R28	73,98	94,96	2,91	1,00	2,90	28,14	7,48
R42	74,48	97,50	2,96	1,10	2,70	28,59	7,6
R21+21	74,15	96,89	3,08	1,08	2,85	29,74	7,91
Cr	74,41	92,94	3,10	0,88	3,51	29,89	7,95
CV, %	-	3,79	11,52	7,81	8,54	11,52	11,52
Valor P	0,992	0,011	0,468	<,001	<,001	0,469	0,468
	Contrastes Valor P						
C x R*	0,766	0,020	0,418	<,001	<,001	0,417	0,416
C x Cr	0,932	0,689	0,151	0,472	0,005	0,152	0,151
R* x Cr	0,847	0,006	0,337	<,001	<,001	0,338	0,338
R42 x R21+21	0,801	0,684	0,398	0,687	0,152	0,399	0,399
R28 x R42	0,703	0,092	0,745	0,004	0,064	0,743	0,744
R28 x R21+21	0,897	0,197	0,244	0,011	0,663	0,244	0,244

C = Dieta controle sem adição de ractopamina nem cromo; R* = Dietas contendo ractopamina; R28 = Inclusão de 10 ppm de ractopamina por 28 dias; R42 = Inclusão de 10 ppm de ractopamina por 42 dias; R21+21 = Inclusão de 10 ppm de ractopamina por 21 dias seguido da inclusão de 15 ppm de ractopamina por mais 21 dias; Cr = Inclusão de 0,8 ppm de cromo levedura.

PI, kg = Peso inicial; PF, kg = Peso final; CRD, kg = Consumo de ração diário; GPD, kg = Ganho de peso diário; CA = Conversão alimentar; CLD, g/dia = Consumo de lisina diário; CEL, Mcal/dia = Consumo de energia líquida.

No período de 22 a 42 dias, ao comparar a dieta controle versus ractopamina observou-se que a dieta controle proporcionou maior ganho de peso aos animais ($P < 0,05$) sem afetar as demais variáveis analisadas ($P > 0,05$) (Tabela 4). Ao comparar a dieta contendo cromo versus ractopamina, a dieta contendo cromo apresentou consumo maior de ração, lisina digestível e energia líquida aos animais, com relação ao peso final desse período os animais alimentados com ractopamina apresentaram maior peso e melhor conversão alimentar. Não foi observada diferença no ganho de peso diário com esse contraste ($P > 0,05$).

Na comparação entre as dietas contendo ractopamina, houve diferença apenas para a variável ganho de peso diário entre R42 versus R21+21, sendo que os animais alimentados com a dieta R42 apresentaram maior ganho de peso ($P < 0,05$) sem afetar as demais variáveis ($P > 0,05$). Os animais alimentados com a dieta R28

também apresentaram maior ganho de peso diário ($P < 0,05$) versus aqueles alimentados com a dieta R21+21, sem diferença para outras variáveis analisadas ($P > 0,05$).

Tabela 4 – Desempenho de suínos machos castrados em terminação alimentados com diferentes protocolos de uso de ractopamina e cromo levedura dos 22^o ao 42^o dia

Dietas	Variáveis					
	PF	CRD	GPD	CA	CLD	CEL
C	115,97	3,42	1,07	3,21	28,62	8,8
R28	116,52	3,25	1,03	3,16	27,14	8,34
R42	119,21	3,24	1,03	3,14	27,09	8,33
R21+21	117,06	3,11	0,96	3,25	26,07	8,01
Cr	114,67	3,49	1,04	3,35	29,17	8,97
CV, %	2,97	10,45	7,44	6,1	10,45	10,45
Valor P	0,043	0,077	0,012	0,071	0,077	0,077
	Contrastes Valor P					
C x R*	0,176	0,061	0,012	0,704	0,061	0,061
C x Cr	0,368	0,644	0,282	0,074	0,645	0,645
R* x Cr	0,017	0,017	0,200	0,012	0,017	0,017
R42 x R21+21	0,140	0,391	0,021	0,157	0,391	0,390
R28 x R42	0,066	0,964	0,873	0,803	0,965	0,965
R28 x R21+21	0,705	0,367	0,030	0,241	0,367	0,367

C = Dieta controle sem adição de ractopamina nem cromo; R* = Dietas contendo ractopamina; R28 = Inclusão de 10 ppm de ractopamina por 28 dias; R42 = Inclusão de 10 ppm de ractopamina por 42 dias; R21+21 = Inclusão de 10 ppm de ractopamina por 21 dias seguido da inclusão de 15 ppm de ractopamina por mais 21 dias; Cr = Inclusão de 0,8 ppm de cromo levedura.

PI, kg = Peso inicial; PF, kg = Peso final; CRD, kg = Consumo de ração diário; GPD, kg = Ganho de peso diário; CA = Conversão alimentar; CLD, g/dia = Consumo de lisina diário; CEL, Mcal/dia = Consumo de energia líquida.

No período 1 ao 42 dias, observou-se que os animais alimentados com ractopamina apresentaram maior ganho de peso diário ($P < 0,05$) e melhor conversão alimentar ($P < 0,05$) em comparação à dieta controle, sem afetar outras variáveis analisadas ($P > 0,05$) (Tabela 5).

Tabela 5 – Desempenho de suínos machos castrados em terminação alimentados com diferentes protocolos de uso de ractopamina e cromo levedura no período total de 1-42 dias

Dietas	Variáveis						
	PI	PF	CRD	GPD	CA	CLD	CEL
C	74,52	115,97	3,15	0,99	3,20	28,27	8,11
R28	73,98	116,52	3,08	1,01	3,02	27,64	7,92
R42	74,48	119,21	3,10	1,06	2,90	27,84	7,97
R21+21	74,15	117,06	3,12	1,02	3,06	27,91	7,97
Cr	74,41	114,67	3,29	0,96	3,42	29,53	8,46
CV, %	-	2,97	10,48	6,10	6,46	10,33	10,33
Valor P		0,043	0,054	0,002	<,001	0,525	0,495
	Contrastes Valor P						
C x R*	0,766	0,176	0,645	0,029	0,005	0,630	0,561
C x Cr	0,932	0,368	0,315	0,269	0,008	0,294	0,310
R* x Cr	0,847	0,017	0,094	0,001	<0,001	0,081	0,072
R42 x R21+21	0,801	0,140	0,832	0,094	0,056	0,955	0,996
R28 x R42	0,703	0,066	0,879	0,043	0,133	0,870	0,884
R28 x R21+21	0,897	0,705	0,716	0,712	0,670	0,825	0,887

C = Dieta controle sem adição de ractopamina e cromo; R* = Dietas contendo ractopamina; R28 = Inclusão de 10 ppm de ractopamina por 28 dias; R42 = Inclusão de 10 ppm de ractopamina por 42 dias; R21+21 = Inclusão de 10 ppm de ractopamina por 21 dias seguido da inclusão de 15 ppm de ractopamina por mais 21 dias; Cr = Inclusão de 0,8 ppm de cromo levedura.

PI, kg = Peso inicial; PF, kg = Peso final; CRD, kg = Consumo de ração diário; GPD, kg = Ganho de peso diário; CA = Conversão alimentar; CLD, g/dia = Consumo de lisina diário; CEL, Mcal/dia = Consumo de energia líquida.

Na comparação entre dieta controle e dieta contendo cromo, verificou-se efeito apenas para conversão alimentar, sendo que os animais alimentados com a dieta contendo cromo apresentaram pior conversão alimentar ($P < 0,05$). Ao realizar o contraste da dieta contendo ractopamina versus cromo, a dieta com ractopamina proporcionou maior ganho de peso diário ($P < 0,05$), maior peso final ($P < 0,05$) e melhor conversão alimentar ($P < 0,05$) aos animais, sem afetar as demais variáveis ($P > 0,05$). No contraste entre a dieta R28 e a dieta R42, os animais suplementados com ractopamina por 42 dias apresentaram maior ganho de peso diário.

O consumo de lisina e energia líquida dos animais suplementados com cromo foi maior em comparação ao consumo dos animais alimentados com ractopamina, isso se deve ao maior consumo de ração dos animais alimentados com essa dieta,

corroborando com os estudos de LI et al. (2013) no qual o cromo elevou o consumo. Esse aumento no consumo pode ser justificado pela melhora na imunidade dos animais, decorrente da suplementação de cromo, portanto os animais mais saudáveis tendem a consumir mais, no entanto não foi realizada nenhuma avaliação para mensurar a imunidade dos suínos.

A suplementação de 10 ppm de ractopamina seguido de 15 ppm por mais 21 dias não se mostrou eficiente, portanto não há necessidade de aumentar a dose desse aditivo após um tempo de utilização, diferente dos estudos que retrataram a dessensibilização da ractopamina e o ajuste de inclusão para obter respostas por mais de 3 semanas (MILLS, 2002), diferente também dos estudos de ARMSTRONG et al. (2004) que evidenciaram o processo de downregulation, sugerindo a utilização da ractopamina por apenas 21 dias, pois após isso perderia sua eficiência, trazendo prejuízos econômicos e tornando sua utilização inviável. Desse modo, pode-se constatar que o aumento no tempo de suplementação da ractopamina evidencia efeitos positivos no desempenho de suínos machos castrados.

A dieta controle, sem suplementação de ractopamina ou cromo pode ter apresentado maior ganho de peso no período de 22 a 42 dias, devido a um ganho compensatório, pois na fase anterior o consumo de ração diário dos animais alimentados com essa dieta foi menor.

A redução no consumo de ração dos animais suplementados com ractopamina ocorre devido a um melhor aproveitamento e absorção pelo organismo do suíno. A melhora nos parâmetros de desempenho, principalmente da conversão alimentar, dos animais alimentados com ractopamina pode ser atribuída ao papel metabólico desse aditivo em promover um melhor aproveitamento dos nutrientes da dieta (LEAL et al., 2016). BARBERATO et al. (2018) verificaram aumento de aproximadamente

10,0% no peso médio de suínos suplementados com 10 ppm de ractopamina e também evidenciaram melhora na conversão alimentar desses animais, corroborando com os efeitos positivos nos parâmetros de desempenho do presente estudo.

Resultados semelhantes foram verificados nos estudos de BARBOSA et al. (2012) que constataram melhora no ganho de peso e na conversão alimentar ao utilizarem 10 ppm de ractopamina em dietas para machos castrados, fêmeas e machos imunocastrados.

Entretanto, esperava-se, com a suplementação de cromo levedura, melhora no desempenho e qualidade de carcaça devido à influência do cromo no metabolismo animal, levando em conta que há maior ação da insulina no metabolismo, causando melhora no aproveitamento dos nutrientes pelos animais melhorando o aproveitamento de nutrientes na dieta resultando em melhor conversão e melhor peso de carcaça quente. No entanto, isso não foi observado no presente estudo.

As fontes de cromo podem interferir nos resultados de desempenho e características de carcaça de suínos. Os estudos com cromo levedura ainda são muito variáveis, a suplementação desse aditivo pode melhorar a conversão alimentar dos suínos (MARCOLLA et al., 2017).

Não houve efeito ($P>0,05$) das dietas sobre as características de carcaça avaliadas (Tabela 6). As dietas foram formuladas utilizando os mesmos níveis aminoacídicos para que não houvesse influência positiva apenas nas dietas com ractopamina. Se houvesse ajuste dos aminoácidos é possível que os efeitos de desempenho fossem acentuados e poderia haver melhora na deposição de proteína, evidenciando assim melhor características de qualidade de carcaça.

Tabela 6 – Características de carcaça de suínos machos castrados em terminação alimentados com diferentes protocolos de uso de ractopamina e cromo levedura

Dietas	Variáveis						
	PCQ, kg	RC, %	PM, mm	ET, mm	PCM ¹ , %	QCM ¹ , kg	IB ¹
C	89,16	77,1	61,74	23,26	52,69	46,85	101,79
R28	88,40	76,4	61,83	20,93	54,04	47,68	102,92
R42	89,55	75,6	61,10	20,80	54,04	48,21	103,26
R21+21	87,26	76,2	59,86	20,31	54,21	47,29	102,76
Cr	86,22	75,8	60,02	21,47	53,69	46,10	101,82
CV, %	6,24	1,87	10,80	25,49	6,36	6,03	2,75
Valor P	0,311	0,203	0,868	0,575	0,711	0,478	0,605
Contrastes Valor P							
C x R*	0,536	0,128	0,626	0,120	0,173	0,266	0,178
C x Cr	0,263	0,053	0,261	0,714	0,607	0,778	0,877
R* x Cr	0,497	0,461	0,414	0,254	0,437	0,152	0,241
R42x R21+21	0,234	0,306	0,767	0,833	0,828	0,626	0,832
R28 x R42	0,522	0,503	0,636	0,927	0,854	0,845	0,961
R28x R21+21	0,586	0,726	0,452	0,767	0,974	0,774	0,873

C = Tratamento controle sem adição de ractopamina nem cromo; R28 = Inclusão de 10 ppm de ractopamina por 28 dias; R42 = Inclusão de 10 ppm de ractopamina por 42 dias; R21+21 = Inclusão de 10 ppm de ractopamina por 21 dias seguido da inclusão de 15 ppm de ractopamina por mais 21 dias; Cr = Inclusão de 0,8 ppm de cromo levedura.

PM = Profundidade de músculo; ET = Espessura de toucinho; PCQ = Peso de carcaça quente; RC = Rendimento de carcaça; PCM = Percentual de carne magra; QCM = Quantidade de carne magra.

¹Calculado pela equação de Bridi & Silva (2007).

Por outro lado, estudos comprovam a melhora na qualidade de carcaça com a suplementação de 10 ppm de ractopamina (CORASSA et al., 2010) refletindo também em melhor índice de bonificação que por consequência leva a um melhor retorno econômico. No entanto, o nível de suplementação de 15 ou 20 ppm pode apresentar maior relevância nas características da carne suína quando comparado aos níveis menores de 5 ou 10 ppm os quais influenciam mais no desempenho do animal.

Em um experimento com suínos suplementados com 10 ppm de ractopamina, BARBOSA et al. (2017) constataram aumento no ganho de peso, melhora na conversão alimentar, maior proporção de carne magra na carcaça, aumento da fibra muscular. MORAES et al. (2020) verificaram redução de 19,73% na espessura de

toucinho de suínos alimentados com 10 ppm de ractopamina, evidenciando ganhos satisfatórios tanto no desempenho do animal quanto nas características da carne ao utilizar esse aditivo.

Ao utilizar 0,8 ppm de cromo levedura FARIAS et al. (2021) verificaram melhora no desempenho e na qualidade de carcaça dos suínos, porém isso não foi verificado no presente estudo. Contudo, MARÇAL et al. (2022) também não observaram efeito significativo na suplementação de 0,8 ppm de cromo levedura, nem efeito da ractopamina nos parâmetros de carcaça.

CONCLUSÕES

Recomenda-se a suplementação de 10 ppm de ractopamina em dietas de suínos em terminação por 42 dias pré-abate. A utilização de 0,8 ppm de cromo levedura em dietas de suínos não melhora o desempenho na fase de terminação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEOLA, O. et al. Porcine skeletal muscle myofibrillar protein synthesis is stimulated by ractopamine. **Journal of Nutrition**, v.122, p.488–495, 1992.
- APPLE, J. K. et al. Interactive effect of ractopamine and dietary fat source on quality characteristics of fresh pork bellies. **Journal of Animal Science**, v.85, p.2682–2690, 2007.
- ARMSTRONG, T. A. et al. 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.
- BARBERATO, J. A. et al. Avaliação do desempenho e das características da carcaça de suínos, utilizando rações com ractopamina na fase de terminação. **Revista Agrária Acadêmica**, v.1, p.33-40, 2018.
- BARBOSA, C. E. T. et al. Ractopamine in diets for finishing pigs of different sexual categories. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1173–1179, 2012.
- BARBOSA, E. M. J. et al. Use of ractopamine during compensatory gain of finishing pigs on carcass and meat performance and quality. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, p.1660-1668, 2017.
- BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. **Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína**. Londrina, Paraná: Midiograf. 2007.
- BRUMATTI, R. C.; KIEFER, C. Technical-economic simulation of ractopamine inclusion in diets for finishing pigs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.163–171, 2010.
- CARAMORI, J. G. et al. Chromium and selenium-enriched yeast for castrated finishing pigs: Effects on performance and carcass characteristics. **Semina: Ciências Agrárias**, v.38, p.3851–3859, 2017.
- CORASSA, A. et al. 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.
- EVANS, G. W.; BOWMAN, T. D. Chromium picolinate increases membrane fluidity and rate of insulin internalization. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v.46, p.243–250, 1992.
- FARIAS, T. V. A. et al. Chromium and energy restriction as substitutes for ractopamine in finishing gilts diet. **Ciencia Rural**, v.52, 2021.
- FERREIRA, A. S. et al. Ractopamine for Pigs: A Review about Nutritional Requirements. **Journal of Basic & Applied Sciences**, v.9, p.276–285, 2013.

FERREIRA, M. S. Da S. et al. Cloridrato de ractopamina em dietas para suínos em terminação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.33, 2011.

GUNAWAN, A. M. et al. Ractopamine induces differential gene expression in porcine skeletal muscles. **Journal of Animal Science**, v.85, p.2115–2124, 2007.

HERR, C. T. et al. Effect of Nutritional Level While Feeding Paylean™ to Late-Finishing Swine. p.89–95, 2000.

LEAL, R. S. et al. Desempenho e rendimento de carcaça de suínos na fase de terminação, recebendo dietas com diferentes níveis de ractopamina. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim., Salvador**, v.16, p.582–590, 2016.

LI, Y. S. et al. Effects of dietary chromium methionine on growth performance, carcass composition, meat colour and expression of the colour-related gene myoglobin of growing-finishing pigs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.26, p.1021–1029, 2013.

MARÇAL, D. A. et al. Lipid profile of subcutaneous fat, growth performance, and carcass characteristics of gilts fed with diets supplemented with ractopamine, organic chromium or subjected to energetic feed restriction. **Ciência Rural**, v.52, 2022.

MARCOLLA, C. S. et al. Chromium, CLA, and ractopamine for finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.95, p.4472–4480, 2017.

MENDOZA, S. M. et al. Effect of natural betaine and ractopamine HCL on whole-body and carcass growth in pigs housed under high ambient temperatures. **Journal of Animal Science**, v.95, p.3047–3056, 2017.

MILLS, S. E. Biological basis of the ractopamine response. **Journal of Animal Science**, v.80, p.E28–E32, 2002.

MORAES, R. C. et al. Características de carcaça e qualidade de carne de fêmeas suínas alimentadas com ou sem ractopamina. **Research, Society and Development**, v.9, p.1-22, 2020.

NIÑO, A. M. M. et al. The challenges of ractopamine use in meat production for export to European Union and Russia. **Food Control**, v.72, p.289–292, 2017.

OLIVEIRA, F. De et al. Período de suplementação de ractopamina em dietas para suínos machos castrados em terminação Length of ractopamine supplementation in diets for finishing barrows. **Ciencia Rural**, v.43, p.355–360, 2013.

PERES, L. M. et al. Effect of supplementing finishing pigs with different sources of chromium on performance and meat quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, p.369–375, 2014.

RICKARD, J. W. et al. Effects of ractopamine hydrochloride on the growth performance and carcass characteristics of heavy-weight finishing pigs sent for slaughter using a 3-phase marketing strategy. **Translational Animal Science**, v.1,

p.406–411, 2017.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para suínos e aves**. 2017.

SANCHES, J. F. et al. Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos sob estresse por calor **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.1523–1529, 2010.

SCHINCKEL, A. P. et al. Efeitos da ractopamina sobre o crescimento , a composição da carcaça e a qualidade dos suínos. **Journal of Animal Science**, p.1–12, 2001.

SCHINCKEL, A. P. et al. Ractopamine treatment biases in the prediction of pork carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.81, p.16–28, 2003.

WILLIAMS, N. H. et al. The impact of ractopamine, energy intake, and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. **Journal of animal science**, v.72, p.3152–3162, 1994.