

**UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**AVALIAÇÃO DE FONTES DE COBRE SOBRE O DESEMPENHO DE  
LEITÕES DE 24 A 70 DIAS DE IDADE**

**MARITZA PATARO LIMA GURGEL**

**VILA VELHA - ES**  
**FEVEREIRO/2014**

**UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**AVALIAÇÃO DE FONTES DE COBRE SOBRE O DESEMPENHO DE  
LEITÕES DE 24 A 70 DIAS DE IDADE**

Dissertação apresentada à  
Universidade Vila Velha, como pré-  
requisito do Programa de Pós-  
graduação em Ciência Animal, para a  
obtenção do grau de Mestre em Ciência  
Animal.

**MARITZA PATARO LIMA GURGEL**

**VILA VELHA - ES**  
**FEVEREIRO/2014**

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

G979a Gurgel, Maritza Pataro Lima.

Avaliação de fontes de cobre sobre o desempenho de leitões de 24 a 70 dias de idade / Maritza Pataro Lima Gurgel. – 2014.

37 f.: il.

Orientador: João Luís Kill.

Dissertação (mestrado em Ciência Animal) - Universidade Vila Velha, 2014.

Inclui bibliografias.

1. Suíno – Alimento e rações. 2. Nutrição animal. 3. Cobre  
I. Kill, João Luís. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 636.40852

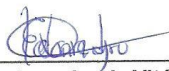
**MARITZA PATARO LIMA GURGEL**

**AVALIAÇÃO DE FONTES DE COBRE SOBRE O DESEMPENHO DE  
LEITÕES DE 24 A 70 DIAS DE IDADE**

Dissertação apresentada à  
Universidade Vila Velha, como pré-  
requisito do Programa de Pós-  
graduação em Ciência Animal, para a  
obtenção do grau de Mestre em Ciência  
Animal.

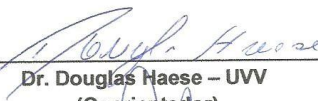
Aprovado em 28 de fevereiro de 2014

Banca Examinadora:




---

**Dr. Edney Leandro da Vitória – UFES**



---

**Dr. Douglas Haese – UVV  
(Coorientador)**



---

**Dr. João Luis Kill – UVV  
(Orientador)**

Ao maior realizador desse sonho, o primeiro sempre na torcida pela minha vitória, aquele que me deu a vida, educação, amor, respeito e hoje representa tudo pra mim, meu pai, Paulo Cesar Pataro Gurgel, que hoje se tornou o meu anjo e o meu protetor. Saudade eterna. Te amarei para SEMPRE.

***Dedico***

*“...nada vai conseguir mudar o que ficou...”*

Renato Russo

## **AGRADECIMENTOS**

Àquela que hoje faz tudo em dobro por mim, minha vida, minha mãe, Lucia Helena de Lima Gurgel.

Aos professores João Luís Kill e Douglas Haese, orientador e coorientador, pela oportunidade, apoio, convivência, conhecimento, dedicação e paciência durante todo esse tempo.

À UVV e aos professores do Mestrado em Ciência Animal por essa conquista, além dos amigos que fiz aqui, em especial: Rogéria Cardozo, Elaine Cruz, Lorena Sepulchro e Luciana Brum.

Ao Professor Edney Leandro da Vitória por aceitar o convite para compor minha banca e por todas as sugestões para o enriquecimento do meu trabalho.

À FAPES – Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo pela bolsa concedida durante o curso.

À minha querida UFES e aos amigos que deixei por lá pelos cinco anos que passamos juntos, em especial: Patricia Rodrigues, Thalita Crissaff, Antônio Pandolfi, Mariana Duran, Marcos de Paula e Bruno Deminicis.

Ao IFES, campus Santa Teresa, seus professores, alunos e funcionários que foram essenciais para a execução desse estudo, em especial: Prof. Dr. Ismail Haddade, Prof. Dr. Alberto Chambela, Thiago, Carla Simon, William, João Victor, Bira, Rodrigo, Neme, Dra. Bernadeth Zanetti, Wildo, Tonho, Rafael e Juniomar.

Ao Daniel por estar sempre ao meu lado, seja nos momentos felizes ou tristes, além de todo amor, parceria e amizade.

Ao CTA – Centro de Tecnologia Animal Ltda e aos colegas de trabalho pela convivência, crescimento e aprendizado durante todo esse tempo.

A toda minha família por todo apoio e companheirismo, em especial: vovó Madalena, Tia Rosini, Tia Ismarilda, Tio Reginaldo, Tio Edmilson, Cristina, Tia Luciana, Anna Clara, Bruna, Isabella, Viviane e Bárbara.

Aos meus amigos que mesmo com a distância não me abandonaram, em especial: Mayara, Bárbara, Ivina e Marina.

A todos que de alguma forma fizeram parte desse momento, eu só posso dizer, obrigada!

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>9</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>12</b>
2.1 Índices brasileiros na produção de suínos .....	12
2.2 Idade de desmame dos leitões .....	13
2.3 Aditivos melhoradores de desempenho em suínos.....	14
2.4 Adição de cobre nas dietas de leitões.....	16
2.5 Adição de minerais em relação à questão ambiental.....	18
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>20</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>21</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>22</b>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>23</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>24</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>28</b>
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>32</b>

## RESUMO

GURGEL, P. L. Maritza, MSc., Universidade Vila Velha – ES, Fevereiro de 2014. **Avaliação de fontes de cobre sobre o desempenho de leitões de 24 a 70 dias de idade.**

Orientador: João Luís Kill. Coorientador: Douglas Haese.

Uma das fases mais crítica na criação de suínos é o desmame de leitões. No Brasil, o desmame ocorre, em média, com 21 dias de idade, quando as funções fisiológicas desses animais ainda não estão adequadamente desenvolvidas para digestão de vários componentes presentes nas rações. Pesquisas são realizadas em busca de ingredientes que possam ser adicionados às rações a fim de melhorar as características zootécnicas dos animais. O cobre é um mineral adicionado em dietas de leitões recém-desmamados com ação melhoradora de desempenho. As fontes inorgânicas de cobre têm sido as mais utilizadas nas dietas com inclusões elevadas. A utilização de cobre nas formas orgânicas apresenta-se como uma opção na substituição das formas inorgânicas, diminuindo a eliminação no meio ambiente, devido à maior biodisponibilidade. O presente estudo foi realizado para avaliar o efeito de fontes de cobre sobre o desempenho de leitões dos 24 aos 70 dias de idade. Foram utilizados 96 leitões, e os tratamentos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, contendo antibióticos melhoradores de desempenho e a inclusão ou não de fonte de cobre. A fase de crescimento foi subdividida em três períodos de: 24-35, 36-49 e 50-70 dias de idade. Houve diferença significativa para a conversão alimentar ( $p < 0,05$ ) no período de 24 a 35 dias de idade, sendo o melhor valor com a inclusão da fonte de cobre orgânico (Metionina + Cu). Não houve diferença estatística nos períodos de 24-49 e 36-49 dias de idade. Nos períodos de 24-70 e 50-70 dias de idade os animais que receberam ração com a inclusão de cobre obtiveram maior ganho de peso. A inclusão de fonte orgânica de cobre na dieta de leitões de 24 a 70 dias de idade proporcionou melhor desempenho para os animais na fase de creche.

**Palavras-chave:** suíno, micro mineral, quelato, performance, melhorador de desempenho.



## ABSTRACT

GURGEL, P. L. Maritza, MSc., Universidade Vila Velha – ES, February 2014.

**Evaluation of sources of copper on the performance of pigs 24 to 70 days old.**

Advisor: João Luís Kill. Co-Advisor: Douglas Haese.

One of the most critical phases in the swine is the weaning of piglets. In Brazil weaning occur on average 21 days old when the physiological functions of these animals are not adequately developed for digestion of various components present in the feed. Researches are performed in search of ingredients which may be added to animal feed to improve the zootechnical characteristics. Copper is a mineral added to the diets of weanling piglets with ameliorative action performance. Inorganic sources of copper have been the most used in diets with high inclusions. The use of copper in organic forms is presented as an option in replacing inorganic forms, reducing disposal on the environment due to increased bioavailability. This study was conducted to evaluate the effect of sources of copper on the performance of the 24 piglets at 70 days of age. 96 piglets were used and treatments were distributed in a completely randomized design containing antibiotics improvers performance and the inclusion or not of copper source. The growth phase was divided into three periods of 24 to 35, 36 to 49 and 50 to 70 days old. There was a significant difference in feed conversion ( $p < 0.05$ ) in the period of 24 to 35 days old, with the best value with the inclusion of the source of organic copper (Cu + Methionine). There was no statistical difference in the periods of 24 to 49 and 36 to 49 days old. In the periods of 24 to 70 and 50 to 70 days old the animals fed diets with the inclusion of copper had higher weight gain. The inclusion of organic copper source in the diet of piglets from 24 to 70 days showed better performance for the animals in the nursery phase.

**Keywords:** swine, micro mineral, chelate, performance, performance enhancer.

# **CAPÍTULO I**

## **REVISÃO DE LITERATURA**

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria suína brasileira tem apresentado grande crescimento nos últimos anos, isso porque a demanda por carne suína tem aumentado a cada dia em todo o mundo, com isso os produtores estão se adequando às normas e legislações vigentes, buscando uma melhoria nas vendas, não só internas, mas também para exportação.

Como forma de busca por produção mais eficiente e com menor custo, pesquisas são realizadas em procura de ingredientes que possam ser adicionados às rações a fim de melhorar as características zootécnicas dos animais, sem comprometer o produto final.

Antimicrobianos podem ser conceituados como substâncias capazes de matar ou inibir o crescimento de microorganismos, sem causar comprometimento à saúde do hospedeiro. Na veterinária os antimicrobianos podem ser utilizados como aditivos, seja de rações ou zootécnicos, visando uma diminuição no índice de mortalidade, além de melhoria no desempenho produtivo dos animais (NETO & ALMEIDA, 2011). A adição de antimicrobianos na nutrição animal, como promotores de crescimento proporciona uma diminuição nos custos de produção, além de uma melhoria no desempenho animal (NEVOA et al., 2013).

A adição de microminerais nas dietas de suínos também tem apresentado efeito promotor de crescimento. Os minerais desempenham um papel vital e importante na nutrição animal, principalmente fazendo parte dos materiais estruturais, constituintes dos tecidos moles e das células, além de regularem muitos dos processos biológicos vitais. Eles ocorrem naturalmente na maioria dos ingredientes alimentares, mas a quantidade e biodisponibilidade variam consideravelmente, por isso em algumas vezes se faz necessária a sua adição nas dietas (ACDA & CHAE, 2002).

O cobre é um micromineral essencial na nutrição de suínos e é necessário em níveis de 4 a 6 ppm de adição na dieta (NRC, 1998). Esse elemento tem sido muito estudado, para sua utilização como promotor de crescimento, especialmente na dieta de leitões recém-desmamados, quando

adicionados em níveis superiores aos exigidos pelos animais (LIMA & MIYADA, 2003).

A utilização do cobre na nutrição de suínos para a promoção do crescimento pode ser justificada em função do baixo custo deste elemento, quando comparado a outros agentes antimicrobianos (LIMA & MIYADA, 2003).

São variadas as fontes de cobre utilizadas na nutrição animal. Segundo Pontes & Llobet (1995), a utilização de fontes inorgânicas de cobre nas rações são consideradas as melhores a fim de suplementar o aporte natural dos alimentos, uma vez que elas apresentam boa disponibilidade. Aoyagi & Baker (1993) concluíram que a biodisponibilidade de cobre no farelo de soja é em torno de 38%, no glúten de milho 48% e no farelo de algodão 41%.

De acordo com Leeson & Summers (2005), as principais fontes inorgânicas de cobre utilizadas pelas indústrias de nutrição animal são: o óxido, o sulfato e o carbonato de cobre. O óxido de cobre pode apresentar uma baixa disponibilidade biológica, mas pode ser considerado com disponibilidade semelhante ao sulfato de cobre. Porém, no Brasil a fonte mais utilizada na nutrição animal é o sulfato de cobre (NOBRE et al., 1995).

Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito de fontes de cobre sobre o desempenho de leitões dos 24 aos 70 dias de idade.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Índices brasileiros na produção de suínos

Atualmente o Brasil se encontra como o quarto país no *rank* mundial de produção e exportação de carne suína. Para melhorar ainda mais essa posição, têm-se aumentado o número de pesquisas e investimentos na suinocultura. Elementos como a nutrição, sanidade, manejo e genética dos rebanhos suínos têm contribuído para aumentar a oferta interna e colocar o país em destaque no cenário mundial (MAPA, 2013).

Com o aumento da industrialização no Brasil e a existência de um mercado globalizado exige-se que os produtores se adequem a utilização de tecnologias modernas ligadas à produção animal. Porém, a maioria das técnicas modernas utilizadas na produção animal apresentam uma dependência cada vez maior de substâncias, que apresentem agentes que se destacam causando alterações na produção animal, também conhecidos como promotores de crescimento ou aditivos zootécnicos melhoradores de desempenho (NETO, 2011).

As crescentes buscas pelo aumento da produtividade na indústria suína têm levado a ocorrência de mudanças nos planos nutricionais para formulação das dietas para as diferentes fases de criação, causando reflexo sobre o retorno financeiro do produtor e sobre o desempenho dos animais. Novos estudos têm sido realizados, se concentrando em uma forma de melhorar a eficiência da utilização dos alimentos, alinhados a disponibilidade dos nutrientes nas formulações das dietas, suprimindo as necessidades nutricionais dos animais (RODRIGUES et al., 2011).

A economia do Brasil apresentou grandes avanços na produção industrial de aves e suínos. Isso devido principalmente ao crescente conhecimento do valor nutricional dos ingredientes das rações, além das exigências nutricionais dos animais em suas diferentes fases produtivas, bem como através de melhorias no manejo e ambiência (ROSTAGNO et al., 2007).

A utilização mais eficiente dos alimentos tradicionais e alternativos presentes nas rações proporciona uma melhora no desempenho dos animais,

mas sem esquecer que as necessidades nutricionais devem ser ajustadas a fim de evitar o excesso de nutrientes nas dietas e conseqüentemente aumentar a excreção dos mesmos nas fezes e urina, que em níveis elevados podem contaminar o solo e as reservas de água (ROSTAGNO et al., 2007).

Fatores como a genética, o ambiente e o manejo devem sempre ser levados em conta nos estudos realizados na área de nutrição animal, de modo a aumentar a confiabilidade dos resultados, além de promover avanço nos conhecimentos das metodologias utilizadas na avaliação dos alimentos e na determinação das exigências nutricionais de aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2007).

## **2.2 Idade de desmame dos leitões**

A média brasileira de idade para desmamar os leitões é 21 dias. Nesta idade as funções fisiológicas dos animais completamente desenvolvidas, principalmente para a digestão dos vários componentes que estão presentes nas rações. Além disso, as duas primeiras semanas pós-desmame são as consideradas críticas, devido ao aparecimento de diarreias que podem comprometer o desempenho produtivo desses animais (MUNIZ et al., 2010).

A incidência de diarreia nos leitões pode ser associada a uma possível proliferação de bactérias enterotoxigênicas, em especial a *Escherichia coli*. Como forma de controle ao aparecimento de diarreia nesses animais os produtores têm utilizados de meios como a adição de antibióticos nas rações, porém, devido à grande discussão em torno da segurança alimentar quanto ao uso de antibióticos, algumas empresas produtoras de carne estão restringindo o seu uso em criações comerciais que estejam voltadas para a exportação. Baseado nisso, a existência de produtos alternativos com ação antimicrobiana tem sido pesquisado, principalmente aqueles com potencial produtivo, como os alimentos funcionais, probióticos, prebióticos, ácidos orgânicos, cobre e zinco. Uma vez que esses produtos tem potencial similar para modificar a microbiota intestinal e melhorar o desempenho dos animais (JÚNIOR et al., 2009).

Saber a utilização adequada de promotores de crescimento ou nutrientes específicos na alimentação dos leitões irá contribuir para a ingestão correta da ração, podendo colaborar diretamente para a manutenção da

capacidade de digestão e absorção do epitélio intestinal desses animais (BUDIÑO et al., 2010).

### **2.3 Aditivos melhoradores de desempenho em suínos**

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) os chamados agentes responsáveis por alterar a produção animal, são classificados como substâncias que não são nutrientes, e são fornecidas para os animais através de sua incorporação via oral ou via parenteral. Essas substâncias têm como objetivo propiciar o aumento da produtividade dos animais. Esse aumento na produção pode ser visto de várias formas, dentre elas: promover o aumento do ganho de peso ou da produção de leite dos animais, diminuir a quantidade de ração que o animal necessita consumir para atingir o peso de abate, diminuir o tempo de engorda, que seria o tempo necessário para que animal atinga o peso ideal para abate, além da melhoria das características de qualidade da carcaça (NETO, 2011).

Os aditivos classificados como antibióticos, são incorporados as rações com quatro objetivos: aumentar a produtividade dos animais, diminuir a mortalidade dos rebanhos, prevenir as infecções ocorrentes nos animais e impedir a deterioração da ração (NETO & ALMEIDA, 2011). Os antibióticos são muito utilizados na produção animal como aditivos promotores de crescimento, principalmente pelo fato deles proporcionarem uma melhora significativa no aproveitamento dos alimentos por parte dos animais (HAESE & SILVA, 2004).

Os antimicrobianos são adicionados nas rações e/ou água de bebida com finalidade profilática, ou seja, para a prevenção de surtos de salmonelose em aves e suínos. Em um estudo realizado com suínos, onde um dos grupos de animais recebeu ração contendo 100 ppm de sulfato de apramicina, teve como resposta que o uso do antimicrobiano impediu a progressão da infecção dos animais causada por salmonelose (NETO & ALMEIDA, 2011).

A partir da década de 1960 os antibióticos começaram a gerar preocupações em relação ao seu uso na produção animal, especialmente por pressões causadas pela mídia. Com isso, a partir da década de 1980 a segurança do uso de antibióticos passou a ser questionada com grande

intensidade, principalmente devido ao seu grande uso na nutrição de aves e suínos. A possível presença de resíduos na carne, ovos e leite e a indução de resistência cruzada para bactérias patogênicas para humanos eram as principais contestações em relação ao uso de antibióticos. Com isso, no ano de 1998 a União Europeia acabou optando pela proibição do uso de antibióticos promotores de crescimento na alimentação animal (BRUMANO & GATTÁS, 2009).

O MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) liberou em 2008 uma listagem de antimicrobianos, anticoccidianos e agonistas autorizados para utilização na alimentação animal, dentre eles estão: avilamicina, bacitracina metileno disalicilato, bacitracina de zinco, colistina, clorexidina, enramicina, eritromicina, espiramicina, flavomicina, halquinol, lasalocida, lincomicina, monensina sódica, salinomicina sódica, tiamulina, tilosina, virginamicina e etc (MAPA, 2008).

Vassalo et al. (1997) em experimento com 160 leitões, distribuídos nos tratamentos a fim de comparar a adição de bacitracina de zinco (30 ppm), probiótico 1 (*Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus faecium*, *Sacharomyces cerevisiae* 70 g/100 kg) ou probiótico 2 (*Bacillus toyoi* 200 g/ 100 kg) com a ração basal, não encontraram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para as variáveis consumo de ração e conversão alimentar entre todos os tratamentos testados. Já para a variável ganho de peso, houve diferença estatística entre os tratamentos ração basal e ração com adição de bacitracina de zinco, contra ração com adição de probiótico 1 (T3) e ração com adição de probiótico 2 (T4), sendo que os tratamentos T3 e T4 apresentaram os maiores valores, ou seja, foi possível observar que não houve diferença estatística significativa entre a ração basal e a ração com adição de antibiótico.

De acordo com Bellaver (2000) os antibióticos podem ser descritos como compostos produzidos por bactérias e fungos, sendo responsáveis por inibir o crescimento de outros micro-organismos. Além dos antibióticos existem outros elementos que podem ser utilizados como promotores de crescimento, dentre esses elementos podemos citar os minerais.



Névoa et al. (2013) em experimento com 480 leitões, com o objetivo de comparar a adição de antibiótico (avilamicina 100 ppm), probiótico (à base de *Saccharomyces cerevisiae* 2000 ppm), prebiótico (mananoligossacarídeo 1000 ppm) ou simbiótico 3000 ppm (*Saccharomyces cerevisiae* 2000 ppm + mananoligossacarídeo 1000 ppm) na ração, não encontraram diferenças significativas entre eles ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Fisher, para as características zootécnicas (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) e características bioquímicas séricas.

#### **2.4 Adição de cobre nas dietas de leitões**

Por volta de 1930 o interesse pela adição do cobre na nutrição animal aumentou devido à ocorrência de certas doenças em alguns animais causadas por sua deficiência. O cobre é componente de proteínas sanguíneas, como as encontradas nos eritrócitos que são importantes para o metabolismo do oxigênio. Apresenta papel em alguns processos enzimáticos como a citocromo oxidase, também sendo importante para a formação dos ossos e da cartilagem (LEESON & SUMMERS, 2005).

O modo de ação do cobre como agente promotor de crescimento ainda não é bem definido, mas sabe-se que ele apresenta uma ação antimicrobiana ou modificadora da flora microbiana do trato gastrointestinal, além de uma possível ação metabólica ou sistêmica, em especial na promoção do crescimento de leitões recém-desmamados (LIMA & MIYADA, 2003).

Além disso, exerce função importantíssima na formação da hemoglobina, juntamente com o ferro, e também na formação de várias metaloenzimas (GATTÁS & BARBOSA, 2004).

Em relação ao aspecto nutricional a necessidade de cobre na dieta dos suínos é suprida quando utilizada uma ração a base de milho e farelo de soja, uma vez que os suínos necessitam de pequenas quantidades de cobre. Porém, como estudos têm sido realizados em busca das qualidades do cobre como promotor de crescimento maiores concentrações tem sido usadas nas rações (BELLAVÉR et al., 1981).

O cobre é um mineral que apresenta ação melhoradora de desempenho e que é também adicionado às dietas de leitões recém-desmamados, em especial na forma de sulfato, na proporção entre 100 a 250 ppm (COFFEY et al., 1994; VEUM et al., 2004). Segundo Acda & Chae (2002) o cobre é amplamente utilizado na indústria de alimentação animal para promover o crescimento dos animais. Ele normalmente é adicionado entre 100 a 250 ppm em dietas para suínos, sob a forma de sal inorgânico. Sua função como melhorador de desempenho pode ser devido a sua ação antimicrobiana ou ocasionando mudanças na flora intestinal dos animais.

De acordo com Ward et al. (1997), a fonte orgânica mineral recomendada como melhorador de desempenho na ração de leitões, para substituir o sulfato de cobre, seria a Cu-lisina na proporção de 100 ppm. Com isso, faz-se necessário a utilização de uma fonte de cobre que apresente solubilidade e disponibilidade adequadas na alimentação animal, para proporcionar o ótimo desenvolvimento dos animais, sem elevar o custo de produção e evitar a contaminação do meio ambiente (GATTÁS & BARBOSA, 2004).

Bellaver et al. (1981), em um experimento com 288 leitões aos 78 dias de idade, com duração total de 112 dias, onde os animais foram dispostos em 12 tratamentos, combinando níveis de 6, 125 e 250 g/t de cobre, 60 e 200 g/t de ferro, 60 e 200 g/t de zinco. Nos primeiros 21 dias houve um melhor desempenho dos suínos, à medida que o cobre aumentou de 6 para 250 g/t. A medida que o experimento foi evoluindo o efeito do cobre ficou evidenciado, sendo que seu aumento na ração, melhorou a conversão alimentar, além de uma tendência ao aumento no ganho médio diário com a adição de 125 g/t. Em relação à análise financeira foi possível concluir que a adição de cobre ao nível de 125 g/t proporcionou menor custo de produção da ração.

Lima & Miyada (2003) utilizando 80 leitões aos 21 dias de idade, para testar fonte orgânica e inorgânica de cobre (citrato cúprico e sulfato de cobre penta-hidratado), adicionados na ração basal pela substituição ao caulim existente na pré-mistura. Nos primeiros 14 dias de experimento não foram encontradas diferenças estatísticas significativas para as variáveis zootécnicas: consumo médio diário de ração, ganho diário de peso e conversão alimentar.

Nesse período foram incluídos 2500 ppm de Zn na forma de óxido de zinco, com a finalidade de prevenir a ocorrência de diarreia fisiológica. Por isso, considerando que elevados níveis de Zn na dieta podem afetar a resposta do Cu como agente promotor do crescimento o experimento teve uma duração de mais 14 dias, onde, a inclusão do Zn atingiu apenas a exigência nutricional dos leitões. Porém, nos 14 dias finais de experimento, também não foram observadas diferenças significativas no desempenho dos leitões. Com isso, os autores concluíram que as fontes e os níveis de cobre testados não foram eficientes como promotores do crescimento para leitões desmamados aos 21 dias de idade.

Já Muniz et al. (2010) também utilizando cobre orgânico e sulfato de cobre, concluíram que a adição de cobre na forma orgânica ao nível de 90 ppm ou na forma de sulfato ao nível de 240 ppm, nas dietas de leitões pós-desmame, aumentaram o consumo de ração e o ganho de peso nos primeiros 40 dias de experimento, no entanto, a fonte de cobre seja de forma orgânica ou inorgânica não influenciou no desempenho dos animais. O cobre na forma orgânica ao nível máximo de 150 ppm ou na forma inorgânica ao nível de 240 ppm, não reduziu a incidência de diarreia em leitões pós-desmames nos primeiros 15 dias de estudo.

Hauschild et al. (2012) utilizando cobre orgânico na dieta de leitões desmamados aos 21 dias de idade, concluíram que a adição de cobre complexado aumentou o consumo de ração e o ganho de peso dos animais, e conseqüentemente melhorou a conversão alimentar, ou seja, a adição do cobre orgânico na dieta dos leitões melhorou o desempenho zootécnico dos animais.

## **2.5 Adição de minerais em relação à questão ambiental**

Atualmente existe uma crescente conscientização sobre o impacto que os sistemas de produção de animais podem causar sobre o meio ambiente. Antigamente os alimentos fornecidos para os animais eram produzidos na própria propriedade e o esterco produzido era considerado um bem valioso para a manutenção e fertilidade do solo (JONGBLOED & LENIS, 1998).

Podemos dividir as preocupações ambientais em três categorias: a) aquelas relacionadas ao solo, como o acúmulo de nutrientes; b) aquelas relacionadas à água, como a poluição das águas; e, c) aquelas relacionadas ao ar, como a emissão de odores na atmosfera. Como exemplo, podemos citar alguns minerais que se acumulam no solo e contribuem para a lixiviação e escoamento para a eutrofização do solo e das fontes de água, que seriam: o fósforo (P), o cobre (Cu) e o zinco (Zn) (JONGBLOED & LENIS, 1998).

As necessidades nutricionais dos animais devem ser ajustadas de acordo com as suas necessidades, para que os valores dentro da dieta não estejam em excesso, e com isso não serão eliminados em grande quantidade nas fezes e urina, e não causarão a contaminação do solo e das reservas de água (ROSTAGNO et al., 2007).

Como forma de favorecer uma maior disponibilidade dos minerais para os animais, os mesmos podem ser suplementados em excesso erroneamente, podendo causar efeitos prejudiciais aos animais como diarreia e desequilíbrios no organismo, que podem levar a redução da biodisponibilidade de outros minerais, além de não melhorarem sua concentração no sangue e provocarem poluição ambiental (KIEFER, 2005).

Usualmente os minerais são fornecidos para os animais com adição nas rações sob suas formas salinas, que normalmente possuem menor custo. Porém, quando se trata de maior biodisponibilidade os microminerais da forma orgânica tem se mostrado melhores em relação às fontes inorgânicas. Partindo do pressuposto de que são mais facilmente absorvidos e retidos pelo organismo dos suínos, conseqüentemente as fontes orgânicas podem atuar com mais facilidade melhorando o desempenho animal e reduzindo a excreção dos microminerais que potencialmente poluem o ambiente (ASSIS et al., 2008).

Atualmente existe uma crescente preocupação com o poder poluente dos dejetos, de modo que, pesquisas têm sido direcionadas para a avaliação de fontes orgânicas de minerais. Diante disso, estão sendo realizados diversos estudos a fim de determinar menores níveis de diferentes fontes minerais que possam ser adicionadas à ração, melhorando o desempenho animal e diminuindo a excreção nas fezes e na urina (MUNIZ, 2007).

## **CAPÍTULO II**

### **AVALIAÇÃO DE FONTES DE COBRE SOBRE O DESEMPENHO DE LEITÕES DE 24 A 70 DIAS DE IDADE**

---

Elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

## RESUMO

Realizou-se esse trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de fontes de cobre sobre o desempenho de leitões dos 24 aos 70 dias de idade. O estudo foi conduzido no Setor de Suinocultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, *campus* Santa Teresa. Foram utilizados 96 leitões, com 24 dias de idade. Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e oito repetições. Todos os tratamentos continham antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) e a inclusão ou não de fonte inorgânica ou comercial de cobre. A fase de crescimento foi subdividida em três períodos de: 24 a 35, 36 a 49 e 50 a 70 dias de idade. Os tratamentos representados pela dieta basal foram constituídos da seguinte forma: T1 – com AMD e sem fonte de cobre; T2 – com AMD e fonte inorgânica de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ); T3 – com AMD e fonte orgânica de cobre A (Metionina + Cu); T4 – com AMD e fonte comercial de cobre B (Cloreto de Cu). A inclusão ou não das fontes de cobre nas dietas dos leitões não influenciaram ( $p > 0,05$ ) nas variáveis de desempenho dos animais, nos períodos de 24 a 49 e 36 a 49 dias de idade. Houve diferença significativa para a conversão alimentar no período de 24 a 35 dias de idade, sendo o melhor valor com a inclusão da fonte de cobre orgânico A em comparação com a fonte comercial de cobre B. Nos períodos de 24 a 70 e 50 a 70 dias os animais que receberam o tratamento contendo cobre orgânico proveniente da fonte A obtiveram maior peso final e ganho de peso em relação aos tratamentos T1 e T2, sendo que, que no período de 24 a 70 dias de idade a fonte A de cobre orgânico proporcionou uma melhora de 1,235 kg no peso final dos animais em relação à fonte B. A inclusão da fonte orgânica de cobre A aumentou o peso final e conseqüentemente o ganho de peso dos animais no período total de estudo (de 24 a 70 dias de idade). A inclusão de ADM e fonte orgânica de cobre na dieta de leitões de 24 a 70 dias de idade proporcionou melhor desempenho para os animais na fase de creche.

**Palavras-chave:** antibiótico, micro mineral, performance, quelato, suíno.

## ABSTRACT

We conducted this study with the objective of evaluating the effect of sources of copper on the performance of pigs 24 to 70 days old. The study was conducted at the pig farm of Federal Institute of Education, Science and Technology of Espírito Santo, Santa Teresa campus. 96 piglets were used at 24 days old. The treatments were distributed in a completely randomized design with four treatments and eight replicates. All treatments contained antibiotic performance enhancers (AMD) and the inclusion or not of inorganic or commercial source of copper. The growth phase was divided into three periods of 24 to 35, 36 to 49 and 50 to 70 days old. The treatments represented by the basal diet were made up as follows: T1 - with AMD and without source of copper, T2 - with AMD and inorganic source of copper (CuSO<sub>4</sub>), T3 – with AMD and organic source of copper A (Methionine + Cu), T4 - with AMD and commercial source of copper B (Cu chloride). The inclusion or not of copper sources in the diets of piglets did not affect ( $p > 0,05$ ) in the variable performance of the animals during the periods of 24 to 49 and 36 to 49 days old. There was a significant difference in feed conversion in the period from 24 to 35 days old, with the best value with the inclusion of the organic source of copper A compared to the commercial source of copper B. In periods from 24 to 70 and 50 to 70 days, the animals that received treatment containing organic copper from source A obtained higher final weight and weight gain in relation to T1 and T2 treatments and that within 24 to 70 days old the source of organic copper A provided an improvement of 1,235 kg on the final weight of the animals compared to B source. The inclusion of organic source of Copper A increased the final weight and consequently the weight gain of the animals in the total study period (24 to 70 days old). The inclusion of AMD and organic source of copper in diets of piglets from 24 to 70 days old showed better performance for the animals in the nursery phase.

**Keywords:** antibiotic, micro mineral, performance, chelate, swine.

## INTRODUÇÃO

Com o aumento da indústria de produção suína no Brasil, a busca por uma forma de produção mais eficiente e com menor custo para o produtor tem crescido a cada dia. Para isso, pesquisas têm sido realizadas em busca de ingredientes que possam ser adicionados às rações a fim de melhorar as características zootécnicas dos animais, sem comprometimento do produto final.

O uso de antimicrobianos nas rações como aditivos, tem proporcionado uma diminuição no índice de mortalidade, além de melhoria no desempenho produtivo dos animais (NETO & ALMEIDA, 2011).

Outros ingredientes que vem sendo adicionados nas rações de suínos são os microminerais, que também tem apresentado efeito promotor de crescimento. Eles desempenham um papel vital e importante na nutrição animal, principalmente fazendo parte dos materiais estruturais, constituintes dos tecidos moles e das células, além de regularem muitos dos processos biológicos vitais. Ocorrem naturalmente na maioria dos ingredientes alimentares, mas a quantidade e a biodisponibilidade variam consideravelmente, por isso em algumas vezes se faz necessária a sua adição nas dietas (ACDA & CHAE, 2002).

Um micromineral essencial na nutrição de suínos é o cobre, que é exigido em níveis de 4 a 6 ppm de adição na dieta (NRC, 1998). Além de estar sendo muito estudado para sua utilização como promotor de crescimento, especialmente na dieta de leitões recém-desmamados, quando adicionados em níveis superiores aos exigidos pelos animais. A utilização do cobre na nutrição de suínos para a promoção do crescimento pode ser justificada em função do baixo custo deste elemento, quando comparado a outros agentes antimicrobianos (LIMA & MIYADA, 2003).

São variadas as fontes de cobre utilizadas na nutrição animal. Segundo Pontes & Llobet (1995), a utilização de fontes inorgânicas de cobre nas rações são consideradas as melhores a fim de suplementar o aporte natural dos alimentos, uma vez que elas apresentam boa disponibilidade. Aoyagi & Baker



(1993) concluíram que a biodisponibilidade de cobre no farelo de soja é em torno de 38%, no glúten de milho 48% e no farelo de algodão 41%.

Realizou-se esse trabalho com o objetivo de avaliar o efeito de fontes de cobre sobre o desempenho de leitões dos 24 aos 70 dias de idade.

## MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi protocolado junto a Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (CEUA-CTA), sob o número 003/2013, e foi aprovado por esta comissão antes de ser iniciado. Durante o decorrer do estudo os animais foram tratados de acordo com as normas de padrão de bem-estar animal.

O estudo foi conduzido no Setor de Suinocultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES, *campus* Santa Teresa, Espírito Santo. Foram utilizados 96 leitões mestiços (48 machos castrados e 48 fêmeas) de linhagem genética comercial Agroceres PIC<sup>®</sup>, com 24 dias de idade. O experimento teve duração de 46 dias. Os leitões foram alojados em baias, medindo 1,0 x 1,20 m (1,2 m<sup>2</sup>), piso plástico vazado, 2,50 m de pé direito, cobertura com telha de fibrocimento sem amianto, providas de comedouros em alumínio fundido e, bebedouros tipo chupeta.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e oito repetições cada. A baia contendo três animais foi considerada uma unidade experimental. As rações experimentais foram elaboradas à base de milho e de farelo de soja e suplementadas com aminoácidos industriais, para atender as necessidades nutricionais dos suínos na fase de crescimento (ROSTAGNO et al., 2011). A fase de crescimento foi subdividida em três períodos, sendo eles de: 24 a 35, 36 a 49 e 50 a 70 dias de idade (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual da dieta basal para suínos em função de sua fase de crescimento

Ingredientes	Idade dos leitões, dias		
	24 a 35	36 a 49	50 a 70
Milho	46,650	55,530	68,390
Farelo de soja	25,000	25,990	27,310
Plasma suíno	2,000	1,000	0,000
Óleo de Soja	0,000	0,000	0,730
Carbonato de Cálcio (CaCO <sub>3</sub> )	0,470	0,630	0,790
Fosfato Bicálcico	1,560	1,510	1,510
Cloreto de sódio	0,350	0,480	0,460
Óxido de Zinco	0,220	0,150	0,000
L - Lisina HCl 79%	0,250	0,260	0,350
L - Treonina 98%	0,080	0,070	0,090
Metionina - MHA	0,170	0,130	0,120
Premix Vitamínico <sup>1</sup>	0,150	0,150	0,150
Premix Mineral <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100
Açúcar	3,000	1,500	0,000
Leite em pó	20,000	12,500	0,000
Composição nutricional calculada			
Energia Metabolizável, kcal/kg	3543	3405	3230
Proteína bruta, %	21,50	20,20	18,20
Metionina + Cistina digestíveis, %	0,780	0,700	0,610
Lisina digestível, %	1,400	1,250	1,090
Treonina digestível, %	0,880	0,790	0,690
Triptofano digestível, %	0,250	0,220	0,200
Isoleucina digestível, %	0,860	0,790	0,680
Valina digestível, %	1,020	0,910	0,750
Cálcio, %	0,850	0,820	0,770
Fósforo disponível, %	0,500	0,450	0,380
Sódio, %	0,350	0,280	0,280
Lactose, %	8,000	5,000	0,000

<sup>1</sup> Mistura vitamínica - Rovimix, Suínos Crescimento - Vit. A: 10.000.000 U.I.; Vit. D3: 1.000.000 U.I.; Vit. E: 15.000 U.I.; Vit. B1: 3,0 g; Vit. B6: 1,5 g; Vit. B12: 22,0 mg; Ácido nicotínico (*Nicotinic acid*): 22,0 g; Ácido pantotênico (*Pantotenic acid*): 12 g; Vit. K3: 25 g; Ácido fólico (*Folic acid*): 0,6 g; Biotina (*Biotin*): 0,1 g; Vit. C: 30,0 g; Antioxidante (*Antioxidant*): 30 g e Excipiente q.s.p.: 1.000 g.

<sup>2</sup> Mistura de minerais - Rologomix, Suínos – Fe: 90 g; Cu: 10 g; Co: 2 g; Mn: 40 g; Zn: 2 g e Excipiente q.s.p.: 500 g.

Os tratamentos representados pela dieta basal foram constituídos da seguinte forma: tratamento 1 (T1) – com adição de antibiótico melhorador de desempenho (AMD) e sem fonte de cobre, tratamento 2 (T2) – com AMD e fonte inorgânica de cobre (CuSO<sub>4</sub>), tratamento 3 (T3) – com AMD e fonte

orgânica de cobre A (Metionina + Cu), tratamento 4 (T4) – com AMD e fonte comercial de cobre B (Cloreto de Cu). As concentrações de metionina e de cobre nos ingredientes foram consideradas ao compor as dietas experimentais, de acordo com o Quadro 1, e de acordo com os tratamentos dietéticos descritos no Quadro 2.

Quadro 1. Conteúdo nutricional das fontes de cobre

Fonte de Cobre	Metionina (g/kg)	Cobre(g/kg)
Fonte A (Metionina + Cu)*	780	150
CuSO <sub>4</sub> (Sulfato de Cu)	0	250
Fonte B (Cloreto de Cu)*	0	580

\*Informações do fabricante do produto comercial.

Quadro 2. Níveis de cobre de acordo com o tratamento

Tratamentos	CuSO <sub>4</sub>	Fonte A	Fonte B
1	-	-	-
2	160 mg/kg de Cu	-	-
3	-	*150/80/50 mg/kg	-
4	-	-	160 mg/kg de Cu

\*Foram adicionados na dieta 150 mg/kg de Cu de 24 a 35 dias, 80 mg/kg de Cu de 36 a 49 dias e, 50 mg/kg de Cu de 50 a 70 dias.

Utilizou-se um programa antimicrobiano contendo halquinol e amoxicilina ou a sua associação, de acordo com o descrito no Quadro 3.

Quadro 3. Programa de antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) em função do período de crescimento dos leitões

Antibiótico	24 a 35 dias	36 a 49 dias	50 a 70 dias
Halquinol	120 mg/kg	120 mg/kg	120 mg/kg
Amoxicilina	-	250 mg/kg	-

A água e as rações experimentais foram fornecidas à vontade aos animais. Os animais, o fornecimento e as sobras das rações foram pesados ao início e no final de cada período de crescimento (24 a 35, 36 a 49 e 50 a 70

dias de idade), para o cálculo do ganho de peso, consumo de ração e, conversão alimentar, que seria corrigida para leitões que viessem a óbito.

As variáveis de desempenho foram determinadas de acordo com os cálculos abaixo:

● Ganho de peso (GP):

$$GP = PMF - PMI$$

Onde:

GP - ganho de peso (kg);

PMF - peso médio final dos suínos (kg);

PMI – peso médio inicial dos suínos (kg).

● Consumo de ração (CR):

CR = ração pesada no início (kg) – sobra de ração no final do período (kg)

● Conversão alimentar (CA):

$$CA = \frac{CR}{GP}$$

Em que:

CR = consumo de ração (kg);

GP = ganho de peso (kg).

Os resultados foram analisados utilizando o programa estatístico Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG), versão 9.1, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa (2007). Os dados de desempenho (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar) foram submetidos à análise da variância, nos períodos de 24 a 35, 36 a 49, 50 a 70, 24 a 49 e 24 a 70 dias

de idade. Suas médias foram comparadas através do teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à adição de antibióticos melhoradores de desempenho (AMD) e das fontes de cobre nas dietas dos leitões em todos os períodos analisados, são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Desempenho zootécnico de leitões alimentados com dieta contendo antibiótico melhorador de desempenho, com ou sem inclusão de fontes de cobre

Variável	AMD	AMD + CuSO <sub>4</sub>	AMD + Fonte A	AMD + Fonte B	p	CV, %
<u>Ganho de peso</u> (kg/dia)						
24 a 35 dias de idade	3,818	3,873	3,917	3,666	0,4074	10,04
36 a 49 dias de idade	6,215	6,150	6,357	6,147	****	7,40
50 a 70 dias de idade	10,531 <sup>b</sup>	11,447 <sup>ab</sup>	12,708 <sup>a</sup>	11,918 <sup>a</sup>	0,0258	11,00
24 a 49 dias de idade	10,033	10,023	10,273	9,813	****	6,70
24 a 70 dias de idade	20,883 <sup>b</sup>	21,470 <sup>b</sup>	22,982 <sup>a</sup>	21,730 <sup>ab</sup>	0,0426	6,27
<u>Consumo de ração</u> (kg/dia)						
24 a 35 dias de idade	4,563	4,645	4,622	4,513	****	9,33
36 a 49 dias de idade	9,916	9,458	9,667	9,965	****	5,70
50 a 70 dias de idade	21,448	21,440	22,852	22,411	****	9,30
24 a 49 dias de idade	14,478	14,103	14,289	14,478	****	6,12
24 a 70 dias de idade	35,927	35,543	37,142	36,890	****	6,43
<u>Conversão alimentar</u>						
24 a 35 dias de idade	1,20 <sup>ab</sup>	1,21 <sup>ab</sup>	1,18 <sup>a</sup>	1,24 <sup>b</sup>	0,0468	4,52
36 a 49 dias de idade	1,60	1,54	1,54	1,62	****	7,43
50 a 70 dias de idade	2,06	1,89	1,84	1,91	0,1869	12,50
24 a 49 dias de idade	1,44	1,41	1,40	1,48	0,1643	5,41
24 a 70 dias de idade	1,72	1,66	1,63	1,71	0,2517	6,73

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey.

p – nível de significância; CV - coeficiente de variação.

Houve diferença significativa entre os tratamentos em relação ao ganho de peso dos animais no período de 50 a 70 dias de idade, bem como no período total de estudo (24 a 70 dias de idade). Sendo que, no período de 50 a 70 dias de idade os tratamentos com a inclusão de fonte de cobre (T2, T3 e T4) apresentaram melhor ganho de peso dos animais em comparação com o tratamento sem a inclusão de fonte de cobre (T1), na alimentação de suínos na fase de creche. Em relação ao período total estudado (24 a 70 dias de idade) o tratamento contendo fonte comercial orgânica de cobre A (Metionina + Cu) apresentou melhor ganho de peso, diferenciando significativamente dos tratamentos com a inclusão de fonte inorgânica de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) e sem a inclusão de fonte de cobre (T1).

Já, em relação a variável consumo de ração, a inclusão ou não das fontes de cobre nas dietas dos leitões não influenciaram significativamente entre os tratamentos, em nenhum dos períodos analisados, inclusive no período total (24 a 70 dias de idade).

Porém, a conversão alimentar foi significativamente melhor no tratamento com a inclusão da fonte A de cobre orgânico (Metionina + Cu), em comparação com tratamento contendo a fonte comercial de cobre B (Cloreto de Cu).

Sabe-se que o modo de ação do cobre como agente promotor de crescimento ainda não está bem definido, mas já é comprovado que ele apresenta uma ação antimicrobiana, além de uma possível ação metabólica ou sistêmica, para a promoção do crescimento de leitões recém-desmamados (LIMA & MIYADA, 2003). Isso pode explicar o fato dos tratamentos com a inclusão de fontes de cobre proporcionarem melhores valores para ganho de peso e conversão alimentar.

Vários estudos foram realizados com a adição de fontes inorgânicas de cobre, em especial na forma de sulfato ( $\text{CuSO}_4$ ), na dieta de leitões recém-desmamados (BELLAYER et al., 1981; MENTEN et al., 1992; COFFEY et al., 1994; VEUM et al., 2004). Porém, alguns estudiosos têm comprovado que o uso de fontes orgânicas de cobre apresentam solubilidade e disponibilidade adequadas na alimentação animal, para proporcionar o ótimo desenvolvimento dos animais, sem elevar o custo de produção, sendo melhores que as fontes

inorgânicas (WARD et al., 1997; LIMA & MIYADA, 2003; GATTÁS & BARBOSA, 2004; MUNIZ et al., 2010; HAUSCHILD et al., 2012).

Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Menten et al. (1992), que conduziram dois experimentos a fim de investigar a necessidade de suplementar a biotina na dieta de leitões pós-desmame quando o cobre foi adicionado como promotor de crescimento. No experimento I foi constatada uma interação entre a biotina e o cobre no ganho de peso dos animais, sendo que a biotina promoveu uma melhora de 10% na ausência de cobre, e o cobre resultou no aumento de 16% na ausência da biotina. Além disso, houve uma melhora de 7% na conversão alimentar dos animais que receberam ração suplementada com cobre. No experimento II não foram detectadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ).

Do mesmo modo, Hauschild et al. (2012) em um experimento comparando dieta basal com e sem a adição de soro de leite fermentado + Cu e Zn complexados a aminoácidos, na dieta de leitões aos 21 dias de idade, encontraram ganho de peso superior em todas as fases do estudo (0 a 14, 15 a 28 e 29 a 42 dias de idade), e conversão alimentar 8% melhor no tratamento com a adição de soro de leite fermentado + Cu e Zn complexados a aminoácidos na dieta de leitões, nos primeiros 14 dias de experimento (até os 35 dias de idade).

Comportamento similar também foi observado por Veum et al. (2004), que concluíram que a adição do cobre na forma de sulfato (inorgânico) na proporção de 250 ppm na dieta de leitões em crescimento, apresentou valores de desempenho semelhantes aos animais que receberam a ração contendo 50 ou 100 ppm de cobre na forma orgânica (proteinato). Além disso, a excreção de Cu nos tratamentos contendo cobre orgânico (50 e 100 ppm) foi de 77 e 61% menor quando comparado com a dieta contendo cobre inorgânico (250 ppm).

Em contrapartida, Stansbury et al. (1990), utilizando diferentes fontes de cobre, em níveis de suplementação que variavam de 0 ou 125 mg/kg de Cu na forma inorgânica ( $\text{CuSO}_4$ ), de 62 mg/kg ou 125 mg/kg de Cu na forma de quelato (Cu-EDTA) e de 32, 62 ou 125 mg/kg de Cu na forma de quelato (Cu-

polissacarídeo), não encontraram diferenças significativas para as variáveis de desempenho de leitões recém-desmamados.

Ainda em oposição ao presente estudo estão os resultados encontrados por Brainer et al. (1998), que testaram a adição de cobre inorgânico (sulfato de cobre) em comparação com o cobre orgânico (citrato cúprico) nas dietas basais de frangos de corte, em diferentes fases, onde não foram observados efeitos significativos dessa suplementação em comparação com à dieta controle para as variáveis, ganho de peso e conversão alimentar.

Baseado ainda nesses resultados, Creech et al. (2004) não encontraram diferenças significativas no desempenho dos animais nas fases de creche e crescimento, quando compararam dois tratamentos, sendo: adição de minerais inorgânicos (Zn, Cu, Fe, Mn, Se) na dieta controle, em maiores níveis do que os recomendados para os animais, e, dieta controle contendo níveis inferiores dos minerais quelatados (forma orgânica).

Resultados semelhantes foram encontrados por Lima & Miyada (2003), utilizando 80 leitões desmamados no período de 28 dias pós-desmame, divididos em cinco tratamentos: ração controle, ração controle suplementada com 200 ppm de cobre na forma de sulfato de cobre (inorgânico), ou ração controle contendo 50, 100 ou 150 ppm de cobre na forma de citrato cúprico (orgânico). Onde, não foram observadas diferenças estatísticas para nenhuma das variáveis de desempenho dos animais em todo o período experimental.

Entretanto, esses resultados divergem dos encontrados por Lee et al. (2001), quando compararam fontes inorgânicas de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) e Zn ( $\text{ZnSO}_4$ ), com fontes orgânicas (Cu e Zn complexados à aminoácidos) adicionadas as dietas de leitões, onde não foram identificadas diferenças significativas nas variáveis: consumo de ração e ganho de peso no período de 24 a 38 dias de idade. Em contrapartida, considerando o período total de estudo, os leitões alimentados com rações contendo 170 ppm de cobre e 120 ppm de zinco na forma de sulfato e, 85 e 60 ppm de cobre e zinco respectivamente sob a forma orgânica apresentaram resultados semelhantes para a conversão alimentar, concluindo que os minerais de fontes orgânicas podem ser usados em menores níveis apresentando resultados de



desempenho semelhantes àqueles contendo altos níveis de minerais sob a forma inorgânica.

Em contradição, Muniz et al. (2010) em um experimento com 90 animais aos 21 dias de idade, e com o objetivo de comparar os efeitos da adição de cobre orgânico ou inorgânico nas dietas de leitões durante 40 dias de experimento, encontraram efeito quadrático sobre o consumo de ração nos períodos de 0 a 31 e 0 a 40 dias pós-desmame, determinado com a adição dos níveis crescentes de cobre orgânico nas dietas, porém, não foi observado diferença na conversão alimentar quando comparados os tratamentos com cobre orgânico ou inorgânico durante todo o decorrer do estudo, bem como no período de 0 a 17 dias sobre o consumo de ração e ganho de peso diário.

## CONCLUSÃO

A inclusão da fonte orgânica de cobre A (Metionina + Cu) aumentou o ganho de peso dos animais no período total de estudo (de 24 a 70 dias de idade), além disso, os tratamentos com a inclusão de fontes de cobre (T2, T3 e T4) apresentaram valores de ganho de peso superiores quando comparados ao tratamento sem a inclusão de fonte de cobre (T1).

A conversão alimentar, para o período de 24 a 35 dias de idade, foi melhor com o tratamento contendo a fonte orgânica de cobre A (Metionina + Cu).

A inclusão de fonte orgânica de cobre A (Metionina + Cu) na dieta de leitões de 24 a 70 dias de idade proporcionou melhor desempenho para os animais na fase de creche.

## REFERÊNCIAS

- ACDA, S. P. & CHAE, B. J. A Review on the Applications of Organic Trace Minerals in Pig Nutrition. *Pakistan Journal of Nutrition*. 1 (1): 25-30, 2002.
- AOYAGI, S. & BAKER, D. H. Nutritional evaluation of copper-methionine complex for chicks. *Poultry Science*, v. 72, p. 2309-2315, 1993.

- ASSIS, M. M.; THOMAZ, M. C.; PASCOAL, L. A. F., et al. Microminerais sob a forma orgânica em dietas para leitões desmamados sobre o desempenho e incidência de diarreia. Publicado por Suino.com, 2008. Disponível em: <http://www.suino.com.br/NutricaoNoticia.aspx?codigoNot=43049>. Acesso: 28 de Agosto de 2013.
- BELLAVER, C.; GOMES, P. C.; SOBESTIANSKY, J.; et al. O cobre como promotor do crescimento em suínos. Comunicado Técnico. EMBRAPA–CNPSA, 31, p. 1-3, Novembro, 1981.
- BELLAVER, C. O uso de microingredientes (aditivos) na formulação de dietas para suínos e suas implicações na produção e na segurança alimentar. Facultad de Ciencias Veterinarias da Universidad de Buenos Aires, Universidad Nacional de Rio Cuarto e Embrapa Suinos e Aves. In: Congresso Mercosur de Producción Porcina. Buenos Aires, p. 93-108, 2000.
- BRAINER, M. M. A.; MENTEN, J. F. M.; VALE, M. M., et al. Efeitos do citrato cúprico como promotor de crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. Anais... Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia. p. 315-317, 1998.
- BRUMANO, G. & GATTÁS, G. Implicações sobre o uso de antimicrobianos em rações de monogástricos. Revista Eletrônica Nutritime, v. 6, n° 3, p. 953-959, Maio/Junho, 2009.
- BUDIÑO, F. E. L.; JÚNIOR, F. G. C.; OTSUK, I. P. Adição de frutoligossacarídeo em dietas para leitões desmamados: desempenho, incidência de diarreia e metabolismo. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, n. 10, p. 2187-2193, 2010.
- COFFEY, R. D.; CROMWELL, G. L.; MONEGUE, H. J. Efficacy of a copper-lysine complex as a growth promotant for weanling pigs. Journal of Animal Science, v. 72, n. 11, p. 2880-2886, 1994.
- CREECH, B. L.; SPEARS, J. W.; FLOWERS, W. L., et al. Effect of dietary trace mineral concentration and source (inorganic vs. chelated) on performance, mineral status, and fecal mineral excretion in pigs from weaning through finishing. Journal of Animal Science, v. 82, p. 2140–2147, 2004.
- GATTÁS, G. & BARBOSA, F. F. Cobre na nutrição de aves e suínos. Revista Eletrônica Nutritime, v. 1, n° 3, p. 117-133, Novembro/Dezembro, 2004.
- HAESE, D. & SILVA, B. A. N. Antibióticos como promotores de crescimento em monogástricos. Revista Eletrônica Nutritime, v. 1, n° 1, p. 07-19, Julho/Agosto, 2004.

- HAUSCHILD, L.; LOVATTO, P. A.; LEHNEN, C. R.; et al. Alimentação de leitões com dietas contendo soro de leite fermentado mais zinco e cobre orgânico. *Archivos de Zootecnia*, v. 61, n. 233, p. 72, 2012.
- JONGBLOED, A. W. & LENIS, N. P. Environmental concerns about animal manure. *Journal of Animal Science*, 76: 2641-2648, 1998.
- JÚNIOR, F. I. A.; FERREIRA, A. S.; DONZELE, J. L.; et al. Níveis de plasma sanguíneo em dietas pós-desmame para leitões desmamados aos 28 dias de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 5, p. 843-849, 2009.
- KIEFER, C. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 2, n° 3, p. 206-220, Maio/Junho, 2005.
- KORNEGAY, E. T. THOMAS, H. R., KRAMER, C. Y. Effect on subsequent feedlot performance of rotating or withdrawing dietary antibiotics from swine growing and finishing rations. *Journal of Animal Science*, v. 41, n. 6, p. 1555-1562, 1975.
- LEE, S. H.; CHOI, S. C.; CHAE, B. J., et al. Evaluation of metal-amino chelated and complexes at various levels of copper and zinc in weanling pigs and broiler chicks. *Journal of Animal Science*, v. 14, p. 1734-1740, 2001.
- LEESON, S. & SUMMERS, J. D. *Commercial Poultry Nutrition*. 3 rd edition. Nottingham University Press, 2005.
- LIMA, I. A. V. & MIYADA, V. S. Cobre orgânico e inorgânico como promotores do crescimento de leitões recém-desmamados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 32, n. 6, p. 1657-1662, 2003.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Tabela de aditivos antimicrobianos, anticoccidianos, e agonistas autorizados na alimentação animal, 2008. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/alimentacao/aditivos/aditivos-autorizados>. Acesso em 15 de agosto de 2013.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA, 2013. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/suinos>. Acesso em 15 de agosto de 2013.
- MENTEN, J. F. M.; KU, P. K.; MILLER, E. R. Efeitos da suplementação de alto nível de cobre e de biotina na dieta de suínos de 8 a 20 kg. *Scientia Agricola*, Piracicaba – SP, 49 (1): 163-166, 1992.
- MUNIZ, M. H. B.; BERTO, D. A.; HAUPTLI, L.; et al. Fontes orgânicas e inorgânicas de zinco e cobre como melhoradores de desempenho em leitões desmamados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 9, p. 1999-2005, 2010.

- MUNIZ, M. H. B. Minerais de fontes orgânicas em dietas de leitões desmamados. Dissertação de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Botucatu – SP, 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of swine. 10.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, p. 189, 1998.
- NETO, J. P. Considerações Gerais sobre o Uso de Agentes que Alteram a Produção Animal. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIKI, S. L.; BERNARDI, M. M. Farmacologia Aplicada a Medicina Veterinária. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 409-417, 2011.
- NETO, J. P. & ALMEIDA, R. T. Antimicrobianos como Aditivos em Animais de Produção. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIKI, S. L.; BERNARDI, M. M. Farmacologia Aplicada a Medicina Veterinária. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 608-629, 2011.
- NÉVOA, M. L.; JÚNIOR, J. G. C.; CORRÊA, G. S. S., et al. Desempenho e características bioquímicas de leitões submetidos a dietas com aditivos probióticos, prebióticos, simbióticos e antibióticos. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 65, n. 2, p. 447-454, 2013.
- NOBRE, P. T. C., BUTOLO, E. A. F., BUTOLO, J. E. Biodisponibilidade do cobre no sulfato de cobre pentahidratado (P.A.) e no sulfato de cobre pentahidratado (comercial). Conferência APINCO de ciências e tecnologia avícola – Curitiba, p. 53-54, 1995.
- PONTES, M. P. & LLOBET, J. A. C. Alimentación de las Aves, Real Escuela de Avicultura, p. 506, 1995.
- RODRIGUES, V. V.; CANTARELLI, V. S.; AMARAL, N. O., et al. Nutrient reduction in rations with phytase for growing pigs. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, n. 2, p. 370-376, 2011.
- ROSTAGNO, H. S.; BUNZEN, S.; SAKOMURA, N. S., et al. Avanços metodológicos na avaliação de alimentos e de exigências nutricionais para aves e suínos. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, suplemento especial, p. 295-304, 2007.
- STANSBURY, W. F.; TRIBBLE, L. F.; ORR JR., D. E. Effect of chelated copper sources on performance of nursery and growing pigs. Journal of Animal Science, v. 68, n. 5, p. 1318-1322, 1990.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). 2007. S.A.E.G. (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas). Viçosa, MG (Versão 9.1).
- VASSALO, M.; FIALHO, E. T.; OLIVEIRA, A. I. G.; et al. Probióticos para leitões dos 10 aos 30 kg de peso vivo. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 26, n. 1, p. 131-138, 1997.

VEUM, T. L.; CARLSON, M. S.; WU, C. W.; et al. Copper proteinate in weanling pig diets for enhancing growth performance and reducing fecal copper excretion compared with copper sulfate. *Journal of Animal Science*, v. 82, n. 4, p. 1062-1070, 2004.

WARD, T. L.; ASCHE, G. L.; POLLMANN, S. Organic trace minerals examined in starter diets. *Feedstuffs*, n. 26, p. 13-16, 1997.