

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

**SUPLEMENTAÇÃO DE CROMO E SELÊNIO
ORGÂNICOS PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS
DOS 25 AOS 110 KG**

Gabriela Puhl Rodrigues

CAMPO GRANDE, MS
2016

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

**SUPLEMENTAÇÃO DE CROMO E SELÊNIO ORGÂNICOS
PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS DOS 25 AOS 110 KG**

Gabriela Puhl Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. Charles Kiefer

Co-orientadora: Profa. Dra. Karina Márcia Ribeiro de Souza

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS, 2016

*Aos meus pais, Reginaldo e Miria,
com muito amor, carinho e
gratidão, por serem meu exemplo e
porto seguro, dedico esta obra.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela dádiva da vida e por iluminar e abençoar meu caminho.

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

À FUNDECT – Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul, pela bolsa concedida.

Aos meus pais, Reginaldo Acylino de Moura Rodrigues e Miria Teresinha Puhl Rodrigues, pelo infinito amor, paciência, apoio e incentivo em todos os momentos da minha vida, em especial nas dificuldades, e pelo exemplo de vida, de princípios e de dedicação à família.

À minha irmã, Lorena Stefania Puhl Rodrigues, pelo companheirismo e por sempre se fazer presente na minha vida, por meio de gestos de carinho e preocupação diariamente.

Às minhas queridas avós, Maria de Lourdes Pereira Rodrigues e Maria Angela Puhl, pelo carinho e todas as orações diárias por mim, que com certeza fazem toda diferença na minha vida.

Ao meu noivo, Jânio Alves Oliveira, pela amizade, compreensão e apoio incondicional em todos os momentos no transcorrer deste curso.

Ao professor Dr. Charles Kiefer, pela paciência, amizade, orientação e pelo exemplo de dedicação e ética.

À professora Dr^a Karina Márcia Ribeiro de Souza, pela coorientação e auxílio no transcorrer do curso.

À professora Dr^a Maria de Fátima Falcão Gomes, pela amizade e o constante incentivo.

Aos professores, Dr. Anderson Corassa, Dr. Gabriel Cipriano Rocha, Dr^a Elis Regina de Moraes Garcia e Dr^a Maria de Fátima Falcão Gomes pela participação na banca examinadora e pelas excelentes sugestões que contribuíram para o aprimoramento deste trabalho.

Ao Ricardo de Oliveira dos Santos, secretário do Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal, pela constante disposição em ajudar.

Aos colegas, Liliane Maria Piano Gonçalves, Viviane Maria Oliveira dos Santos, Rodrigo Caetano de Abreu, Danilo Alves Marçal, Camilla Mendonça Silva, Alexandre Pereira, Stephan Alexander da Silva Alencar, Kelly Cristina Nunes Carvalho e Luciana Moura Rufino, pela colaboração na realização dos experimentos e pela contribuição com a minha formação profissional.

Aos estagiários do setor de suinocultura, Allan Canazilles, Ariadne Maria Portilho Saturnino da Silva, Bruna D'Avila Teodoro, Guilherme Costa Marchezoni, Indira Daiane Santos, Jéssica Lira da Silva, Kelvin Álin Lino, Larissa Higano, Leonardo Sitorski, Mariana Vital e Matheus Vidal, sem os quais não seria possível a conclusão dos experimentos.

Enfim, à todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

Resumo

RODRIGUES, G.P. Suplementação de cromo e selênio orgânicos para suínos machos castrados dos 25 aos 110 kg. 2016. 31f. Dissertação - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2016.

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a associação de cromo-levedura e selênio-levedura como aditivos nutricionais melhoradores de desempenho e das características quantitativas de carcaça de suínos machos castrados em terminação. Foram utilizados 48 suínos machos castrados, híbridos comerciais geneticamente similares. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados, composto por três níveis de cromo-levedura e selênio-levedura (controle sem suplementação de cromo-levedura e selênio-levedura; suplementação de 0,4 mg/kg de cromo-levedura e 0,3 mg/kg de selênio-levedura; e 0,8 mg/kg de cromo-levedura e 0,6 mg/kg de selênio-levedura), com oito repetições e dois animais por unidade experimental. Adotou-se o peso inicial como critério para a formação de blocos. Em todas as dietas utilizou-se suplemento mineral contendo 0,75 mg/kg de selênio inorgânico. A suplementação de cromo-levedura e selênio-levedura não influenciou ($P>0,05$) o desempenho. Verificou-se aumento linear ($P<0,05$) dos consumos de cromo-levedura e selênio-levedura em função do aumento dos níveis na dieta. Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação de cromo-levedura e selênio-levedura nas características quantitativas de carcaça. A suplementação de cromo-levedura e selênio-levedura não altera o desempenho e as características quantitativas de carcaça de suínos machos castrados em terminação.

Palavras-chave: aditivos. características de carcaça. desempenho. minerais.

Abstract

RODRIGUES, G.P. Supplementation of organic chromium and selenium for barrows from 25 to 110 kg. 2016. 31f. Dissertation - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2016.

This study was conducted to evaluate the effect of supplemental yeast chromium and selenium on performance and carcass quantitative characteristics of finishing barrows. . Forty eight genetically similar commercial hybrids barrows were used. The animals were distributed in a randomized blocks design with three levels of chromium and selenium supplementation (control without yeast chromium and selenium supplementation; supplementation of 0.4 mg/kg of yeast chromium and 0.3 mg/kg yeast selenium, and 0.8 mg/kg of yeast chromium and 0.6 mg/kg of yeast selenium) and eight replications with two animals each. The criteria used for block formation was initial body weight. All diets were supplemented with 0.75 mg/kg of inorganic selenium. The yeast chromium and selenium supplementation did not affect ($P > 0.05$) performance. There was a linear increase ($P < 0.05$) of yeast chromium and selenium consumption due to the increased levels in the diet. There was no effect ($P > 0.05$) of yeast chromium and selenium supplementation on carcass traits. The yeast chromium and selenium supplementation does not improve performance and carcass quantitative characteristics of finishing barrows.

Keywords: additives. carcass characteristics. performance. minerals.

Lista de tabelas

Tabela 1 - Composições centesimal e nutricional das dietas de suínos machos castrados em terminação suplementados com diferentes níveis de cromo e selênio orgânicos.....	22
Tabela 2 - Desempenho de suínos machos castrados em terminação suplementados com níveis de cromo e selênio orgânicos.....	24
Tabela 3 - Características de carcaça de suínos machos castrados em terminação suplementados com níveis de cromo e selênio orgânicos.....	27

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Histórico da Tipificação de Carcaças Suínas no Brasil.....	2
1.2 Modificadores de carcaça.....	3
1.2.1 Ractopamina.....	3
1.2.2 Ácido Linoleico Conjugado (CLA).....	4
1.2.3 Betaína.....	5
1.2.4 Minerais.....	6
1.2.4.1 Cromo.....	8
1.2.4.2 Selênio.....	10
REFERÊNCIAS.....	13
ASSOCIAÇÃO DE CROMO-LEVEDURA E SELÊNIO-LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO DE SUÍNOS MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO.....	17
Resumo.....	17
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Material e Métodos.....	20
Resultados e Discussão.....	23
Conclusão.....	28
Referências.....	29
Considerações Finais.....	31

INTRODUÇÃO

A carne suína é a fonte de proteína animal mais consumida no mundo. Entre os anos de 1995 e 2012 o crescimento foi de 42,7% na produção de carne suína, enquanto o plantel mundial cresceu apenas 7,1%. O Brasil, quarto maior produtor e quinto maior consumidor de carne suína, segue essa mesma tendência. De 1980 a 2012 o plantel brasileiro de suínos passou de 32,5 milhões para 39,3 milhões de cabeças, e a produção aumentou de 1,150 milhão de toneladas para 3,450 milhões de toneladas. Dessa forma, em 32 anos o plantel cresceu somente 20,9%, enquanto a produção aumentou 200%, o que foi possível graças a avanços principalmente na genética e na nutrição (ABCS, 2014).

Os programas de melhoramento genético contribuíram com melhorias em características como taxas de crescimento, eficiência alimentar e deposição de carne na carcaça dos suínos destinados ao abate. Porém, para que os suínos possam expressar seu máximo desempenho de acordo com o potencial genético, a nutrição precisou acompanhar esse desenvolvimento, por meio da determinação das exigências nutricionais de acordo com a categoria animal e a composição nutricional dos alimentos. Pesquisas na área de nutrição também vêm sendo realizadas buscando alternativas que reduzam a deposição de gordura, aumentem a porcentagem de carne magra e potencializem o desempenho dos suínos (SANCHES et al., 2010; RIBEIRO et al., 2011; CAMPOS, 2013; SILVA et al., 2014).

Dentre as alternativas estão os modificadores de carcaça, que atuam melhorando o desempenho e reduzindo a deposição de gordura na carcaça dos suínos. Alguns modificadores de carcaça que vêm sendo estudados para suínos são a ractopamina, a betaína, o ácido linoleico conjugado (CLA) e minerais, como o cromo e o selênio (RADCLIFFE, 2004).

Os minerais são elementos inorgânicos classificados em macrominerais e microminerais de acordo com sua necessidade no organismo animal. Esses nutrientes participam de diversas funções no metabolismo animal, como funções estruturais, fisiológicas, resposta imune, reprodução e crescimento. O cromo e o selênio são considerados microminerais, todavia, quando fornecidos em formas inorgânicas possuem baixa biodisponibilidade, diminuindo seu potencial como melhoradores de desempenho. Uma alternativa para aumentar a biodisponibilidade desses nutrientes é a utilização de fontes orgânicas desses minerais, o que pode potencializar sua atuação como modificadores de carcaça (KIEFER, 2005; SAKOMURA et al., 2014).

Nesse contexto, esse estudo teve como objetivos realizar uma revisão de literatura sobre o modo de atuação de modificadores de carcaça para suínos e avaliar a associação de cromo e selênio levedura como aditivos nutricionais melhoradores de desempenho e das características quantitativas de carcaça de suínos machos castrados em terminação.

1.1 Histórico da Tipificação de Carcaças Suínas no Brasil

No Brasil, até meados de 1950, o melhoramento genético era promovido de forma artesanal pelos produtores rurais, com base no fenótipo do animal. Nessa época, além da carne, a gordura era um item de grande importância para a culinária, utilizada para a preservação e preparação dos alimentos (MORAES & CAPANEMA, 2012).

Com o surgimento e a popularização dos óleos vegetais, a gordura dos suínos passou a ser menos utilizada na alimentação, e conseqüentemente, a produção de suínos visando à obtenção de gordura perdeu espaço. Com o objetivo de aumentar a produção de carne, diminuir a gordura da carcaça e melhorar a produtividade dos suínos, em 1958 tiveram início as importações de animais da Europa e Estados Unidos e a substituição do suíno tipo banha pelo tipo carne (FÁVERO & BELLAVÉR, 2001).

A princípio, as agroindústrias classificavam os animais subjetivamente, baseados no aspecto visual e na cor da pelagem, não havia estímulo financeiro para a produção de carcaças de melhor qualidade. Em 1964, a ABCS criou o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (MBCC), orientando as classificações de carcaça durante duas décadas. Um ano após esse trabalho, foi conceituado o suíno tipo carne, que serviu de base para os produtores buscarem um animal de melhor qualidade, e em contrapartida, os frigoríficos viriam a pagar preço diferenciado ao classificar os suínos em carne, misto ou banha (FÁVERO et al., 2011).

Em 1982, o Frigorífico AURORA apoiado pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento, passou a utilizar um sistema de tipificação com 72 classes de carcaças, por meio de uma tabela com oito faixas de peso e nove faixas de espessura de toucinho. A partir desse sistema, os produtores foram motivados e orientados a produzir carcaça de melhor qualidade. Posteriormente, em 1996, foi implementado o sistema de tipificação de carcaças, com utilização de pistola eletrônica para medir a espessura de toucinho e a profundidade de lombo, que definem o percentual de carne na carcaça. Porém, o processo de tipificação ainda

precisa ser normatizado no Brasil, para que a classificação seja padrão e permita a comparação entre diferentes frigoríficos (FÁVERO & FIGUEIREDO, 2009).

A implementação do sistema de tipificação das carcaças, entre outros fatores, resultou em vários reflexos positivos. De 1986 a 2006, houve redução de 31% na proporção de gordura da carcaça, o que significou 14% menos calorias e 10% menos colesterol (FARIA et al., 2006).

Aliado a esses avanços, tem-se buscado aumentar o peso de abate dos suínos para 100 a 130 kg, visto que ocorre aumento da produção de carne por matriz alojada, aumento da produtividade da planta de abate e aumento do peso dos cortes nobres da carcaça. Todavia, suínos mais pesados apresentam piora nos resultados zootécnicos, principalmente em conversão alimentar, devido a maiores teores de gordura na carcaça e sua associação com a redução da eficiência alimentar (ABCS, 2014).

1.2 Modificadores de carcaça

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*. Entre os modificadores de carcaça que vem sendo estudados para suínos, estão a ractopamina, a betaína, o ácido linoleico conjugado (CLA), o cromo e o selênio (RADCLIFFE, 2004).

1.2.1 Ractopamina

A ractopamina é classificada como um agonista beta-adrenérgico, da classe das fenetanolaminas, com estrutura semelhante a das catecolaminas epinefrina e norepinefrina, porém, ao contrário destas, é uma catecolamina sintética (GARBOSSA et al., 2013).

Sua atuação inibe a ligação da insulina aos receptores adrenérgicos dos adipócitos, antagonizando sua ação e diminuindo a síntese e deposição de gordura. A insulina tem efeito

anabólico sobre o tecido adiposo, enquanto que as catecolaminas aumentam o catabolismo, agindo como um mecanismo de controle do metabolismo lipídico (RODRIGUES, 2013).

Outro efeito desse aditivo é em relação ao metabolismo proteico, podendo atuar estimulando o crescimento muscular pela síntese ou reduzindo a degradação proteica. Portanto, a ractopamina aumenta o peso de abate sem prejuízo do teor de tecido magro na carcaça e na eficiência alimentar (SANCHES et al., 2010).

Apesar dos resultados positivos obtidos com o uso desse aditivo, na União Europeia, China e Rússia, existe uma grande preocupação com a utilização da ractopamina, baseada no argumento de que alguns médicos acreditam que esse aditivo pode provocar doenças, o que causou a sua proibição (SILVA et al., 2014). Desse modo, novos aditivos vêm sendo pesquisados com o objetivo de otimizar o desempenho e as características de carcaça dos suínos, porém, atendendo as exigências do mercado consumidor.

1.2.2 Ácido Linoleico Conjugado (CLA)

O ácido linoleico conjugado (CLA) é um ácido graxo essencial constituído por um conjunto de isômeros posicionais e geométricos do ácido linoleico (18:2). A diferença estrutural entre o CLA e o ácido linoleico é que no primeiro as duplas ligações estão separadas apenas por uma ligação simples, enquanto no ácido linoleico existem duas ligações simples entre as insaturações. Apesar de existirem 56 isômeros posicionais e geométricos do CLA, os mais estudados são o *cis*-9, *trans*-11 e o *trans*-10, *cis*-12, por possuírem atividade biológica (LIMA JÚNIOR et al., 2011).

O CLA é produzido por bactérias fermentativas presentes nos ruminantes, por meio da bio-hidrogenação de ácidos graxos insaturados de cadeia longa provenientes da dieta (principalmente linoleico e linolênico) metabolizados até ácido esteárico. Após a absorção, o CLA é incorporado aos tecidos, estando presente em produtos cárneos e lácteos derivados de ruminantes (SANTOS-ZAGO et al., 2008).

Nos suínos, os ácidos graxos ingeridos passam pelo trato gastrintestinal praticamente inalterados, conseqüentemente, a composição corporal dos ácidos graxos dos animais está relacionada à composição da dieta. Como essa espécie possui microbiota gástrica reduzida e pouco funcional, alta taxa de passagem do conteúdo estomacal e baixo potencial de hidrogenação dos ácidos graxos, a produção de CLA é limitada. Todavia, a carne suína

poderia ser uma fonte de CLA para a alimentação humana se os animais recebessem essa substância por meio das dietas (GATTAS & BRUMANO, 2005; SILVA et al., 2014).

O CLA tem mostrado diversos benefícios em relação à saúde humana relacionados às propriedades anticarcinogênicas, antioxidante, fator de crescimento, lipólise, redução da lipogênese e aumento da resposta imune (ZACARCHENCO et al., 2013).

Além disso, nos suínos essa substância ativa a lipólise e minimiza a lipogênese, conseqüentemente, atua melhorando as características de carcaça, diminuindo a porcentagem de gordura e aumentando a proporção de carne na carcaça. O CLA também beneficia o sistema imune, aumentando a resistência do animal e exigindo menos energia de produção para manutenção da defesa imunológica (GATTAS & BRUMANO, 2005; ANDRETTA et al., 2009; SUREK et al., 2011). Portanto, a utilização de ácido linoleico conjugado na dieta dos suínos pode melhorar o desempenho e características de carcaça dos suínos e trazer benefícios à saúde humana.

1.2.3 Betaína

A betaína é um composto metabólico derivado do aminoácido glicina, possuindo estrutura bipolar com três grupos de metila ligados ao átomo de nitrogênio, e está presente em todos os organismos vivos em quantidades variáveis, sendo que a maioria dos organismos a utilizam como fonte de grupos metila em reações de metilação, mas poucos organismos conseguem acumulá-la em altas concentrações (RIBEIRO et al., 2011).

A betaína possui duas propriedades de interesse zootécnico: a ação osmoprotetora e a doação de grupos metil. Sua ação osmoprotetora decorre de ser um composto bipolar e possuir alta solubilidade em água, o que a classifica como osmólito orgânico. Desse modo, a betaína é capaz de afetar o movimento da água, acumulando-a rapidamente em nível intracelular, sem alterar o metabolismo entre célula e mitocôndria (ARAÚJO et al., 2013).

Como aproximadamente 50% da energia de manutenção é destinada ao intestino e órgãos viscerais, reduções nessa demanda podem melhorar o desempenho animal já que mais energia estará disponível para deposição de músculo. Portanto, com a utilização da betaína, parte da energia antes utilizada para manutenção do balanço osmótico é poupada e pode ser utilizada para o crescimento e deposição de carne magra em suínos adequadamente supridos com aminoácidos (PARTRIDGE, 2003).

Além da sua importante função na manutenção do equilíbrio osmótico, a betaína também atua como fonte doadora de grupos metil, compostos importantes para diversas reações metabólicas, como a metilação de DNA, RNA, membranas celulares lipídicas, bem como a síntese de creatina, carnitina e metionina (PEREIRA, 2008).

Apesar da betaína ser sintetizada a partir da colina na mitocôndria, a síntese é insuficiente para atender às necessidades orgânicas. Portanto, a suplementação de betaína pode ocasionar melhor desempenho e menor custo das rações, devido a sua capacidade em doar radicais metil e, conseqüentemente, menor necessidade de doadores de grupos metil, tais como a metionina e a colina (RIBEIRO et al., 2011).

1.2.4 Minerais

Minerais são elementos inorgânicos presentes em quantidades variáveis nos tecidos animais e vegetais, considerados elementos essenciais para os suínos, sendo necessários para manutenção dos processos vitais e para a obtenção de um ótimo desempenho. Os minerais são classificados em macro e microminerais de acordo com as concentrações no tecido, o que indica sua exigência no organismo animal (BERTECHINI, 2006).

Os macrominerais são necessários em quantidades maiores que 100 mg/dL, e frequentemente são mencionados como percentagem da dieta. Pertencem a esse grupo o cálcio, cloro, enxofre, fósforo, magnésio, potássio e sódio. Os microminerais, também chamados de elementos-traço, são necessários em quantidades inferiores a 100 mg/dL, e estão incluídos nesse grupo o cobalto, cobre, cromo, estanho, ferro, flúor, iodo, manganês, molibdênio, níquel, selênio, silício, vanádio e zinco (SAKOMURA et al., 2014).

Os minerais desempenham diversas funções no organismo animal, tais como estruturais, formando componentes estruturais de órgãos e tecidos do corpo; fisiológicas, como eletrólitos nos fluidos corporais, no equilíbrio ácido-base, na permeabilidade da membrana e na transmissão dos impulsos nervosos; catalíticas, atuando como catalisadores nos sistemas enzimáticos e hormonais, como componentes integrais ou específicos da estrutura das metaloenzimas ou como ativadores (coenzimas) dentro desses sistemas; e reguladores, regulando a replicação e a diferenciação celular (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999).

Os minerais geralmente são fornecidos aos animais na sua forma inorgânica, que após a ingestão chegam ao estômago e se dissociam das moléculas, liberando íons metálicos. O transporte dos íons para o interior dos enterócitos intestinais ocorre por meio de difusão passiva ou transporte ativo, necessitando de um agente ligante ou molécula transportadora para passar através da parede intestinal e atingir a corrente sanguínea. Todavia, caso os íons não encontrem os agente ligantes, acabam sendo excretados. Além disso, os íons liberados dos minerais podem ser recombinados com outros componentes da digesta presentes no intestino, formando complexos insolúveis que são excretados, reduzindo a absorção através do intestino (ACDA & CHAE, 2002; KIEFER, 2005).

Dessa forma, apenas uma pequena porcentagem do nutriente fornecido por meio de fontes inorgânicas de minerais é absorvida e utilizada pelo metabolismo animal. Essa baixa biodisponibilidade e a imprecisão das tabelas de recomendações nutricionais fazem com que os nutricionistas frequentemente utilizem níveis mais elevados de fontes inorgânicas de minerais, com o objetivo de garantir o atendimento das exigências dos suínos. Porém, além do risco de causar efeitos prejudiciais aos animais, a suplementação extra pode ocasionar antagonismo, em que os elementos minerais competem entre si por sítios de absorção e inibem a absorção dos outros, o que elevará o nível de excreção e, conseqüentemente, os problemas ambientais (SAKOMURA et al., 2014).

Buscando minimizar esses problemas, foram desenvolvidos os minerais quelatados, definidos como íons metálicos ligados quimicamente a uma molécula orgânica, formando estruturas com características únicas de estabilidade e alta biodisponibilidade mineral. A alta biodisponibilidade é consequência da via de absorção utilizada, pois geralmente o mineral é absorvido através da via utilizada pela molécula orgânica a qual está ligado, evitando o antagonismo (KIEFER, 2005).

Esses minerais orgânicos podem estar na forma de produtos biossintéticos (leveduras ricas em minerais, que são obtidas ao incorporar o mineral ao microrganismo, no qual o mineral fica em uma forma organicamente ligada que não pode ser desprendida por lavagem ou qualquer tipo de lixiviação) ou combinados com aminoácidos (complexação de um sal metálico solúvel com aminoácido), proteínatos (quelação de um sal solúvel com uma proteína parcialmente hidrolisada) e polissacarídeos (complexação de um sal solúvel com polissacarídeo) (AAFCO, 1997; RUTZ & MURPHY, 2009).

1.2.4.1 Cromo

O cromo é um micromineral considerado nutriente essencial para animais. É classificado como metal de transição, de número atômico 24 e massa atômica 51,996 u, apresenta ponto de fusão muito elevado e baixa volatilidade (TABELA PERÍODICA COMPLETA, 2016). Quimicamente, o cromo existe em vários estados de oxidação, desde -2 até +6, sendo as mais comuns +2, +3 e +6. O cromo no estado +6 é classificado como carcinogênico e mutagênico em animais, todavia, esse elemento aparece na natureza em sua forma trivalente (Cr^{3+}), pois possui maior estabilidade química e é utilizada pelo organismo como um elemento essencial no metabolismo de carboidratos e lipídeos (FERREIRA, 2002).

As pesquisas sobre o cromo iniciaram em 1959, quando se demonstrou a existência de um novo fator dietético, que estava ausente na dieta de ratos alimentados com levedura de *Torula* como única fonte proteica. Esses animais desenvolveram uma incapacidade de remover eficientemente a glicose da corrente sanguínea, quadro que foi revertido pela adição de alimentos ricos em cromo ou por adição de cromo inorgânico a dieta. Posteriormente, verificou-se a essencialidade do cromo em seres humanos quando pacientes com alimentação estritamente parenteral desenvolveram sintomas diabéticos que foram revertidos pela adição do cromo (MERTZ, 1993; VINCENT, 2000).

Na nutrição de suínos, a suplementação de dietas com cromo efetivamente ocorreu apenas na década de 90, quando o Food and Drug Administration (FDA) permitiu a comercialização de fontes de cromo para suínos na dosagem máxima de 200 ppb na dieta, com base em informações relacionadas a mudanças no metabolismo da glicose relatados em suínos suplementados com picolinato de cromo (LINDEMANN, 2007).

Sua participação no metabolismo da glicose está relacionada ao estímulo da captação de glicose pelas células-alvo e a amplificação da sinalização celular da insulina. A glicose não se difunde através da membrana, pois seu peso molecular é 180 g/mol, e o máximo permeável é cerca de 100 g/mol. Dessa forma, a glicose é transportada para o interior da célula através de dois mecanismos, o transporte facilitado, mediado por transportadores de membrana específicos (GLUT) ou pelo co-transporte com íon sódio. Os GLUT4 são os transportadores insulina-dependente, presentes nas membranas celulares do músculo esquelético, cardíaco e tecido adiposo (BROWN, 2000).

O cromo compõe um complexo de baixo peso molecular denominado “Fator de Tolerância à Glicose”, que aumenta a fluidez da membrana celular e facilita a ligação da insulina ao receptor. Por sua vez, a amplificação da sinalização celular da insulina ocorre

quando há aumento da insulina circulante, o que mobiliza o cromo para as células-alvo transportado pela transferrina (GARCIA & GARNS, 2004).

Na célula ocorre a mobilização dos receptores de transferrina para superfície celular, de forma que o complexo transferrina-cromo se ligue aos receptores e seja internalizado por endocitose. O pH ácido intracelular promove a digestão do complexo, liberando o cromo para o citosol. A ligação de quatro átomos de cromo a uma proteína intracelular específica denominada apocromodulina a ativa em cromodulina, que, por sua vez, liga-se ao receptor de insulina das células ao mesmo tempo da insulina, porém em outro sítio localizado no domínio intracelular. Essa ligação amplifica a cascata de sinais intracelulares responsáveis pelo estímulo da translocação de GLUT4 e, conseqüentemente, aumenta a captação de glicose e aminoácidos (GOMES et al., 2005).

Portanto, o cromo atua estimulando a captação de glicose pelas células-alvo, a qual é convertida em energia e serve de substrato para a síntese proteica, bem como estimula a captação de aminoácidos pelas células, uma vez que está diretamente relacionado à atividade da insulina. Dessa forma, o cromo pode atuar melhorando o desempenho e as características de carcaça.

Nos suínos a absorção de cromo na forma inorgânica é muito baixa, variando de 0,4 a 3%, porém, as formas orgânicas deste mineral são mais eficientemente utilizadas pelos monogástricos. Nesse caso, a absorção ocorre quando o mineral se liga a borda em escova sendo absorvido pela célula epitelial ou o agente orgânico é absorvido levando junto a si o metal. Dessa forma, a biodisponibilidade dos minerais orgânicos é maior, pois como usam as vias de absorção das moléculas orgânicas que os ligam, evitam a interação com outros minerais (KIEFER, 2005).

O picolinato de cromo (fonte orgânica) é mais efetivo que o cloreto de cromo (fonte inorgânica) em aumentar a deposição de carne magra e reduzir o tecido adiposo e lipídico em suínos (MOONEY & CROMWELL, 1997). A suplementação de picolinato de cromo aumenta a disponibilidade da matéria seca, energia digestível e energia metabolizável, assim como a retenção de nitrogênio em percentagem do nitrogênio ingerido e reduz a concentração de glicose no sangue (OLIVEIRA et al., 2007).

O picolinato de cromo nos níveis de 0,2 e 0,4 mg/kg para suínos em crescimento e terminação pode melhorar o desempenho dos animais (LIEN et al., 2001). Da mesma forma, a suplementação de 0,2 mg/kg de cromo metionina melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar de suínos em terminação, quando comparado a dieta sem suplementação de cromo (PERES et al., 2014).

Em contrapartida, a suplementação de 0,2 mg/kg de tripicolinato de cromo ou 0,2 mg/kg de propionato de cromo não proporcionou efeito positivo sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos nas fases de crescimento e terminação (MATTHEWS et al., 2001). A suplementação de 0,2 mg/kg de propionato de cromo na dieta de leitoas em terminação também não modificou o desempenho e as características de carcaça (MATTHEWS et al., 2005).

Deve-se considerar que a biodisponibilidade do cromo presente no tripicolinato de cromo em relação ao do propionato de cromo, cromo levedura e cromo metionina é de 13,1, 22,8 e 50,5%, respectivamente, para suínos em crescimento (LINDEMANN et al., 2008). Portanto, de acordo com a literatura, ocorre melhor absorção do cromo para as formas quelatadas quando comparado à forma inorgânica, porém, os resultados são divergentes e necessitam de mais pesquisas para averiguar a efetividade do cromo orgânico na melhoria do desempenho e características quantitativas da carcaça.

1.2.4.2 Selênio

O selênio é um micromineral considerado nutriente essencial para animais. É classificado como um não-metal, de número atômico 34 e massa atômica 78,96 u, e em condições normais de temperatura e pressão encontra-se no estado sólido (TABELA PERIÓDICA COMPLETA, 2016).

Durante muitos anos, o interesse biológico no selênio foi com relação a sua toxidez. Pesquisas foram realizadas para determinar a quantidade de ingestão máxima e desenvolver meios práticos de prevenção e controle de doenças causadas pelo selênio. Apenas em 1957 foi descoberta a essencialidade do selênio no organismo animal, quando se verificou que a necrose no fígado de ratos alimentados com determinadas dietas poderiam ser evitadas por suplementos de selênio, e foi constatado que esse elemento também impediu a diátese exsudativa em pintos alimentados com dietas semelhantes. Posteriormente, em 1973, foi descoberto um papel bioquímico específico para o selênio com a descoberta da glutatona peroxidase (GPx), e a dependência da ingestão de selênio para a atividade dessa enzima se tornou evidente (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999).

Portanto, sua função no metabolismo está relacionada à atividade da enzima glutatona peroxidase, que desativa a formação de peróxidos durante a oxidação dos lipídios da

membrana celular, protegendo as membranas celulares dos radicais livres e outros danos oxidativos. Durante o Ciclo de Krebs, os hidrogênios (H^+) doam quatro elétrons para o oxigênio (O_2), necessários para a formação de gás carbônico (CO_2) e água (H_2O) ao final da cadeia respiratória, para obtenção do máximo de energia (LUCENA, 2010).

Todavia, 2 a 5% desse oxigênio recebe apenas um elétron, formando um radical livre altamente reativo. Se os radicais livres produzidos ultrapassam o limite de 2 a 5%, ocorre maior formação de intermediários altamente reativos, e essa situação de estresse oxidativo excede o sistema de defesa antioxidante da célula, resultando na peroxidação de ácidos graxos poliinsaturados na estrutura da membrana, podendo lesar importantes constituintes celulares como lipídeos, membranas, mitocôndria e DNA (LUCENA, 2010).

Existem quatro glutathione peroxidase, enzimas que catalisam essencialmente a mesma reação e contém quatro selenocisteína. A enzima GPx1 é encontrada no fígado, rim e outros tecidos; a GPx2 é encontrada no trato gastrointestinal e no fígado; a GPx3 está presente no plasma extracelular, no rim e na glândula tireoide e a GPx4 está associada a membranas celulares. A glutathione peroxidase remove peróxidos de hidrogênio e peróxidos lipídicos, catalisando a oxidação da glutathione reduzida para oxidada, que deve ser regenerada pela glutathione redutase. De maneira geral, sem o selênio, o crescimento e a reprodução são prejudicados devido à falta de integridade na membrana celular em consequência do *status* antioxidante pobre (HILL, 2013).

O selênio na dieta influencia tanto o sistema imune inato quanto o adquirido, sendo importante para os linfócitos, macrófagos e sistema humoral (IgM, IgG, IgA). Os Linfócitos T e B formam as principais células do sistema adquirido e amadurecem com a exposição a desafios imunológicos. Linfócitos deficientes em selênio são menos capazes de proliferar em resposta ao mitógeno, e nos macrófagos, a síntese de leucotrieno B4, o qual é essencial para a quimiotaxia dos neutrófilos, também é prejudicada pela deficiência de selênio (ARTHUR et al., 2003).

Além disso, o selênio protege os macrófagos e leucócitos contra os compostos tóxicos secretados por bactérias ingeridas e aumenta os títulos de anticorpos e fagocitose (ARTHUR et al., 2003). Portanto, o selênio é essencial para a operação eficiente de muitos aspectos do sistema imune dos animais, e caso não esteja presente nas quantidades necessárias pode prejudicar a resposta imune.

Nos alimentos, o selênio geralmente está na forma orgânica de selenometionina ou selenocisteína. Seleneto (Na_2Se), selenito (Na_2SeO_3) e selenato (Na_2SeO_4) são as formas inorgânicas de selênio na dieta. Sua forma orgânica é mais biodisponível para os suínos, pois

é absorvida pelos carreadores intestinais dos compostos orgânicos e não pelos clássicos de minerais, o que evita a competição entre os minerais pelo mesmo mecanismo de absorção (BAKER & STEIN, 2013; CAMPOS, 2013).

Suínos suplementados com 0,3 mg/kg de selênio proteínado apresentaram melhor desempenho quando comparados aos suplementados com 0,3 mg/kg de levedura enriquecida com selênio, demonstrando que o selênio proteínado apresentou maior biodisponibilidade que a levedura enriquecida com selênio (JANG et al., 2010).

Por outro lado, suínos alimentados com dietas contendo 0,45 mg/kg de levedura enriquecida com selênio obtiveram maior peso final quando comparados aos suplementados com 0,45 mg/kg de selenito de sódio (MARTÍNEZ-GÓMEZ et al., 2012). Em contrapartida, a suplementação nos níveis de 0,12, 0,24, 0,36 e 0,48 mg/kg de selênio orgânico na dieta de suínos em terminação não influenciou o desempenho e as características de carcaça dos animais (CAMPOS, 2013).

Portanto, ainda há questões a serem esclarecidas com relação à utilização do selênio orgânico e sua associação com o cromo orgânico em relação à avaliação do desempenho e as características quantitativas da carcaça de suínos.

Com os resultados obtidos no presente estudo, foi elaborado o artigo intitulado **“Associação de cromo-levedura e selênio-levedura na alimentação de suínos machos castrados em terminação”**, redigido conforme as normas de publicação da Revista Brasileira de Zootecnia e com adaptações às normas para elaboração de dissertações do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal/FAMEZ/UFMS.

REFERÊNCIAS

- AAFCO - ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIAL. **Official Publication**. Atlanta. 1997.
- ABCS – Associação Brasileira De Criadores de Suínos. **Produção de Suínos: teoria e prática**. Brasília: ABCS, 2014. 908 p.
- ACDA, S.P.; CHAE, B.J. A review on the applications of organic trace minerals in pig nutrition. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.1, n.1, 2002.
- ANDRETTA, I.; LOVATTO, P.A.; LEHNEN, C.R. et al. Meta-análise do uso de ácido linoleico conjugado na alimentação de suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.7, 2009.
- ARAÚJO, L.R.S.; DIAS, A.V.; BARROS, T.B. et al. Aplicações da betaína na produção animal. **Revista de Ciência & Vida**, v.33, n.1, p. 64-74, 2013.
- ARTHUR, J.R.; MCKENZIE, R.C.; BECKETT, G.J. Selenium in the immune system. **Journal of Nutrition**, v.133, 2003.
- BAKER, D.H.; STEIN, H.H. Bioavailability of minerals and vitamins in feedstuffs. **Sustainable Swine Nutrition**, p. 341-364, 2013.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 301p.
- BRIDI, A. M.; SILVA, C. A.; 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.
- BROWN, G.K. Glucose transporters: structure, function and consequences of deficiency. **Journal of Inherited Metabolic Disease**, v.23, p. 237-246, 2000.
- CAMPOS, P.F. **Suplementação de vitamina E e selênio orgânico em dietas com ractopamina para suínos em terminação**. 2013. 93p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG.
- FARIA, I.G.; FERREIRA, J. M.; GARCIA, S. K. Mercado consumidor de carne suína e derivados em Belo Horizonte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.2, 2006.
- FÁVERO, J.A.; BELLAVER, C. **Produção de carne de suínos**. Concórdia (SC): Embrapa Suínos e Aves, 2001.
- FÁVERO, J.A. FIGUEIREDO, E.A.P.; IRGANG, R. et al. Evolução da genética: do porco tipo banha ao suíno light. **Sonho, desafio e tecnologia: 35 anos de contribuições da Embrapa Suínos e Aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011, p.105-136.
- FÁVERO, J.A.; FIGUEIREDO, E.A.P. Evolução do melhoramento genético de suínos no Brasil. **Revista Ceres**, v.56, n.4, 2009.

FERREIRA, A.D.Q. O impacto do cromo nos sistemas biológicos. **Química Nova**, v.25, n.4, 2002.

GARBOSSA, C.A.P.; SOUSA, R.V.; CANTARELLI, V.S. et al. Ractopamine levels on performance, carcass characteristics and quality of pig meat. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, 2013.

GARCIA, A.G.; GARNES, P.M. Papel del cromo y del cinc en el metabolismo de la insulina. **Revista Medica del IMSS**, v.42, n.4, 2004.

GATTAS, G.; BRUMANO, G. Ácido linoleico conjugado (CLA). **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.1, 2005.

GOMES, M.R. ROGERO, M.M.; TIRAPÉGUI, J. Considerações sobre cromo, insulina e exercício físico. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v.11, n.5, 2005.

HILL, G.M. Minerals and mineral utilization in swine. **Sustainable Swine Nutrition**, p. 173-195, 2013.

JANG, Y.D. CHOI, H.B.; DUROSOY, S. et al. Comparison of bioavailability of organic selenium sources in finishing pigs. **Asian-Australian Journal Animal Science**, v.23, n.7, 2010.

KIEFER, C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.3, 2005.

LIEN, T.F.; WU, C.P.; LU, J.J. et al. Effect of supplemental levels of chromium picolinate on the growth performance, serum traits, carcass characteristics and lipid metabolism of growing-finishing pigs. **Animal Science**, v.72, 2001.

LIMA JÚNIOR, D.M.; MONTEIRO, P.B.S.; RANGEL, A.H.N. et al. Alimentos funcionais de origem animal. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.2, 2011.

LINDEMANN, M.D.; CROMWELL, G.L.; MONEGUE, H.J. et al. Effect of chromium sources on tissue concentration of chromium in pigs. **Journal of Animal Science**, v.86, 2008.

LINDEMANN, M.D. Use of chromium as an animal feed supplement. **The Nutritional Biochemistry of Chromium (III)**, p. 85-120, 2007.

LUCENA, C.F. Antioxidantes em exercícios aeróbicos: papel do selênio e glutatona peroxidase. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v.9, n.1, 2010.

MARTÍNEZ-GÓMEZ, N.; DOMÍNGUEZ-LÓPEZ, A.; MORALES-ROSALES, E.J. et al. Efecto de la levadura enriquecida con selenio y selenito de sodio en la dieta de cerdos en finalización sobre el contenido de grasa intramuscular y acidos grasos. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v.15, n.1, 2012.

MATTHEWS, J.O.; SOUTHERN, L.L.; FERNANDEZ, J.M. et al. Effect of chromium picolinate and chromium propionate on glucose and insulin kinetics of growing barrows and

on growth and carcass traits of growing-finishing barrows. **Journal of Animal Science**, v.79, 2001.

MATTHEWS, J.O.; GUZIK, A.C.; LEMIEUX, F.M. et al. Effects of chromium propionate on growth, carcass traits, and pork quality of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.83, 2005.

MERTZ, W. Chromium in human nutrition: a review. **The Journal of Nutrition**, v.123, 1993.

MOONEY, K. W.; CROMWELL, G. L. Efficacy of chromium picolinate and chromium chloride as potential carcass modifiers in swine. **Journal of animal science**, v.75, n.10, p.2661-2671, 1997.

MORAES, V.G.; CAPANEMA, L. A genética de frangos e suínos – a importância estratégica de seu desenvolvimento para o Brasil. **BNDES Setorial**, v.35, 2012. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipo/BNDES_Setorial/201203_04.html>. Acesso em: 01 nov. 2015.

OLIVEIRA, V.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F. et al. Efeito do picolinato de cromo na digestibilidade dos nutrientes e metabólitos sanguíneos de suínos. **Archivos de Zootecnia**, v.56, n.214, 2007.

PARTRIDGE, G. Betaine's dual roles. **Pig Progress**, v.19, n.10, 2003.

PEREIRA, P.W.Z. **Avaliação de complexo enzimático e betaína natural nas rações de frangos de corte criados em aviário comercial**. 2008. 63p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba/SP.

PERES, L.M.; BRIDI, A.M.; SILVA, C.A.D. et al. Effect of supplementing finishing pigs with different sources of chromium on performance and meat quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.7, 2014.

RADCLIFFE, J. S. A importância dos modificadores de carcaça suína para a qualidade da carne. **Revista Porkworld**, n. 22, 2004.

RIBEIRO, P.R.; KRONKA, R.N.; THOMAZ, M.C. et al. Diferentes níveis de betaína sobre incidência de diarreia, desempenho, características de carcaça e parâmetros sanguíneos de suínos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.48, n.4, p.299-306, 2011.

RODRIGUES, C.P.F. **Ractopamina e ácido linoleico conjugado em dietas de suínos em terminação**. 2013. 74p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia/GO.

RUTZ, F.; MURPHY, R. Minerais orgânicos para aves e suínos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE USO DA LEVEDURA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. **Anais...** Campinas: CBNA, 2009, p.21-36.

SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. et al. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014. 678 p.

SANCHES, J.F.; KIEFER, C.; MOURA, M.S. et al. Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação e mantidos sob conforto térmico. **Ciência Rural**, v.40, p.403-408, 2010.

SANTOS-ZAGO, L.F.; BOTELHO, A.P.; OLIVEIRA, A.C. Os efeitos do ácido linoleico conjugado no metabolismo animal: avanço das pesquisas e perspectivas para o futuro. **Revista de Nutrição**, v.21, n.2, 2008.

SILVA, B.A.N.; ARAUJO, G. G.; ALCICI, P. F. et al. Alternativas ao uso de ractopamina para suínos. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 6, 2014, Estância de São Pedro, SP. **Anais...** Estância de São Pedro: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2014, p.1-11.

SILVA, C.E. **Transportadores de glicose: tecidos dependentes e independentes de insulina**. 2005. 6 f. Seminário (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SUREK, D.; MAIORKA, A.; OLIVEIRA, S.G. et al. Ácido linoleico conjugado, na nutrição de suínos, sobre o desempenho zootécnico, características de carcaça e rendimento de cortes. **Ciência Rural**, v.41, n.12, 2011.

TABELA PERIÓDICA COMPLETA 2016. **Tabela periódica completa**. Disponível em: <http://www.tabelaperiodicacompleta.com/>. Acesso em: 15 jan. 2016.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock**. 3. Ed. Oxon: CABI Publishing, 1999. 609 p.

VINCENT, J.B. The biochemistry of chromium. **The Journal of Nutrition**, v.130, n.4, 2000.

ZACARCHENCO, P.B.; GALLINA, D.A.; SPADOTI, L.M. et al. Ácido Linoleico Conjugado (CLA) – Benefícios para a saúde, sua presença e estabilidade em produtos lácteos. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v.15 (ESP), p. 401-409, 2013.

Associação de cromo-levedura e selênio-levedura na alimentação de suínos machos castrados em terminação

RESUMO

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a suplementação de cromo-levedura e selênio-levedura como aditivos nutricionais melhoradores de desempenho e das características quantitativas de carcaça de suínos machos castrados em terminação. Foram utilizados 48 suínos machos castrados, híbridos comerciais geneticamente similares, com peso inicial de $68,3 \pm 3,59$ kg e peso final de $99,6 \pm 3,67$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados, composto por três níveis de cromo-levedura e selênio-levedura (controle sem suplementação de cromo-levedura e selênio-levedura; suplementação de 0,4 mg/kg de cromo-levedura e 0,3 mg/kg de selênio-levedura; e 0,8 mg/kg de cromo-levedura e 0,6 mg/kg de selênio-levedura), com oito repetições e dois animais por unidade experimental. Adotou-se o peso inicial como critério para o bloqueamento. Utilizou-se em todas as dietas suplemento mineral contendo 0,75 mg/kg de selênio inorgânico. A suplementação de cromo-levedura e selênio-levedura não influenciou ($P>0,05$) o desempenho. Verificou-se aumento linear ($P<0,05$) dos consumos de cromo-levedura e selênio-levedura em função do aumento dos níveis na dieta. Não houve efeito ($P>0,05$) da suplementação de cromo-levedura e selênio-levedura nas características quantitativas de carcaça. A suplementação de cromo-levedura e selênio-levedura não melhora o desempenho e as características quantitativas de carcaça de suínos machos castrados em terminação.

Palavras-chave: aditivos, características de carcaça, desempenho, minerais

Association of chromium-yeast and selenium-yeast in feeding finishing barrows

ABSTRACT

This study was conducted to evaluate the effect of supplemental chromium-yeast and selenium-yeast on performance and carcass quantitative characteristics of finishing barrows. Forty eight genetically similar commercial hybrids barrows were used, with initial weight of 68.3 ± 3.59 kg and final weight of 99.6 ± 3.67 kg. The animals were distributed in a randomized blocks design with three levels of chromium and selenium supplementation (control without chromium-yeast and selenium-yeast supplementation; supplementation of 0.4 mg/kg of chromium-yeast and 0.3 mg/kg selenium-yeast, and 0.8 mg/kg of chromium-yeast and 0.6 mg/kg of selenium-yeast) and eight replications with two animals each. The criteria used for block formation was initial body weight. All diets were supplemented with 0.75 mg/kg of inorganic selenium. The chromium-yeast and selenium-yeast supplementation did not affect ($P > 0.05$) performance. There was a linear increase ($P < 0.05$) of chromium-yeast and selenium-yeast consumption due to the increased levels in the diet. There was no effect ($P > 0.05$) of chromium-yeast and selenium-yeast supplementation on carcass traits. The chromium-yeast and selenium-yeast supplementation does not improve performance and carcass quantitative characteristics of finishing barrows.

Keywords: additives, carcass characteristics, performance, minerals

Introdução

Os minerais são elementos inorgânicos classificados em macrominerais e microminerais de acordo com sua necessidade no organismo animal. Esses nutrientes participam de diversas funções no metabolismo animal, como funções estruturais, fisiológicas, resposta imune, reprodução e crescimento. O cromo e o selênio são considerados microminerais, todavia, quando fornecidos em formas inorgânicas possuem baixa biodisponibilidade, diminuindo seu potencial como melhoradores de desempenho. Uma alternativa para aumentar a biodisponibilidade desses nutrientes é a utilização na forma orgânica, o que pode potencializar sua atuação como modificadores de carcaça (Sakomura et al., 2014).

Embora as funções do cromo como composto do “Fator de Tolerância a Glicose” que amplifica a sinalização da insulina e estimula a captação da glicose e dos aminoácidos pelas células-alvo (Condé et al., 2014) e do selênio como constituinte da enzima antioxidante glutathione peroxidase e sua essencialidade para o correto funcionamento no sistema imune (Arthur et al., 2003; Lucena, 2010) estejam bem estabelecidas, ainda há dúvidas quanto a sua ação como melhoradores de desempenho e de características de carcaça dos suínos, pois os resultados das pesquisas apresentam respostas variadas e não são conclusivas (Chiba, 2013).

O cromo orgânico tem demonstrado efeito positivo sobre o desempenho e as características de carcaça para suínos em terminação (Lien et al., 2001; Peres et al., 2014). Porém, Matthews et al. (2001) e Matthews et al. (2005) não verificaram melhora nessas características com a suplementação desse aditivo.

Quanto a suplementação de selênio orgânico alguns trabalhos constataram melhora no desempenho e nas características de carcaça para suínos em terminação (Jang et al., 2010; Martínez-Gómez et al., 2012), mas existem resultados divergentes (Stupka et al., 2012; Campos, 2013), indicando a necessidade de novos estudos para averiguar sua efetividade.

Não foram encontradas na literatura pesquisas associando a suplementação de cromo e selênio orgânicos na dieta dos suínos. Portanto, há questões a serem esclarecidas com relação à sua utilização, fato que evidencia a importância da realização do presente estudo. Nesse contexto, realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar a suplementação de cromo-levedura e selênio-levedura como aditivos nutricionais melhoradores de desempenho e das características quantitativas de carcaça de suínos machos castrados em terminação.

Material e Métodos

Todos os métodos que envolveram manipulação dos animais foram realizados de acordo com as normas aprovadas pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul

O experimento desenvolvido no Setor de Suinocultura da Fazenda Experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, localizada no município de Terenos/MS, no período de 28 de março de 2015 a 26 de abril de 2015.

Foram utilizados 48 suínos machos castrados, híbridos comerciais geneticamente similares, com peso inicial de $68,3 \pm 3,59$ kg e peso final de $99,6 \pm 3,67$ kg. Os animais foram alojados em baias de alvenaria, medindo 1,25 x 2,35 m, com piso de concreto e lâmina d'água, equipadas com comedouros semi-automáticos e bebedouros automáticos tipo chupeta.

Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados, com três níveis de cromo-levedura e selênio-levedura (controle sem suplementação de cromo-levedura e selênio-levedura; suplementação de 0,4 mg/kg de cromo-levedura e 0,3 mg/kg de selênio-levedura; e 0,8 mg/kg de cromo-levedura e 0,6 mg/kg de selênio-levedura), com oito repetições e dois animais por unidade experimental. Adotou-se o peso inicial dos animais como critério para formação de blocos.

As dietas experimentais (Tabela 1) foram isonutritivas, formuladas de acordo com a recomendação preconizada para atender as exigências nutricionais de suínos de alto potencial genético e com desempenho alto (Rostagno et al., 2011). As dietas foram suplementadas com premix vitamínico-mineral contendo 75 mg de selênio a partir do selenito de sódio por kg de produto. Os diferentes níveis de selênio e cromo levedura das dietas experimentais mantiveram a relação 3:4 (75%) e foram obtidos a partir da inclusão de produto comercial, composto por 1200 mg/kg de selênio levedura e 1600 mg/kg de cromo levedura, adicionados a dieta em substituição ao caulim.

As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais durante o período experimental, o qual teve duração de 29 dias. O desperdício de ração foi coletado e pesado diariamente e somado às sobras dos comedouros ao final do experimento, para determinar os consumos diários de ração, cromo, selênio, energia, proteína e lisina digestível.

Os animais foram pesados ao início e término do período experimental para a determinação do ganho de peso diário e da conversão alimentar. As condições ambientais no interior do galpão foram monitoradas por meio de termômetro digital portátil (modelo ITWTG 2000), à partir do qual foram registradas as temperaturas de bulbo seco, bulbo úmido, globo negro e a umidade relativa do ar diariamente às 08 e às 16 h, em dez pontos à altura do dorso dos animais. O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) foi calculado por meio da equação proposta por Buffington et al. (1981).

Ao término do período experimental os animais permaneceram em jejum alimentar por 12 horas e foram pesados. Posteriormente, foram embarcados em caminhão e transportados para o frigorífico comercial municipal, onde foram mantidos em baias de espera com livre acesso a água por 8 horas.

Tabela 1 - Composições centesimal e nutricional das dietas de suínos machos castrados em terminação suplementados com níveis de cromo e selênio levedura

Ingredientes (%)	Suplementação de cromo e selênio levedura		
	0 Cr 0 Se	0,4 mg/kg Cr 0,3 mg/kg Se	0,8 mg/kg Cr 0,6 mg/kg Se
Milho	77,988	77,988	77,988
Farelo de soja, 45%	19,299	19,299	19,299
Fosfato bicálcico	0,806	0,806	0,806
Calcário calcítico	0,649	0,649	0,649
Suplemento vit.+min ¹	0,400	0,400	0,400
Sal comum	0,354	0,354	0,354
L-Lisina HCl	0,256	0,256	0,256
DL-Metionina	0,048	0,048	0,048
L-Treonina	0,056	0,056	0,056
Cromo+Selênio orgânicos	0,000	0,025	0,050
Inerte (caulim)	0,144	0,119	0,094
Valores nutricionais calculados ²			
Proteína bruta (%)	15,164	15,164	15,164
Energia metabolizável (Kcal/kg)	3.230	3.230	3.230
Lisina digestível (%)	0,829	0,829	0,829
Met+Cist digestível (%)	0,497	0,497	0,497
Treonina digestível (%)	0,555	0,555	0,555
Triptofano digestível (%)	0,149	0,149	0,149
Valina digestível (%)	0,628	0,628	0,628
Cálcio (%)	0,512	0,512	0,512
Fósforo digestível (%)	0,248	0,248	0,248
Sódio (%)	0,160	0,160	0,160

¹Conteúdo por kg de produto: ácido pantotênico: 2.300 mg/kg; niacina: 4.500 mg/kg; ácido fólico: 125 mg/kg; cobre: 3.750 mg/kg; ferro: 25 g/kg; zinco: 31,25 g/kg; iodo: 250 mg/kg; selênio: 75 mg/kg. manganês: 12,5 g/kg. vitamina A:1.250.000 UI/kg; vitamina D3: 250.000 UI/kg; vitamina E: 6.250 UI/kg; vitamina K3: 750 mg/kg; vitamina B1: 375 mg/kg; vitamina B2: 1.000 mg/kg; vitamina B6: 375 mg/kg e vitamina B12: 4.500 mcg/kg.

²Valores calculados com base na composição nutricional das matérias-primas (Rostagno et al., 2011).

Após a insensibilização, foi realizada a sangria, escaldagem, depilação e evisceração. As carcaças foram serradas longitudinalmente, pela coluna vertebral, dividindo-se em duas metades. Foram determinados o comprimento de carcaça, profundidade do músculo *Longissimus dorsi* e espessura de toucinho, conforme metodologia descrita por Bridi e Silva (2009).

As variáveis analisadas foram os consumos de ração, cromo, selênio, lisina digestível, proteína e energia metabolizável diários, ganho de peso diário, conversão alimentar, peso e comprimento de carcaça quente, espessura de toucinho, profundidade de músculo, percentual e quantidade de carne magra e índice de bonificação de carcaça.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento do modelo linear geral (GLM), do programa estatístico SAS a 5% de significância e, quando ocorreram diferenças significativas, os dados foram submetidos à análise de regressão linear e quadrática em função do melhor ajuste do modelo às variáveis.

Resultados e Discussão

A temperatura ambiental média verificada durante o período experimental foi de $27,5 \pm 2^\circ\text{C}$, com umidade relativa de $73 \pm 10,9\%$, temperatura de globo negro de $27,8 \pm 2,0^\circ\text{C}$ e ITGU de $77,6 \pm 2,5$. A temperatura média observada no ambiente durante o período experimental pode ser considerada acima do ideal para suínos em fase de terminação, uma vez que está acima da faixa de temperaturas de 15 a 21°C (Sampaio et al., 2004), ideal para suínos nessa categoria. O ITGU registrado apresentou valor acima do $69,6 \pm 4,0$ obtido por Sanches et al. (2010), em ambiente caracterizado como sendo de termoneutralidade para suínos em terminação.

A suplementação de cromo e selênio levedura não influenciou ($P>0,05$) o peso final, o consumo de ração diário, energia metabolizável, proteína e lisina digestível, ganho de peso

diário e a conversão alimentar dos suínos em terminação (Tabela 2). Considerando os padrões de consumo de ração e ganho de peso diário obtidos no presente estudo, quando comparados aos padrões médios propostos por Rostagno et al. (2011), pode-se inferir que as variáveis térmicas não influenciaram no desempenho dos suínos.

Constatou-se efeito ($P < 0,05$) da suplementação de cromo levedura sobre o consumo de cromo, o qual aumentou linearmente, conforme a equação $\hat{Y} = 2,9461x - 0,0067$, $R^2 = 0,995$. Também foi observado efeito ($P < 0,05$) da suplementação com selênio levedura sobre o consumo de selênio, que também aumentou de forma linear, conforme a equação $\hat{Y} = 2,9684x - 0,0073$, com $R^2 = 0,996$. Como não houve diferença para o consumo de ração diário, esses resultados são explicados pelo aumento da concentração de cromo e selênio levedura nas dietas experimentais.

Tabela 2 - Desempenho de suínos machos castrados em terminação suplementados com níveis de cromo e selênio levedura

Variáveis	Suplementação de cromo e selênio levedura			CV, %	Valor P
	0 Cr	0,4 mg/kg Cr	0,8 mg/kg Cr		
	0 Se	0,3 mg/kg Se	0,6 mg/kg Se		
PI (kg)	68,17	68,43	68,36	-	-
PF (kg)	100,79	99,70	100,44	2,90	0,882
CRD (kg/dia)	2,96	2,91	2,96	4,09	0,730
CCr O (mg/dia)*	0	1,16	2,36	6,39	<0,0001
CSe O (mg/dia)*	0	0,87	1,77	6,39	<0,0001
CEM (Mcal/dia)	9,32	9,35	9,51	4,09	0,732
CP (g/dia)	437,55	439,12	446,74	4,09	0,732
CLis (g/dia)	23,92	24,01	24,42	4,09	0,732
GPD (kg/dia)	1,12	1,08	1,11	7,21	0,783
CA	2,63	2,70	2,68	4,75	0,692

PI = Peso inicial; PF = Peso final; CRD = Consumo de ração diário; GPD = Ganho de peso diário; CA = Conversão alimentar; CCr O = Consumo de cromo orgânico; CSe O = Consumo de selênio orgânico; CEM = Consumo de Energia Metabolizável; CP = Consumo de Proteína diário; CLis = Consumo de Lisina diário.

*Efeito linear ($P < 0,05$)

Não foram encontradas na literatura pesquisas associando a suplementação com cromo e selênio orgânicos na dieta dos suínos. Desse modo, os efeitos da suplementação destes minerais no desempenho e características quantitativas de carcaça serão discutidos separadamente no presente estudo.

Na literatura, ao considerar o efeito da suplementação de cromo isolada é possível verificar grande variação dos resultados. Em estudo conduzido por Matthews et al. (2001), os autores avaliaram fontes de cromo na dieta de suínos nas fases de crescimento e terminação (23 a 115 kg), porém, não verificaram efeito de 0,2 mg/kg de tripicolinato de cromo ou de 0,2 mg/kg de propionato de cromo na melhora do desempenho e das características de carcaça dos animais. Matthews et al. (2005) verificaram que a suplementação com 0,2 mg/kg de propionato de cromo na dieta de leitoas dos 73 a 115 kg não modificou o desempenho e as características quantitativas de carcaça.

Por outro lado, Lien et al. (2001) ao estudarem três níveis de picolinato de cromo (0; 0,2 e 0,4 mg/kg) para suínos em crescimento e terminação (46 a 110 kg) verificaram que a suplementação de 0,2 e 0,4 mg/kg aumentou 7% o ganho de peso diário comparado ao controle, indicando que o cromo orgânico melhora o desempenho dos suínos. Avaliando a suplementação com 0,2 mg/kg de cromo metionina para suínos na fase de terminação (60 a 107 kg), Peres et al. (2014) verificaram melhora de aproximadamente 5% no ganho de peso e 7% na conversão alimentar dos animais, quando comparada a dieta sem cromo.

Com relação ao efeito isolado da suplementação de selênio, diversas pesquisas (Kim e Mahan, 2001; Mateo et al., 2007; Stupka et al., 2012) verificaram que não houve alteração do desempenho dos suínos. Em estudo, Campos (2013) avaliou níveis de selênio orgânico (0, 0,12; 0,24; 0,36; 0,48 mg/kg) em dietas com ractopamina para suínos em terminação (84kg aos 117 kg) concluíram que a suplementação não melhorou o desempenho dos animais. Esses

resultados estão de acordo com os obtidos por Mahan et al. (1999), que também não verificaram efeito de níveis de 0,05, 0,10, 0,20 e 0,30 mg/kg de selênio oriunda de fontes orgânica (levedura enriquecida com selênio) e inorgânicas (selenito de sódio) no desempenho de suínos em crescimento e terminação (20,4 a 105 kg).

Todavia, Jang et al. (2010), ao avaliarem a suplementação com 0,3 mg/kg de selênio de fontes orgânicas em dietas de suínos em crescimento e terminação (47 a 100 kg), verificaram que o ganho de peso diário foi 9% superior para o selênio proteinado, quando comparado ao controle. Ao avaliarem o efeito de diferentes fontes de selênio orgânico e inorgânico, Martínez-Gómez et al. (2012) verificaram que os suínos alimentados com 0,45 mg/kg levedura enriquecida com selênio (orgânico) apresentaram maior peso final quando comparados aos alimentados com 0,45 mg/kg de selenito de sódio (inorgânico). Esses resultados evidenciam que a fonte de selênio pode influenciar no resultado de desempenho dos suínos.

A associação de cromo e selênio levedura não influenciou ($P>0,05$) o peso de carcaça quente, comprimento de carcaça, espessura de toucinho, profundidade de músculo, percentual e quantidade de carne magra e o índice de bonificação das carcaças dos suínos (Tabela 3).

Não houve efeito da suplementação de 0,2 mg/kg de tripicolinato de cromo ou 0,2 mg/kg de propionato de cromo na dieta de suínos em crescimento e terminação sobre as características quantitativas de carcaça em pesquisa realizada por Matthews et al. (2001). Em outro estudo, Matthews et al. (2005) também verificaram que não houve efeito da adição de 0,2 mg/kg de propionato de cromo sobre as características quantitativas da carcaça de suínos em crescimento e terminação. Todavia, resposta positiva da suplementação com cromo foi obtida por Lien et al. (2001) que verificaram redução de 13,7% na espessura de toucinho e aumento de e 17,1% na área de olho de lombo em suínos suplementados com 0,4 mg/kg de picolinato de cromo comparados ao controle.

Tabela 3 - Características de carcaça de suínos machos castrados em terminação suplementados com níveis de cromo e selênio orgânicos

Variáveis	Suplementação de cromo e selênio orgânicos			CV, %	Valor P
	0 Cr	0,4 mg/kg Cr	0,8 mg/kg Cr		
	0 Se	0,3 mg/kg Se	0,6 mg/kg Se		
PCQ (kg)	72,47	72,87	72,43	3,19	0,860
CC (cm)	93,94	93,19	93,90	2,95	0,860
ET (mm)	8,33	8,34	8,70	20,76	0,231
PM (mm)	77,24	78,49	77,13	6,14	0,727
CM (%)	62,89	63,01	62,67	2,15	0,316
QCM (kg)	45,60	45,90	45,41	4,00	0,492
IB (%)	107,22	107,45	106,99	1,44	0,315

PCQ = Peso de carcaça quente; CC = Comprimento de carcaça; ET = Espessura de toucinho; PM = Profundidade de músculo; CM = Percentual de carne magra; QCM = Quantidade de carne magra; IB = Índice de bonificação.

Em experimento avaliando quatro níveis de selênio orgânico variando de 0,12 a 0,48 mg/kg, Campos (2013) não verificaram efeito positivo desse aditivo em relação as características de carcaça de suínos em terminação. Resultados semelhantes foram obtidos por Stupka et al. (2012), que avaliaram a suplementação com cromo orgânico à dieta de suínos em diferentes períodos do crescimento a terminação (16,32 a 109,8 kg) e verificaram que não houve melhora nas características quantitativas da carcaça.

Em contrapartida, Wolter et al. (1999) avaliando diferentes fontes de selênio, verificaram diminuição de aproximadamente 15% na profundidade de toucinho medida na última vértebra lombar e aumento de 7% na área de olho de lombo para suínos em crescimento e terminação (22 a 110 kg) suplementados com levedura enriquecida com selênio quando comparada ao selenito de sódio.

Esperava-se efeito associativo da cromo-levedura e selênio-levedura para as características de desempenho e quantitativas de carcaça os suínos, já que o cromo tem como função principal manter a homeostase glicêmica por meio da potencialização da ação da

insulina, fazendo com que os níveis de insulina necessários ao metabolismo sejam inferiores, aumentando a sensibilidade a esse hormônio e, conseqüentemente, aumenta a captação de glicose e aminoácidos (Condé et al., 2014) e o selênio influencia tanto o sistema imune inato quanto o adquirido, sendo importante para os linfócitos, macrófagos e no sistema humoral, portanto, essencial para a operação eficiente de muitos aspectos do sistema imune dos animais, e caso não esteja presente nas quantidades necessárias, pode prejudicar a resposta imune (Arthur et al., 2003; Lucena, 2010), todavia, considerando o ganho de peso dos animais pode-se inferir que não houve desafio imune e térmico, o que pode justificar o resultado não significativo.

Os resultados contraditórios obtidos na literatura sobre a suplementação de cromo e selênio nas dietas de suínos podem estar relacionados ao período de suplementação, tipo e estado nutricional dos suínos, fonte de cromo e selênio utilizados na dieta e desafio sanitário aos quais os animais foram expostos.

Conclusão

A suplementação utilizando a associação de cromo e selênio orgânicos não altera o desempenho e as características quantitativas de carcaça de suínos em terminação.

Comitê de Ética e Biossegurança

Pesquisa aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais, sob protocolo 625/2014/UFMS.

Agradecimentos

A FUNDECT – Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul, pela bolsa concedida.

Referências

- Arthur, J.R.; McKenzie, R.C.; Beckett, G.J. 2003. Selenium in the immune system. *The Journal of Nutrition*, 133:1457S-1459S.
- Bridi, A. M. and Silva, C. A. 2009. Avaliação da carne suína. Midiograf, Londrina, PR.
- Buffington, D.E; Collazo-Arocho, A; Canton, G.H.; Pitt, D.; Thatcher, W.W.; Collier, R.J. 1981. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, 24:711-714.
- Campos, P.F. 2013. Suplementação de vitamina E e selênio orgânico em dietas com ractopamina para suínos em terminação. 2013. 93p. Thesis (D.Sc.) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brazil.
- Chiba, L.I. 2013. Sustainable Swine Nutrition. Wiley-Blackwell, 508p.
- Condé, M.S.; Pena, S.M.; Rocha Júnior, C.M.; Homem, B.G.C.; Demartini, G.P.; Silva, A.G.B. 2014. Minerais quelatados na nutrição de suínos. *Revista Eletrônica Nutritime*, 11:3547-3565.
- Gomes, M.R.; Rogero, M.M.; Tirapegui, J. 2005. Considerações sobre cromo, insulina e exercício físico. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 11:262-266.
- Jang, Y. D.; Choi, H. B.; Durosos, S.; Schlegel, P.; Choi, B. R.; Kim, Y. Y. 2010. Comparison of bioavailability of organic selenium sources in finishing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 23:931-936.
- Kiefer, C.; Moura, M.S.; Silva, E.A.; Santos, A.P.; Silva, C.M.; Luz, M.F. and Nantes, C.L. 2010. Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 11:496-504.
- Kim, Y. Y. and Mahan, D. C. 2001. Effect of dietary selenium source, level, and pig hair color on various selenium indices. *Journal of Animal Science* 79:949-955.
- Lien, T. F.; Wu, C. P.; Wang, B. J.; Shiao, M. S.; Shiao, T. Y.; Lin, B. H. and Hu, C. Y. 2001. Effects of supplemental levels of chromium picolinate on the growth performance, serum traits, carcass characteristics and lipid metabolism of growing-finishing pigs. *Animal Science* 72: 289-296.
- Lima, G. J. M. M. and Guidoni, A. L. 1999. Níveis de cromo-ácido nicotínico em dietas de suínos em crescimento e terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34: 433-439.
- Lucena, C.F. Antioxidantes em exercícios aeróbicos: papel do selênio e glutathione peroxidase. 2010. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, 9:54-61.
- Mahan, D. C.; Cline, T. R. and Richert, B. 1999. Effects of dietary levels of selenium-enriched yeast and sodium selenite as selenium sources fed to growing-finishing pigs on performance, tissue selenium, serum glutathione peroxidase activity, carcass characteristics, and loin quality. *Journal of Animal Science* 77:2172-2179.

- Martínez-Gómez, N.; Domínguez-López, A.; de Jesús Morales-Rosales, E.; Lugo, J.; Mariezcurrena-Berasain, M. A. and Berasain, M. D. M. 2012. Efecto de la levadura enriquecida con selenio y selenito de sodio en la dieta de cerdos en finalización sobre el contenido de grasa intramuscular y ácidos grasos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 15:41-46.
- Mateo, R. D.; Spallholz, J. E.; Elder, R.; Yoon, I. and Kim, S. W. 2007. Efficacy of dietary selenium sources on growth and carcass characteristics of growing-finishing pigs fed diets containing high endogenous selenium. *Journal of Animal Science* 85:1177-1183.
- Matthews, J. O.; Guzik, A. C.; LeMieux, F. M.; Southern, L. L. and Bidner, T. D. 2005. Effects of chromium propionate on growth, carcass traits, and pork quality of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science* 83:858-862.
- Matthews, J. O.; Southern, L. L.; Fernandez, J. M.; Pontif, J. E.; Bidner, T. D. and Odgaard, R. L. 2001. Effect of chromium picolinate and chromium propionate on glucose and insulin kinetics of growing barrows and on growth and carcass traits of growing-finishing barrows. *Journal of Animal Science* 79:2172-2178.
- Peres, L. M.; Bridi, A. M.; Silva, C. A. D.; Andreo, N.; Barata, C. C. P. and Dário, J. G. N. 2014. Effect of supplementing finishing pigs with different sources of chromium on performance and meat quality. *Revista Brasileira de Zootecnia* 43:369-375.
- Rostagno, H.S.; Albino, L.F.T.; Donzele, J.L.; Gomes, P.C.; Oliveira, R.F.; Lopes, D.C.; Ferreira, A.S.; Barreto, S.L.T. and Euclides, R.F. 2011. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 3th ed. UFV, Viçosa, MG.
- Sakomura, N.K.; Silva, J.H.V.; Costa, F.G.P.; Fernandes, J.B.K.; Hauschild, L. 2014. *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 678p.
- Sampaio, C.A.P.; Cristani, J.; Dubiela, J.A.; Boff, C.E.; Oliveira, M.A. 2004. Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. *Ciência Rural*, 33:785-790.
- Stupka, R.; Citek, J.; Sprysl, M.; Brzobohaty, L.; Okrouhla, M. and Kluzakova, E. 2012. The effect of organic selenium and the duration of its use on selected indicators of fattening capacity and carcass value in hybrid pigs. *Research in Pig Breeding* 6.
- Wolter, B.; Ellis, M.; McKeith, F.K.; Miller, K.D.; Mahan, D.C. 1999. Influence of dietary selenium source on growth performance, and carcass and meat quality characteristics in pigs, 79:119-121.

Considerações Finais

A suplementação com cromo e selênio orgânicos na dieta de suínos apresenta resultados divergentes quanto ao seu efeito positivo como modificador de carcaça. Provavelmente, o cromo e o selênio provenientes da dieta basal do presente estudo são suficientes para promover um ótimo desempenho em suínos mantidos em ambientes sem desafio sanitário. Todavia, são necessários novos estudos avaliando a utilização desses aditivos em ambientes desafiadores, que representam melhor as condições das granjas comerciais, para averiguar a real efetividade destes nutrientes na forma orgânica como modificadores de carcaça.