**ESTUDO DE ALTOS NÍVEIS DE COBRE ORGÂNICO E
INORGÂNICO COMO PROMOTORES DO CRESCIMENTO DE
LEITÕES**

ISABEL ALFONSO VIEIRA LIMA

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. VALDOMIRO SHIGUERU MIYADA

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia, Área de Concentração: Ciência Animal e
Pastagens.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Julho - 1999

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Lima, Isabel Alfonso Vieira

Estudo de altos níveis de cobre orgânico e inorgânico como promotores do crescimento de leitões / Isabel Alfonso Vieira Lima. - - Piracicaba, 1999.

51 p.

Dissertação (mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.
Bibliografia.

1. Citrato cúprico 2. Crescimento animal 3. Composto orgânico de cobre 4. Desempenho animal 5. Dieta animal 6. Leitão 7. Nutrição animal 8. Ração para suíno 9. Sulfato de cobre I. Título

CDD 636.4085

AOS MEUS DOIS AMORES, CLAUDIO E ARTHUR

E

À MEMÓRIA DE MEUS PAIS, JOÃO PEDRO E GRACINDA,

DEDICO ESTE TRABALHO

AGRADECIMENTOS :

À CAPES, pela concessão da Bolsa durante o curso;

Ao Prof. Dr. Valdomiro Shigueru Miyada, pela confiança e orientação;

Ao Prof. Dr. José Fernando Machado Menten, pelo auxílio e sugestões;

Aos funcionários do Setor de Suinocultura do Departamento de Produção Animal da ESALQ (Srs. Pires e Ventura);

Aos estagiários do Setor de Suinocultura do Departamento de Produção Animal da ESALQ, Márcia e Eros, pelo auxílio na implantação e no transcorrer da fase de campo do experimento;

Aos colegas de turma José Aparecido, Marcos e Alcester, pelo auxílio na confecção das rações do experimento;

Ao Zootecnista Paulo de Tarso Cardoso Nobre, pelo auxílio e sugestões.

À empresa M CASSAB, pelo fornecimento da lactose, soro de leite e plasma, utilizados nestes experimento;

À empresa SUPRE MAIS, em nome do Prof. Dr. José Eduardo Butolo pelo auxílio e colaboração, bem como pelo fornecimento do premix vitamínico e mineral;

À empresa Goldschmidt Chemical Specialities, pelo fornecimento do citrato cúprico.

Ao Sr Wanderlei Bresciani e aos funcionários do Sítio Santo André, pela ajuda no fornecimento dos animais;

Aos amigos da empresa SUPRE MAIS, que de uma forma ou outra, contribuíram para a realização deste;

A todos aqueles, que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e que não estão aqui citados, o meu agradecimento.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	vi
RESUMO.....	vii
SUMMARY.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Cobre e rações complexas na produção de suínos	3
2.2. Solubilidade das fontes de cobre.....	6
2.3. Modo de ação do cobre.....	9
2.3.1. Efeito na economia de nutrientes.....	10
2.3.2. Efeito de proteção – redução na produção de amônia.....	11
2.3.3. Efeito metabólico.....	12
2.4. Interação cobre x zinco.....	15
2.5. Altos níveis de zinco para controle de diarreia pós- desmame de leitões.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5. CONCLUSÃO.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	30
APÊNDICE.....	42

LISTA DE TABELAS

TABELA N°.	Página
1 Composição percentual e valores calculados das dietas basais.....	21
2 Médias das características de performance dos leitões em recria alimentados com ração contendo sulfato de cobre e níveis crescentes de citrato cúprico – 1 a 14 dias.....	24
3 Médias das características de performance dos leitões em recria alimentados com ração contendo sulfato de cobre e níveis crescentes de citrato cúprico – 15 a 28 dias.....	24
4 Médias das características de performance dos leitões em recria alimentados com ração contendo sulfato de cobre e níveis crescentes de citrato cúprico – 1 a 28 dias.....	25

ESTUDO DE ALTOS NÍVEIS DE COBRE ORGÂNICO E INORGÂNICO COMO PROMOTORES DO CRESCIMENTO DE LEITÕES

Autora : ISABEL ALFONSO VIEIRA LIMA

Orientador : Prof. Dr. VALDOMIRO SHIGUERU MIYADA

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo avaliar a eficácia do cobre orgânico (citrato cúprico) comparado ao inorgânico (sulfato de cobre penta-hidratado), como agente promotor do crescimento de leitões alimentados com uma ração complexa.

Foram utilizados 80 leitões (40 machos castrados e 40 fêmeas) obtidos do cruzamento de fêmeas Agrocères F1 com machos terminadores Agrocères 405, desmamados aos $21 \pm$ dias de idade com peso médio inicial de 6,85 kg. Os tratamentos consistiram de uma ração basal constituída de milho, farelo de soja, lactose, leite em pó desnatado e plasma sanguíneo (controle), ou essa ração basal com 200 ppm de Cu proveniente de sulfato de cobre penta-hidratado, ou 50, 100 e 150 ppm de Cu provenientes do citrato cúprico. Nos primeiros 14 dias experimentais, todas as rações continham 2500 ppm de Zn na forma de óxido de zinco. Água e ração farelada foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental de 28 dias. Os animais foram alojados em 20

gaiolas metálicas suspensas com dimensão de 1,50 x 1,20 m, sendo que cada uma continha bebedouro e comedouro automáticos. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições por tratamento e quatro leitões (2 machos castrados e 2 fêmeas) por unidade experimental (baia). As pesagens dos animais e o cálculo do consumo de ração, ganho diário de peso e conversão alimentar foram feitas semanalmente. Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos para o ganho diário médio de peso, consumo diário médio de ração e para a conversão alimentar média dos leitões nos diversos períodos considerados. Mesmo após o desdobramento dos graus de liberdade do fator nível de Cu orgânico em seus componentes individuais, não foi detectado qualquer efeito do Cu sobre a performance dos leitões.

Assim, não ficou evidenciada a atividade promotora do crescimento dos altos níveis de Cu orgânico (citrato cúprico) ou inorgânico (sulfato de cobre penta-hidratado) em leitões recém-desmamados alimentados com ração complexa.

HIGH DIETARY LEVELS OF ORGANIC AND INORGANIC COPPER AS GROWTH PROMOTERS OF WEANLING PIGS

Author : ISABEL ALFONSO VIEIRA LIMA

Adviser: Prof. Dr. VALDOMIRO SHIGUERU MIYADA

SUMMARY

An experiment was conducted to evaluate high dietary levels of organic and inorganic Cu, respectively, cupric citrate and copper sulfate, as growth promoters of weanling pigs fed complex diet. Eighty crossbred weanling pigs (40 castrated males and 40 females), averaging 6,85 kg initial weight and 21 ± 2 days of age, were assigned to 5 treatments in a randomized complete block design based on genetic group, sex and live weight. The treatments consisted in a basal diet of corn soybean meal, lactose, dried skim milk and spray dried porcine plasma meal (control), or the basal diet containing 200 ppm of inorganic Cu (as $\text{Cu SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), or 50, 100 and 150 ppm of organic Cu (as $\text{C}_6\text{H}_4\text{Cu}_2\text{O}_7$). The basal diet was supplemented with 2500 ppm of Zn (as ZnO) during the first 14 days of experimental period. Pigs were housed in 20 pens with 4 pigs (2 castrated males and 2 females) per pen (experimental unit) and 4 replications per treatment. Feed and water were given *ad libitum* to pigs during all 28-day experimental period. Pigs were weighed individually and the data of feed intake/pen were

registered every week. Average daily gain, daily feed intake and feed conversion were not affected ($P > 0,05$) by high dietary levels of copper. Therefore, high dietary levels of organic, as cupric citrate, and inorganic, as copper sulfate, did not show any growth promoter effect on weanling pigs fed complex diet.

1. INTRODUÇÃO

O cobre (Cu) é classificado nutricionalmente como um micromineral essencial. Por mais de 40 anos ele vem sendo estudado e adicionado às rações de suínos, como promotor do crescimento, principalmente na fase pós-desmame, em doses muito superiores às exigidas pelos leitões. Inúmeros trabalhos têm demonstrado melhora na conversão alimentar, aumento no ganho de peso e redução da mortalidade quando elevados níveis deste micromineral são incorporados às dietas dos leitões.

Estudos também demonstram que a eficácia na ação promotora do crescimento deste micromineral é dependente da solubilidade do sal de cobre em água, bem como da disponibilidade biológica da fonte.

A adição do sulfato de Cu penta-hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) na concentração de 125 a 250 ppm de Cu na ração tornou-se uma recomendação clássica de uso, devido à sua comprovada atividade promotora do crescimento de suínos. Pesquisas recentes estão sendo feitas com a finalidade de avaliar novas fontes de Cu, principalmente aquelas de forma orgânica, aparentemente mais biodisponíveis do que as formas inorgânicas. O citrato cúprico ($\text{C}_6\text{H}_4\text{Cu}_2\text{O}_7$) vem ser uma destas fontes, cujo estudo prévio com frangos de corte mostrou-se tão ou mais eficiente do

que o sulfato de Cu penta-hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$).

• O uso de rações complexas com inclusão de 2500 a 3000 ppm de Zn, nos primeiros 14 dias após o desmame de leitões aos 21 dias de idade, tornou-se prática usual na maioria das granjas brasileiras que adota o sistema de criação intensivo. Avaliações econômicas e técnicas indicam que os gastos superiores do uso de uma ração complexa é compensado pela redução nos quadro de diarreia fisiológica, menor taxa de mortalidade nos primeiros dias pós-desmame, bem como, um melhor desempenho obtido durante todo o período subsequente de criação.

O principal objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficácia de altos níveis de Cu, na forma de citrato cúprico, como agente promotor do crescimento de leitões em comparação ao sulfato de cobre penta-hidratado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cobre e rações complexas na produção de suínos

O Cu é classificado como um micromineral essencial e a sua exigência para suínos jovens está em torno de 6 ppm na ração (NRC, 1998).

Nos últimos 40 anos, inúmeras pesquisas comprovaram que elevados níveis dietéticos de Cu apresentam uma atividade promotora do crescimento. As pesquisas tornaram-se mais consistentes a partir de meados da década de 50 e início de 60, sendo que neste período Barber et al. (1955), Bunch et al. (1961) e Hawbaker et al. (1961) já constataram a eficiência do sulfato de Cu penta-hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) como agente promotor do crescimento de suínos, quando utilizado em concentrações de 125 a 250 ppm de Cu na ração.

Os resultados de desempenho de suínos, obtidos nos trabalhos com elevados níveis de Cu na ração, apresentam uma certa semelhança. Compilando 12 experimentos realizados na Universidade de Kentucky entre 1978 e 1983, Cromwell (1991) verificou uma melhora média de 24% no ganho de peso e 9,7% na conversão alimentar. Os resultados das pesquisas no Brasil não se

distanciam daqueles obtidos no exterior. Possobon (1991) observou 24,5% de melhora no ganho diário de peso e 3,1% na conversão alimentar e Menten (1995) obteve melhora de 34% e 8,7% para os mesmos parâmetros, com uma dieta à base de milho e farelo de soja.

O conceito de uso de dietas complexas para leitões data da década de 60. Bayley & Carlson (1970); Lepine et al. (1991); Meade et al. (1969); Okai et al. (1976) e Zimmermann & Khajarern (1973) foram unânimes em afirmar que as dietas complexas estimulam um maior consumo de ração pelos leitões e, conseqüentemente, se obtém melhor desempenho.

Ball & Aherne (1987) observaram uma interação significativa entre idade do desmame e dieta, sendo que dietas complexas estimularam o ganho de peso de leitões desmamados aos 21 dias de idade. As mesmas respostas não foram obtidas para aqueles desmamados aos 28 dias de idade. Estes dados foram confirmados por Berto et al. (1997).

A maioria dos trabalhos citados nesta revisão, que avaliaram o Cu como promotor do crescimento de leitões, utilizou dietas dos leitões baseadas em milho e farelo de soja. Menten (1995) salientou que o uso de uma dieta simples é mais adequada por permitir a expressão do agente promotor do crescimento. Mais recentemente, pesquisadores passaram a analisar o comportamento deste mineral em dietas com ingredientes de maior digestibilidade e melhor palatabilidade. Edmonds et al. (1985) verificaram que a adição de 250 ppm de Cu na forma de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, em rações à base de milho e soja proporcionou uma consistente melhora no ganho de peso de leitões, particularmente, na primeira semana pós-desmame. Porém, quando adicionou 25% de soro de leite em pó à dieta, não se observou uma resposta significativa à adição do

cobre como agente promotor do crescimento. Smith et al. (1997), também, não observaram diferenças no ganho diário de peso e consumo de ração de leitões desmamados aos 13 dias de idade que receberam dieta complexa enriquecida com 250 ppm de Cu.

• O interesse pelo uso do Cu é devido ao seu baixo custo comparado ao dos antibióticos. Além disso, atualmente vários países, tanto das Américas como os da União Européia, estão sofrendo restrições quanto ao uso de aditivos antimicrobianos, devido a possibilidade do desenvolvimento de resistência bacteriana a determinados antibióticos e quimioterápicos, existindo ao mesmo tempo uma resistência cruzada em relação a outros antibióticos empregados nos seres humanos (Muirhead, 1998).

Recentemente, uma nova questão vem sendo levantada junto ao meio científico e diz respeito à poluição ambiental decorrente do excesso de cobre presente nas fezes, bem como na água de esgotos no abate de animais que recebem altas doses deste mineral. Para tanto, as pesquisas estão sendo feitas com o intuito de se obterem fontes mais biodisponíveis, que possam promover sistematicamente uma melhora no desempenho e reduzir a deposição do Cu no solo e água. Pesti & Bakalli (1996) avaliaram o citrato cúprico em dietas para aves de corte, comparado ao sulfato de Cu penta-hidratado e concluíram que o citrato cúprico pode ser utilizado em níveis inferiores ao sulfato, com a mesma eficiência como promotor do crescimento e com uma redução na quantidade de cobre na cama. Os resultados de desempenho obtidos neste experimento foram posteriormente confirmados por Konjufca et al. (1997) e Ewing et al. (1998).

2.2. Solubilidade das fontes de cobre

O interesse pela avaliação das fontes de cobre surgiu paralelamente às pesquisas que estudaram este mineral como agente promotor do crescimento.

Underwood (1977) afirmou que, nos monogástricos, o Cu é absorvido principalmente na parte anterior do intestino delgado, região de pH ácido. A sua magnitude de absorção é dependente da espécie e “status” animal, da presença de outros compostos na dieta (fitatos, Ca, Zn, Fe, Pb e S) e da forma química que o cobre é consumido. No geral, a absorção é baixa, sendo que 5 a 10% do Cu consumido é absorvido e retido. Assim, em condições normais, cerca de 90% ou mais do Cu ingerido aparece nas fezes. A maioria do Cu fecal é Cu dietético não absorvido. Porém, parte é proveniente da bile que é a principal via de excreção cúprica. McDowell (1992) complementou afirmando que a homeostase é afetada pela taxa de absorção do Cu que, por sua vez, é regulada pela mucosa intestinal. Existe uma forte evidência de que a absorção do Cu é regulada pela necessidade do organismo e que a metalotioneína nas células epiteliais do intestino é a responsável por esta regulação. O mecanismo de absorção do Cu parece ser dependente do grau de saturação do meio. Quando o meio está saturado observa-se o transporte ativo e em meio insaturado têm-se a difusão passiva.

Para avaliação das potenciais fontes de Cu destinadas à nutrição animal, os pesquisadores dispõem da técnica da biodisponibilidade, onde se quantifica o teor do mineral presente no fígado de animais previamente alimentados com uma ração contendo níveis elevados do Cu. Ledoux et al. (1991) afirmaram

que a grande vantagem deste método deve-se ao fato de as diferenças entre as fontes poderem ser detectadas com poucas observações.

Cromwell et al. (1989) sugeriram que a solubilidade em água de uma fonte de cobre é a medida para sua eficiência como promotor do crescimento e uma fonte solúvel apresenta boa biodisponibilidade, concluindo que biodisponibilidade e efeito promotor do crescimento estão correlacionados.

Os sulfatos, carbonatos, cloretos, óxidos e inúmeros complexos orgânicos de Cu têm sido reportados como efetivos promotores do crescimento. Porém, observa-se variação no desempenho dos animais de acordo com a forma oferecida. Bunch et al. (1961) foram um dos primeiros a comparar o sulfato de Cu ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) ao óxido cúprico (CuO), onde constataram que as duas fontes melhoraram significativamente o ganho de peso de leitões. Esta pesquisa foi contestada por Cromwell et al. (1989), onde os autores observaram que o desempenho e a concentração do Cu no fígado de leitões suplementados com CuO foi muito inferior à obtida no lote suplementado com $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, demonstrando que o CuO é ineficiente como promotor do crescimento.

A comparação da biodisponibilidade de diversas fontes de Cu fez com que Baker et al. (1991) verificassem uma eficácia de 115,15% para um complexo Cu-lisina, 92,5% para o CuO_2 e de -1,7% para o CuO , considerando como padrão 100% do $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.

A avaliação do cloreto de cobre tribásico, feita por Miles et al. (1998), permitiu que os autores concluíssem que a biodisponibilidade desta fonte varia entre 90 até 106% em relação

ao sulfato de cobre penta-hidratado.

A superioridade das fontes orgânicas em relação às fontes inorgânicas do Cu foi confirmada por Zhou et al. (1994a) que verificaram melhora no ganho de peso de leitões quando utilizaram rações suplementadas com Cu-lisina em relação àqueles que receberam sulfato de Cu penta-hidratado .

Os resultados, obtidos por Pesti & Bakalli (1996) com o uso do citrato cúprico para frangos de corte, estimularam o interesse por novos estudos, para avaliação do comportamento deste produto tanto para aves como para suínos. Ewing et al. (1998) também confirmaram a eficiência do citrato cúprico, oxicloreto de Cu e do sulfato de Cu penta-hidratado como agentes promotores do crescimento para frangos de corte, sendo que as melhores respostas de ganho de peso e conversão alimentar se deram com o uso do citrato cúprico.

O citrato cúprico ($C_6H_4Cu_2O_7$), cuja nomenclatura química vem a ser 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico sal ácido de cobre, é uma fonte orgânica de Cu, preparado via interação quente de soluções de sulfato de cobre e citrato de sódio. Apresenta peso molecular de 315,18 e 22,86% de C, 1,28% H, 40,32% Cu e 35,53% de O. Sua cor é verde, quando hemipentahidratado, forma de cristal e é inodoro (The Merck Index, 1983). O citrato cúprico também pode apresentar-se na forma monohidratado, sendo que a concentração aproximada é de 36,5 a 37,7% Cu e peso molecular 342, de coloração azulada e é menos higroscópico que a forma hemipentahidratado (Goldschmidt Chemical Specialities¹)

¹ TH. GOLDSCHMIDT INDUSTRIECHEMIKALIEN GmbH
Mülheimer Str. 16-22, D- 68219 Mannheim/Germany

2.3. Modo de ação do cobre

Todas as pesquisas feitas até então com o Cu têm como finalidade, direta ou indireta, elucidar o seu modo de ação como agente promotor do crescimento. Elliot & Amer (1973) afirmaram que a ação promotora do crescimento do cobre foi inicialmente atribuída à atividade antimicrobiana, similar a dos antibióticos. Porém, nem o sítio exato, nem o mecanismo de ação foram esclarecidos. Menten (1995) complementou que desde o início do uso de agentes antimicrobianos como promotores do crescimento de animais, se reconheceu que a resposta obtida era decorrente de sua ação sobre a microflora intestinal e que uma das linhas mais convincentes é o fato de aves e suínos isentos de qualquer contaminação (“germe-free”) não têm seu crescimento melhorado, quando recebem ração suplementada com estes aditivos. Shurson et al. (1990) observaram alterações nas características intestinais e uma ligeira intoxicação de leitões “germe-free” alimentados com ração suplementada com 250 ppm de Cu. Os autores sugeriram que leitões na condição “germe-free” podem absorver mais eficientemente ou apresentam uma baixa exigência ou habilidade de utilização do excesso do Cu. Etheridge et al. (1984 a,b) verificaram que o tipo de dieta altera a microflora intestinal de leitões recém-desmamados, sendo que rações à base de milho e soja induzem um aumento do número de bactérias e coliformes. Já Bunch et al. (1961) obtiveram uma alteração na microflora intestinal com o uso de sulfato de Cu na ração de leitões, sendo que as mais consistentes mudanças deram-se na concentração de microrganismos aeróbicos e anaeróbicos. Comparando agentes antimicrobianos em doses subterapêuticas,

Radecki et al. (1990) não observaram efeito do Cu, carbadox ou tetraciclina sobre o número de bactérias totais no conteúdo do jejuno ou do colo de leitões. Em sua revisão, Visek (1978) afirmou que há uma forte evidência de que os agentes antimicrobianos podem induzir uma alteração na proporção da população bacteriana ou mesmo de mudança no metabolismo das bactérias e não redução delas.

O Cu participa da respiração celular, formação óssea, funções cardíacas, desenvolvimento do tecido conectivo, mielinização das células nevossas, queratinização e pigmentação dos tecidos. É também um componente essencial de inúmeras importantes metaloenzimas, incluindo as citocromo oxidases, lisil oxidase, superóxido desmutase e tirosinase (Mc Dowell, 1992). Estas importantes funções no metabolismo animal, bem como as respostas obtidas nos diversos trabalhos levaram muitos autores a concluir que o Cu como agente promotor do crescimento poderia estar atuando de forma mais ampla do que ser apenas um agente antimicrobiano.

Wallace (1970) afirmou que seriam três os principais modos de ação dos agentes promotores do crescimento: economia de nutrientes, efeito metabólico e controle de doenças subclínicas. Os fatores estudados e que são determinantes para entender o modo de ação do Cu serão citados a seguir.

2.3.1. Efeito na economia de nutrientes

Medir a taxa de retenção do nitrogênio (N) e a digestibilidade dos nutrientes são duas opções para avaliação da

eficiência de um agente promotor do crescimento. Comparando o uso de 55 ppm de carbadox e níveis crescentes de Cu, Roof & Mahan (1982) concluíram que o carbadox estimula a retenção de N em leitões, sendo que o mesmo resultado não foi obtido com o Cu, já que nem a dose de 250 ppm de Cu foi efetiva no estímulo ao ganho de peso. Por outro lado, Dove (1995) verificou que 250 ppm de Cu promoveram uma melhora significativa na retenção de N, digestibilidade aparente da matéria seca, tanto em dietas com baixo teor de gordura como aquela enriquecida com 5% de gordura animal.

Outra metodologia aplicada vem a ser aquela que mede as alterações na taxa de oxigênio gasto pelo trato digestivo, pâncreas e baço do animal teste. Yen & Nienaber (1993) observaram que 250 ppm de Cu não foi eficaz na redução da demanda energética do trato digestivo de marrãs, concluindo que são outros os efeito promotores de crescimento que exerce este mineral em suínos.

2.3.2. Efeito de proteção - redução na produção de amônia

A amônia (NH_3) é uma substância tóxica produzida geralmente pela flora intestinal dos animais. A síntese da amônia dá-se pela ação da urease (uma enzima sintetizada por microrganismo ou plantas) sobre a uréia que por sua vez é obtida pela deaminação de aminoácidos ou pela ação de outros compostos nitrogenados. Verificou-se que animais, recebendo altas doses ou mesmo níveis subterapêuticos de antibióticos, tiveram a concentração de amônia do intestino e da veia porta reduzida

(Visek, 1978). A suplementação de dietas de leitões com 250 ppm de Cu permitiu Menten et al. (1988) verificarem uma tendência de redução do conteúdo de amônia no jejuno e colo transverso. Por outro lado, no sangue portal observou-se uma menor concentração da amônia, resultado semelhante àquele obtido por Yen & Nienaber (1993). Tais resultados refletem o decréscimo da hidrólise da uréia e, conseqüentemente, redução na produção de amônia pelos microrganismos intestinais. Menten (1995) observou uma redução de cerca de 20% na concentração de amônia na veia porta. Para a concentração de amônia no conteúdo intestinal não foram obtidos resultados similares aos citados anteriormente, sendo que o autor recomenda cautela na interpretação destes dados face a possíveis problemas ligados à coleta das amostras.

2.3.3. Efeito metabólico

O comprovado efeito promotor do crescimento e as funções bioquímicas, que o Cu exerce no organismo animal, fez com que Dove (1992) levantasse a possibilidade de que os níveis elevados do Cu poderiam melhorar a eficiência de algum sistema enzimático. O efeito sobre o metabolismo de aves e suínos exercido pelas altas doses do Cu está sendo estudado e os resultados obtidos torna consistente a afirmação acima. O fígado e o cérebro são os órgãos que apresentam uma significativa incorporação do excesso de Cu dietético em relação aos demais órgãos e sistemas (Ledoux et al., 1991). Tem-se observado que a enzima superóxido dismutase, uma cuproenzima que tem a finalidade de eliminar os radicais livres do organismo animal,

responde positivamente à suplementação de 250 ppm de Cu na dieta Zhou et al. (1994 b). Assim, o excesso de Cu na dieta, além de ser depositado no fígado e cérebro, também, promove um aumento desta metaloenzima. Zhou et al. (1994a, b) observaram, também, que altos níveis de Cu na dieta estimularam a produção do hormônio do crescimento pela pituitária, gerando a hipótese de que o Cu pode estimular a síntese de GHmRNA e de “possíveis fatores de crescimento” que atuarão em conjunto para a melhoria no desenvolvimento dos suínos.

. Dietas ricas em Cu, também, alteram o metabolismo dos lipídios e promovem uma mudança no tipo do tecido adiposo dos animais. Amer & Elliot (1973), avaliando o toucinho de suínos, observaram um decréscimo da quantidade de ácidos graxos saturados em relação aos insaturados, quando do uso de 250 ppm de Cu nas fases de crescimento e terminação. O mesmo nível de Cu fez com que Myres & Bowland (1973) verificassem uma redução na deposição de gordura na carcaça de suínos. Bakalli et al. (1995) observaram que 250 ppm Cu reduziu tanto a síntese de glutathione como a deposição de colesterol no plasma e gordura do peito de frangos. Os autores concluíram que esta mudança é decorrente da redução da glutathione pois é ela que regula a biossíntese do colesterol pela ativação da enzima 3-hidroxi-3-metilglutaril coenzima A redutase. Pesti & Bakalli (1996) e Konjufca (1997) verificaram que as alterações no metabolismo dos lipídios são dependentes da fonte e níveis de Cu utilizados, sendo que a redução do colesterol hepático, plasmático e muscular se dá com o uso de 63 ppm Cu na forma de citrato cúprico e 180 ppm Cu na forma de sulfato de Cu penta-hidratado.

Leitões desmamados aos 21 e 28 dias de idade são incapazes de utilizar eficientemente dietas ricas em gordura (Cera

et al., 1988, 1989; Howard et al., 1990 e Lawrence & Maxwell, 1983). A significativa melhora no ganho de peso, bem como as alterações na proporção dos ácidos graxos séricos de leitões, alimentados com dietas contendo 250 ppm de Cu e 5% de gordura animal, permitiram que Dove & Haydon (1992) concluíssem que o Cu tem um importante papel na utilização e possivelmente no metabolismo das gorduras dietéticas e que seu efeito promotor do crescimento pode estar relacionado com as alterações na concentração dos ácidos graxos das células ou no aumento da digestibilidade ou absorção destes ácidos graxos pelo trato digestivo.

Sabe-se que o consumo de alimento é um dos fatores limitantes para o bom desenvolvimento de leitões (Okai et al., 1976) e que o uso de dietas com níveis elevados de Cu estimulam o consumo de ração pelos suínos (Cromwell et al., 1989; Dove & Haydon, 1991, 1992; Dove, 1995; Roof & Mahan, 1982; Stahly et al., 1980 e Zhou et al., 1994b).

Zhou et al. (1994a) observaram que o efeito promotor do crescimento do Cu é significativamente reduzido quando os leitões sofreram uma restrição alimentar, levando os autores a sugerirem que um dos principais efeitos do Cu vem a ser justamente no estímulo do consumo.

Doses crescentes de histidinato de Cu foram injetadas em leitões desmamados e verificou-se nestes animais a mesma resposta no aumento do ganho de peso, consumo de ração e variações metabólicas comparada com aquela obtida com os que recebiam Cu via dieta. Com este experimento Zhou et al. (1994b) estabeleceram a hipótese de “ação sistêmica” do cobre como agente promotor do crescimento.

2.4. Interação cobre x zinco

Underwood (1977) comentou que muitas discrepâncias observadas, quando se utilizam altos níveis de Cu, devem-se à concentração de Zn e Fe existente na dieta basal. Estes minerais competem entre si desde os sítios de absorção (onde ligam-se às mesmas proteínas transportadoras) até nas reações metabólicas, onde apresentam afinidade pelas mesmas enzimas. Hill et al. (1996) verificaram uma redução da enzima superóxido desmutase, quando do uso de 3000 ppm de Zn e 250 ppm de Cu em relação ao uso exclusivo da elevada dose do Cu. Tem-se observado que dietas ricas em Cu estimulam um aumento do Zn no fígado (Gipp et al., 1973; Roof & Mahan, 1982; Shurson et al., 1990; Zhou et al., 1994b). Estes resultados são conhecidos desde a década de 60 e já nesta época Ritchie et al. (1963) concluíram que leitões alimentados com excesso de Cu, a menos que recebam uma suplementação de Zn ou Fe, apresentam um quadro de intoxicação. Por outro lado, o estímulo à absorção do Zn provocado pelo Cu faz com que haja uma redução nos sintomas de paraqueratose. Já o Zn suplementar da dieta resulta em redução na concentração do Cu no fígado (Barber et al., 1960). Sendo assim, o Zn pode estar relacionado com a redução do efeito tóxico do Cu, quando níveis elevados deste mineral é oferecido aos suínos (Hanrahan & O'Grady, 1968).

Altos níveis dietéticos de Zn apresentam, normalmente, uma atividade promotora do crescimento. Observam-se melhoras significativas no ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de leitões, quando do uso de 2000 a 3000 ppm de Zn na dieta (Botelho, 1996; Lima et al., 1994; Menten et al.,

1992 e Miyada et al., 1993, 1994).

As dietas complexas podem afetar os resultados de desempenho de leitões suplementados com elevadas doses de Zn. Le Mieux et al. (1996) observaram melhoras efetivas no desempenho de leitões desmamados aos 6,45 kg de peso vivo e alimentados com dieta complexa enriquecida com 3000 ppm de Zn. Já Smith et al. (1997) obtiveram resultados positivos do uso do Zn em dietas complexas, quando os leitões foram desmamados aos 13 dias de idade, mas não quando o desmame foi aos 21 dias de idade.

O uso conjunto de elevadas doses de Cu e Zn vem sendo estudado há muito tempo. Ritchie (1963) verificou que as combinações de 125 ou 250 ppm de Cu com 100 ppm Zn às rações não são tão eficientes quanto a inclusão de apenas um destes minerais.

Hill et al. (1996) observaram uma significativa ação promotora do crescimento pela inclusão de 3000 ppm de Zn com 250 ppm de cobre. Porém, a resposta não foi aditiva, quando comparada com o uso individual dos minerais. Resultados semelhantes foram obtidos por Smith et al. (1997), com o uso de dieta complexa e desmame aos 13 dias de idade.

2.5. Altos níveis de zinco dietético para o controle de diarreia pós-desmame de leitões

O desmame aos 21-28 dias é uma das principais formas de estresse a que são submetidos os leitões (Etheridge et al., 1984a). A separação da mãe e do leite materno, que é sua principal fonte imunitária (Muller, 1990), a mudança para

instalações, que muitas vezes não apresentam condições satisfatórias de temperatura e umidade (Etheridge et al., 1984a), contaminação microbiana da água, baixo peso médio e desuniformidade da leitegada ao desmame (Brito & Mores, 1992), bem como o fornecimento de rações ricas em alimentos de origem vegetal (Etheridge et al., 1984a) a animais que apresentam uma inadequada atividade enzimática para digerir nutrientes de uma dieta à base de cereais (Zimmerman & Khajarern, 1977), podem gerar um quadro clínico denominado de “síndrome da má absorção” (Kyriakis, 1989). As características principais desta síndrome são as mudanças degenerativas na estrutura das vilosidades intestinais e, conseqüentemente, alterações digestivas com o aumento de excreção de carboidratos, ácidos graxos e fezes aquosas. Bertol & Brito (1995) afirmaram que a “síndrome da má absorção” associada a alterações do pH intestinal e o desequilíbrio no sistema imunológico favorecem a multiplicação de diversos agentes infecciosos e parasitários no intestino delgado do leitão recém-desmamado, levando à alta incidência de diarreia nesta fase. Etheridge et al. (1984b) afirmaram que a baixa digestibilidade das dietas vem ser a causa primordial para o surgimento de diarreia de leitões desmamados entre 21 e 28 dias de idade. Os resíduos não degradados dos alimentos são substratos para intensificação da fermentação pela microflora intestinal, produzindo uma grande quantidade de ácido láctico e ácidos graxos voláteis. Os produtos da fermentação bacteriana associados aos resíduos alimentares não digeridos e não absorvidos, bem como os minerais incrementam a osmolalidade do conteúdo intestinal, levando a uma baixa reabsorção de água e num contínuo influxo de água para o lúmen intestinal, resultando em diarreia. Já Ball & Aherne (1981) verificaram que leitões alimentados com uma ração semi-complexa

apresentaram diarreia significativamente mais severa do que aqueles que receberam ração simples, entendendo assim que a adoção de uma dieta mais digestível não reduz o quadro de diarreia de leitões recém-desmamados.

O uso de 2500 a 3000 ppm de Zn na forma de óxido de Zn (ZnO) é um eficaz agente controlador de diarreia pós-desmame (Bertol & Brito, 1995; Lima et al., 1994 e Menten et al., 1992). O modo de ação do Zn como anti-diarreico deve-se ao efeito inibitório do íon Zn sobre a *Escherichia coli* (Lima et al., 1994), uma vez que Brito et al. (1993) verificaram “in vitro” que o óxido de Zn apresenta um efeito inibidor sobre amostras de *E. coli*, envolvidas em diarreia pós desmame. Kasahara & Anraku (1972; 1974), também, observaram que o íon Zn apresenta um efeito inibitório sobre o sistema oxidase da cadeia respiratória das membranas vesiculares de *E. coli*.

A restrição alimentar é uma prática utilizada na prevenção de diarreia de leitões desmamados precocemente. Bertol & Brito (1995) observaram que este manejo é mais efetivo no controle de diarreia do que o uso de rações à vontade suplementadas com doses elevadas de Cu ou Zn. Já Hill et al. (1996) observaram que a inclusão de elevadas doses do Cu e (ou) do Zn em dietas de leitões recém-desmamados resultou em fezes firmes e mais escuras, principalmente com o uso do cobre.

3 . MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas instalações experimentais do Departamento de Produção Animal da ESALQ-USP - Piracicaba - SP. Foram utilizados 80 leitões, provenientes da Granja Santo André, Capivari - SP, sendo 40 machos castrados e 40 fêmeas, obtidos do cruzamento de fêmeas Agrocères F1 com machos terminadores Agrocères 405. Os leitões foram desmamados aos 21 ± 2 dias de idade e peso médio de 6,85 kg e transferidos imediatamente para as instalações experimentais, dando-se início ao experimento. Durante o período de aleitamento, a partir de 5 dias antes do desmame, os leitões tiveram acesso a uma ração baseada em milho, farelo de soja, soro de leite em pó e açúcar, contendo 2500 ppm de Zn na forma de óxido de zinco. O experimento foi conduzido por quatro semanas, tendo os leitões atingido 18,67 kg de peso médio ao final do período experimental. Dois animais foram eliminados no decorrer do experimento.

Antes do alojamento dos animais, a creche foi limpa e desinfetada, permanecendo vazia por um período aproximado de 90 dias. As instalações experimentais consistiram de uma sala de creche com 20 gaiolas metálicas suspensas com dimensões 1,20 x 1,50 m cada uma. As gaiolas eram providas de comedouro automático e bebedouro tipo chupeta e o piso era parcialmente vazado, sendo que a área adjacente ao comedouro era compacta e a

área adjacente ao bebedouro era metálica e vazada. As gaiolas eram, também, providas de aquecimento complementar, proporcionado por lâmpadas infra-vermelhas de 250 W, que foram mantidas ligadas com a finalidade de manter a temperatura média no interior da sala em torno de 32°C nas primeiras duas semanas e 28°C nas semanas subsequentes.

O período experimental consistiu de duas fases, sendo uma de 01 a 14 dias e outra de 15 a 28 dias. Os tratamentos foram de 5 dietas, sendo uma ração basal (Tratamento CONT). A esta ração basal foi adicionado 200 ppm de Cu na forma de sulfato de Cu penta-hidratado (Tratamento 200 SUL) ou níveis crescentes de 50, 100 e 150 ppm de Cu na forma de citrato cúprico, tratamentos 50 CIT, 100 CIT e 150 CIT, respectivamente. Nos primeiros 14 dias do período experimental todas as rações continham 2500 ppm de Zn na forma de óxido de zinco.

Nas duas fases do período experimental, as dietas foram formuladas para atingir o mínimo ou exceder os níveis recomendados pelo NRC (1998). A composição percentual das rações experimentais, bem como os nutrientes calculados de cada uma delas estão apresentados na Tabela 1. Estas rações foram preparadas em um misturador vertical, sendo 150 kg por tratamento na primeira fase (1-14 dias) e 300 kg por tratamento na segunda fase (15 -28 dias). As inclusões dos diferentes níveis do sulfato de cobre penta-hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) e do citrato cúprico ($\text{C}_6\text{H}_4\text{CuO}_7$) deram-se pela substituição ao caulim existente na pré-mistura, que por sua vez foram processadas num misturador em Y junto com os demais ingredientes da pré-mistura.

O experimento foi em blocos casualizados com 4 repetições por tratamento e com 4 leitões (2 machos castrados e 2 fêmeas) por unidade experimental. Após a chegada na creche

Tabela 1– Composição percentual e valores calculados das dietas basais

Ingredientes	Ração Basal 1 (1-14 dias)	Ração Basal 2 (15 – 28 dias)
Milho	52,88	53,71
Farelo de soja	21,33	23,66
Plasma de sangue	2,00	1,50
Açúcar	4,00	4,00
Calcário	1,11	1,00
Fosfato bicálcico	1,33	1,33
Sal moído	0,30	0,30
Lactose	5,55	5,00
Leite em pó desnatado	10,00	8,00
Pré-mistura	1,50	1,50
Caulim	(0,25)	(0,25)
Milho, veículo	(0,36)	(0,73)
Aroma de baunilha	(0,04)	(0,04)
Óxido de zinco	(0,34)	-----
Cloreto de colina, 50%	(0,05)	(0,05)
L-lisina, HCl ^a	(0,25)	(0,22)
Antioxidante	(0,01)	(0,01)
Suplem. Vitamínico-mineral ^b	(0,20)	(0,20)

Valores Calculados:

Energia metaboliz., kcal/kg	3300	3300
Proteína bruta, %	19,50	19,50
Lisina, %	1,35	1,30
Cálcio, %	0,95	0,90
Fósforo disponível, %	0,46	0,44
Fósforo total, %	0,59	0,58

^aContendo 78% L-lisina

^bSuprindo as seguintes quantidades por kg de ração : Vit. A, 8000 UI; Vit. D₃, 1500 UI; Vit. E, 18 mg; Vit. K₃, 2 mg; Vit. B₁, 1,5 mg; Vit. B₂, 4 mg; Vit B₆, 1,5 mg; Vit B₁₂, 18 mcg; Ácido Fólico, 0,4 mg; Biotina, 0,1 mg; Ácido Pantotênico, 15 mg; Niacina, 30 mg; Selênio, 0,120 mg; Manganês, 45 mg; Ferro, 88 mg; Cobre, 15 mg; Iodo, 1 mg; Zinco, 80 mg

experimental, os animais foram pesados e distribuídos aos blocos de acordo com o peso inicial, sexo e a ninhada de origem.

Os leitões receberam ração e água à vontade durante todo o período experimental. Foram realizadas semanalmente as pesagens individuais dos leitões e os registros do consumo de ração no período, calculando-se para os períodos intermediários e para o período total os dados relativos ao ganho diário médio de peso (GDP), consumo diário médio de ração (CDR) e conversão alimentar média (CA).

Os dados de performance foram submetidos à análise de variância PROC GLM (General Linear Models) do SAS (Statistical Analysis System, 1993). Além disso, os graus de liberdade do fator nível de Cu orgânico na ração foi decomposto em seus componentes individuais de regressão, através dos polinômios ortogonais. Adicionalmente, as médias de todos os cinco tratamentos foram, também, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das características de performance dos leitões em recria alimentados com ração contendo sulfato de cobre e níveis crescentes de citrato cúprico, referentes aos períodos experimentais de 1 a 14 dias, 15 a 28 e 1 a 28 dias, são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 2, 3 e 4. Os resultados detalhados por semana se encontram nas Tabelas A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8 e A9 do Apêndice. Foi tomado o período inicial de duas semanas porque esta fase pós-desmame é crítica ao desempenho dos leitões e, conseqüentemente, é quando a resposta aos promotores de crescimento normalmente é mais pronunciada (Menten, 1995). Neste período foi incluído 2500 ppm de Zn com a finalidade de evitar a ocorrência de um possível quadro de diarreia fisiológica. Considerando que elevados níveis de Zn na dieta podem afetar a resposta do Cu como agente promotor do crescimento, foi avaliado o período de 15 a 28 dias, onde, nesta fase, a inclusão do mineral Zn atingiu apenas a exigência nutricional. A avaliação do período de 1 a 28 dias representa o desempenho dos leitões na fase de creche.

Para as três variáveis analisadas não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os tratamentos em quaisquer fases do período experimental.

Tabela 2- Médias das características de performance dos leitões em recria alimentados com ração contendo sulfato de cobre e níveis crescentes de citrato cúprico – 1 a 14 dias.

Item	Tratamentos					CV ^a %
	CONT	200 SUL	50 CIT	100 CIT	150 CIT	
No. de animais	16	15	16	15	16	
GDP (g)	311	281	311	243	287	14,54
CDR (g)	458	446	491	384	451	12,75
CA	1,48	1,65	1,58	1,54	1,57	12,83

^a Coeficiente de Variação, %

Tabela 3- Médias das características de performance dos leitões em recria alimentados com ração contendo sulfato de cobre e níveis crescentes de citrato cúprico – 15 a 28 dias.

Item	Tratamentos					CV ^a %
	CONT	200 SUL	50 CIT	100 CIT	150 CIT	
No. de animais	16	15	16	15	16	
GDP (g)	549	601	568	520	547	8,11
CDR (g)	941	1009	954	884	955	8,53
CA	1,72	1,71	1,68	1,68	1,75	9,22

^a Coeficiente de Variação, %

Tabela 4- Médias das características de performance dos leitões em recria alimentados com ração contendo sulfato de cobre e níveis crescentes de citrato cúprico – 1 a 28 dias.

Item	Tratamentos					CV ^a %
	CONT	200 SUL	50 CIT	100 CIT	150 CIT	
No. de animais	16	15	16	15	16	
GDP (g)	430	441	440	382	417	8,35
CDR (g)	700	727	722	634	703	9,23
CA	1,62	1,68	1,64	1,63	1,68	6,41

^a Coeficiente de Variação, %

As diferenças não significativas entre as médias dos tratamentos podem estar relacionadas com o tipo de dieta utilizado. Resultados semelhantes foram obtidos por Edmonds et al. (1985) e Smith et al. (1997), que em função da maior digestibilidade da dieta, menor foi o efeito do Cu como agente promotor do crescimento para leitões. Zhou et al. (1994a) sugeriram que o maior efeito do Cu como agente promotor do crescimento deve-se ao estímulo de consumo de alimento. O mesmo efeito é obtido com o uso de dietas complexas (Bayley & Carlson, 1970; Lepine et al., 1991; Meade et al., 1969; Okai et al., 1976 e Zimmerman & Khajarern, 1973).

Roura et al. (1992) afirmaram que as contaminações microbianas, decorrentes do uso de instalações inadequadas e com pouca higiene, podem levar os animais a um quadro denominado de “estresse imunológico”, onde os nutrientes destinados ao crescimento de órgãos e tecidos são desviados em favor da ativação

do sistema imunológico, sendo que uma das formas de atuação dos agentes antimicrobianos como promotores do crescimento vem a ser a redução deste quadro. Apesar das muitas teorias do modo de ação do Cu na melhoria do desempenho de aves e suínos, há fortes evidências de que elevadas doses deste mineral atuam sobre os microrganismos (Bunch et al., 1961; Elliot & Amer, 1973; Menten, 1995 e Shurson et al., 1990). Os resultados deste experimento podem estar relacionados com este mecanismo de ação. O período de 90 dias de vazio sanitário, a excelente qualidade das instalações, bem como as práticas de desinfecção adotadas podem ter gerado um ambiente com baixa concentração de microrganismos patogênicos. A falta de desafio microbiano pode ter reduzido a ativação do sistema imunológico e, conseqüentemente, o Cu não conseguiu expressar sua capacidade promotora do crescimento.

Considerando a fase de 1 a 14 dias observa-se que o GDP do tratamento 50 CIT foi semelhante ao CONT. Mesmo não sendo estatisticamente significativo ($P > 0,05$), o GDP dos demais tratamentos foram inferiores ao CONT sendo - 9,65% com o uso de 200 SUL, -21,86% com 100 CIT e -7,72% com 150 CIT. A CA do tratamento 200 SUL foi 11,48% pior que o CONT. Os demais tratamentos também apresentaram uma pior CA quando comparadas ao CONT na proporção de -6,75% para 50 CIT, -4,05% para 100 CIT e -6,08% para 150 CIT. Foi observado, também, que todos os tratamentos, exceto 50 CIT, apresentaram menor CDR comparados ao CONT, sendo -2,62% com o uso de 200 SUL e -16,15%, -1,53% para os respectivos 100 CIT e 150 CIT.

A inclusão de 2500 ppm de Zn em todos os tratamentos da fase de 1 a 14 dias proporcionou resultado próximo aos obtidos por Hill et al. (1996), Ritchie et al. (1963) e Smith et al. (1997), onde o uso conjunto de níveis elevados de Cu e Zn não

propiciaram tanta eficiência no desempenho de leitões quanto o uso exclusivo do Zn como agente promotor do crescimento. Smith et al. (1997) estabeleceram a hipótese de que a inclusão de até 3000 ppm de Zn, em dietas com 250 ppm Cu para leitões, induz a redução do Cu livre no organismo animal em decorrência do aumento da quantidade de metalotioneína corpórea. A redução do Cu livre no organismo e a implantação de um possível desequilíbrio Zn:Cu inibem o metabolismo de carboidratos e lipídios, resultando numa redução da performance dos animais.

No intervalo de 15 a 28 dias também não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) no desempenho dos animais submetidos aos diversos tratamentos. Porém, para a variável GDP, o tratamento 200 SUL foi numericamente superior (9,47%) ao CONT. Para os níveis crescentes de citrato cúprico observou-se que o tratamento 50 CIT foi superior ao CONT, bem como aos demais níveis de citrato. O CDR também foi mais evidente para o tratamento 200 SUL, sendo 7,22% superior ao tratamento CONT. Para a variável CA, observa-se neste período que as obtidas nos tratamentos 50 CIT e 100 CIT foram melhores que o CONT bem como aos demais tratamentos.

Nesta fase, de 15 a 28 dias do período experimental, pode-se verificar que o efeito promotor do crescimento do cobre varia de acordo com as fontes e níveis utilizados (Baker et al., 1991; Cromwell et al., 1989; Pesti & Bakalli, 1996 e Zhou et al., 1994). A eficiência do sulfato de Cu é muito bem documentada na literatura conforme observaram Cromwell et al. (1989). Os resultados desta fase não estão de acordo com aqueles obtidos por Pesti & Bakalli (1996), onde estes autores verificaram que o citrato cúprico é mais eficiente que o sulfato de cobre penta-hidratado como agente promotor do crescimento para frangos de corte.

Mesmo não havendo diferença estatística ($P > 0,05$) para o período de 1 a 28 dias, observa-se que o GDP e CDR dos tratamentos 200 SUL e 50 CIT foram numericamente superiores aos demais. Comparando os níveis crescentes de citrato cúprico, verificou-se uma melhor resposta para o tratamento 50 CIT, seguido do 150 CIT, sendo que o pior desempenho deu-se com o uso de 100 CIT. Estes resultados assemelham-se aos obtidos por Pesti & Bakalli (1996), onde os autores, avaliando níveis crescentes de citrato cúprico em dietas para frangos de corte, encontraram uma melhor resposta no GDP com 125 ppm de Cu, sendo que o efeito de toxicidade deu-se com 250 ppm de Cu. Já numa segunda fase, avaliando o mesmo citrato cúprico, verificaram que 63 ppm de Cu foi significativamente melhor que 125 ppm de Cu. Estas observações possibilitaram a formulação da hipótese de que os níveis de eficiência e toxicidade do citrato cúprico estão bem próximos e aparentemente o Cu na forma de citrato cúprico apresenta maior eficácia a baixos níveis quando comparado com o uso de sulfato de cobre penta-hidratado.

5 . CONCLUSÃO

Baseando-se nos resultados obtidos neste experimento, observa-se que não ficou evidenciada a atividade promotora do crescimento dos altos níveis de Cu orgânico (citrato cúprico) ou inorgânico (sulfato de Cu penta-hidratado) em leitões recém-desmamados alimentados com ração complexa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMER, M.A.; ELLIOT, J.I. Effects of supplemental dietary copper on glyceride distribution in the backfat of pigs. **Canadian Journal Animal Science**, v.53, n.1, p.147-152, 1973.

BAKALLI, R.; PESTI, G.M.; RAGLAND, W.L.; KONJUFCA, V. Dietary copper in excess of nutritional requirement reduces plasma and breast muscle cholesterol of chickens. **Poultry Science**, v.74, n.2, p.360-365, 1995.

BAKER, D.H.; ODLE, J.; FUNK, M.A.; WIELAND, T.M. Research note: bioavailability of copper in cupric oxide, cuprous oxide and in a copper-lysine complex, **Poultry Science**, v.70, n.1, p.177-179, 1991.

BALL, R.O.; AHERNE, F.X. Influence of dietary nutrient density, level of feed intake and weaning age on young pigs.i. performance and body composition, **Canadian Journal Animal Science**, v.67, n.4, p.1093-1103, 1987.

BARBER, R.S.; BRAUDE, R.; MITCHELL, K.G. Antibiotic and copper supplements for fattening pigs. **British Journal of Nutrition**, v.09, n.4, p.378-386, 1955.

BARBER, R.S.; BRAUDE, R.; MITCHELL, K.G. Further studies on antibiotic, copper and zinc supplements for growing pigs. **British Journal of Nutrition**, v.14, p.70-79, 1960.

- BAYLEY, H.S.; CARLSON, W.E. Comparisons of simple and complex diets for baby pigs: effects of form of feed and glucose addition. **Journal Animal Science**, v.30, n.1, p.394-401, 1970.
- BERTO, D.A.; KRONKA, R.N.; THOMAZ, M.A.; KRONKA, S.N. Efeito do tipo de dieta e do sistema de alimentação na fase inicial sobre o desempenho de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.1, p.144 -152, 1997.
- BERTOL, T.A.; BRITO, B.G. Efeito de óxido de zinco x sulfato de cobre com ou sem restrição alimentar, sobre desempenho e ocorrência de diarreia em leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.2, p.279-288, 1995.
- BOTELHO, F.G.A. O zinco como promotor do crescimento de suínos em recria. Piracicaba, 1996. 67p. Dissertação (MS) – “Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BRITO, M.A.V.P.; LIMA, G.J.M.M.; BRITO, J.R.F.; MORES, N. Ação do óxido de zinco sobre amostras de *Escherichia coli* isoladas de suínos com diarreia pós-desmame. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 6., Goiânia, 1993. **Anais**. Goiânia, Associação Brasileira dos Veterinários Especialistas em Suínos, 1993, p.157.
- BRITO, B.G.; MORES, N. Fatores de risco que interferem no desempenho dos leitões pós-desmame em granjas suinícolas do sudeste do Paraná. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE

BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., Lavras, 1992. **Anais.** Lavras, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992, p. 368.

BUNCH, R.J.; SPEER, V.C.; HAYS, V.W.; HAWBAKER, J.H. ; CATRON, D.V. Effects of copper sulfate, copper oxide and chlortetracycline on baby pig performance. **Journal Animal Science**, v.20, n.1, p.723 - 727, 1961.

CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; REINHART, G.A. Weekly digestibilities of diets supplemented with corn oil, lard or tallow by weanling swine. **Journal Animal Science**, v. 66, n.2, p. 1430 - 1437, 1988.

CERA, K.R., MAHAN, D.C.; REINHART, G.A. Apparent fat digestibilities and performance responses of postweaning swine fed diets supplemented with coconut oil, corn oil or tallow. **Journal Animal Science**, v. 67, n.4, p. 2040 - 2047, 1989.

CROMWELL, G.L.; STHALY, T.S. ; MONEGUE, H.J. Effects of source and level of copper on performance and liver copper stores in weanling pigs. **Journal Animal Science**, v.67, n.6, p.2996 - 3002, 1989.

CROMWELL, G.L. Antimicrobial agents. In: MILLER, E.R.; ULLREY, D.E.; LEWIS, A.J. (ed.) **Swine Nutrition**. Butterworth-Heineman, Stoneham, MA., 1991. Cap.19, p.297 - 314.

DOVE, C.R.; HAYDON, K.D. The effect of copper addition to diets with various iron levels on the performance and hematology of

weanling swine. **Journal Animal Science**, v.69, n.3, p. 2013 - 2019. 1991.

DOVE, C.R.; HAYDON, K.D. The effect of copper and fat addition to the diets of weanling swine on growth performance and serum fatty acids. **Journal Animal Science**, v.70, n.1-3, p. 805 - 810, 1992.

DOVE, C.R. The effect of copper level on nutrient utilization of weanling pigs. **Journal Animal Science**, v.73, n.1, p.166 - 171, 1995.

EDMONDS, M.S.; IZQUIERDO, O.A.; BAKER, D.H. Feed additive studies with newly weaned pigs: efficacy of supplemental copper, antibiotics and organic acids. **Journal Animal Science**, v.60, n.2, p. 462 - 469, 1985.

ELLIOT, J.I.; AMER, M.A. Influence of level of copper supplement and removal of supplemental copper from the diet on the performance of growing-finishing pigs and accumulation of copper in the liver. **Canadian Journal Animal Science**, v. 53, n.1, p. 133 - 138, 1973.

ETHERIDGE, R.D.; SEERLEY, R.W.; WYATT, R.D. The effect of diet on performance, digestibility, blood composition and intestinal microflora of weaned pigs. **Journal Animal Science**, v.58, n.6, p. 1396-1402, 1984a.

ETHERIDGE, R.D.; SEERLEY, R.W.; HUBER, T.L. The effect of diet on fecal moisture, osmolarity of fecal extracts, products of

- bacterial fermentation and loss of minerals in feces of weaned pigs. **Journal Animal Science**, v.58, n.6, p.1403-1411, 1984b.
- EWING, H.P.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I.; MENTEN, J.F. Studies on the feeding of cupric sulfate pentahidrate, cupric citrate and copper oxychloride to broiler chickens. **Poultry Science**, v.77, n.3, p.445-448, 1998.
- GIPP, W.F.; POND, W.G.; TASKER, J.; VAN CAMPEN, D.; KROOK, L.; VISEK, J. Influence of level of dietary copper on weight gain, hematology and liver copper and iron storage of young pigs. **The Journal of Nutrition**, v.103, p. 713-719, 1973.
- HANRAHAN, T.J.; O'GRADY, J.T. Copper supplementation of pig diets: the effects of protein level and zinc supplementation of the response to added copper. **Animal Production**, Edinburg, v.10, p. 423-432, 1968.
- HAWBAKER, J.A.; SPEER, V.C.; HAYS, V.W.; CARON, D.V. Effect of copper sulfate and other chemotherapeutics in GROWING SWINE RAIONS. **Journal Animal Science**, v.20, n.1, p. 163-165, 1961.
- HILL, G.M.; CROMWELL, G.L.; CRENSHAW, T.D.; EWAN, R.C.; KNABE, D.A.; LEWIS, A.J.; MAHAN, D.C.; SHURSON, G.C.; SOUTHERN, L.L.; VEUM, T.L. Impact of pharmacological intakes of zinc and (or) copper on performance of weanling pigs. **Journal Animal Science**, v.74, n.1, p.181-181,1996.
/Resumo 300 em **Abstracts**.

HOWARD, K.A.; FORSYTH, D.M.; CLINE, T.R. The effect of an adaptation period to soybean oil additions in the diets of young pigs. **Journal Animal Science**, v.68, n.2, p.678 - 683, 1990.

KASAHARA, M.; ANRAKU, Y. Succinate and NADH oxidase systems of *Escherichia coli* manbrane vesicles. Mechanism of selective inhibition of the systems by zinc ions. **Journal of Biochemistry**, Tokyo, v.76, n.5, p. 967-976, 1974.

KASAHARA, M.; ANRAKU, Y. Inhibition of the respiratory chain of *Escherichia coli* by zinc ions. **Journal of Biochemistry**, Tokyo, v.72, n.3, p.777-781, 1972.

KONJUFCA, V.H.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. Modulation of cholesterol levels in broiler meat by dietary garlic and copper. **Poultry Science**, v.76, n.9, p.1264-1271, 1997.

KYRIAKIS, S.C. New aspects of the prevention and/or treatment of the major stress induced diseases of the early weaned piglet. **Pig News & Information**, Shinfield, v.10, n.2, p.177-181, 1989.

LAWRENCE, N.J.; MAXWELL, C.V. Effects of dietary fat source and level on the performance of neonatal and early weaned pigs. **Journal Animal Science**, vol. 57, n.2, p.936 - 942, 1983.

LEDOUX, D.R.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B.; RAO, P.V. ; MILES, R.D. Estimation of the relative bioavailability of inorganic copper sources for chicks using tissue uptake of copper. **Journal Animal Science**, v.69, n.1, p.215-222, 1991.

- LE MIEUX, F.M.; SOUTHERN, L.L.; WARD, T.L.; BIDNER, T.D. Growth performance of weanling pigs fed excess dietary zinc. **Journal of Animal Science**, v. 74, n.1, p172-172,1996. /Resumo 249 em Abstracts.
- LEPINE, A.J.; MAHAN, D.C. ; CHUNG, Y.K. Growth performance of weanling pigs fed corn-soybean meal diets with or without dried whey at various l-lysine-HCl levels. **Journal Animal Science**, v.69, n.3, p.2026 - 2032, 1991.
- LIMA, G.J.M.M.; MORAES, N.; FIALHO, F.B.; BRITO, A.A.V.P.; GOMES, P.C. Efeito do período de suplementação de zinco na dieta sobre o desempenho de suínos desmamados. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.6, p.949-958, 1994.
- McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego, Califórnia : Ed Academic Press Inc., 1992. Cap.8, p. 176-202 : Copper and molybdenum.
- MEADE, R.J.; RUST, J.W.; MILLER, K.P.; HANKE, H.E.; GRANT, R.S.; VERMEDAHL, L.D.; WASS, D.F.; HANSON, L.E. Effects of protein level sequence and kind of starter on rate and efficiency of gain of growing swine, and on carcass characteristics. **Journal Animal Science**, v.29, n.1, p.303-319, 1969.
- MENTEN, J.F.M. Eficácia, efeito sinérgico e modo de ação de agentes antimicrobianos como promotores do crescimento de suínos. Piracicaba, 1995. 106p. Tese (Livre Docência) – Escola

Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MENTEN, J.F.M.; MIYADA, V.S.; CITRONI, A.R. Suplementação de alto nível de zinco na dieta de leitões. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., Lavras, 1992. **Anais**. Lavras, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992, p.368.

MENTEN, J.F.M.; AMES, N.K.; KU, P.K.; MILLER, E.R. Effects of hig dietary copper on blood and intestinal variables of starter pigs. **Journal Animal Science**. v.66,n.1, 1988. /Resumo 330 em Abstract.1988.

MILES, R.D.; O'KEEFE, S.F.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B. LUO, X.G. The effect of dietary supplementation with copper sulfate or tribasic copper chloride on broiler performance, relative copper bioavailability, and dietary prooxidant activity. **Poultry Science** , v.77, n.3, p.416-425. 1998.

MIYADA, V.S.; MENTEN, J.F.M.; BEDUSCHI NETO, F.; SPERL, E.; FRANÇA, D. Níveis de zinco dietético suplementar como promotor de crescimento de leitões na fase de creche. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., Viçosa, 1994. **Anais**. Viçosa, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994.p.

MIYADA, V.S.; MENTEN, J.F.M; PACKER, I.U.; LAVORENTI, A. Avaliação de níveis crescentes de zinco dietético suplementar como promotor do crescimento de leitões na fase

- de creche. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE RASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., Rio de Janeiro, 1993. **Anais.** Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. p.383.
- MUIRHEAD, S. Future goal is definition of "prudent use for antimicrobials". **Feedstuffs**, v.70, n.17, p.1-5, April, 1998.
- MULLER, E.R. Physiological relationships between microbiological status and dietary copper levels in the pig. **Journal Animal Science** , v.68, n.2, p.1061-1071, 1990.
- MYRES, A.W.; BOWLAND, J.P. Effects of environmental temperature and dietary copper on growth and lipid metabolism in pigs. I. growth, carcass quality, and tissue copper levels. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 53, n.1, p.115-120, 1973.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Subcommittee on swine nutrition. Committee on animal nutrition. Nutrient Requeriments of Swine. 10 ed. Washington, National Academy Press, p.52, 1998.
- OKAI, D.B.; AHERNE, F.X.; HARDIN, R.T. Effects of creep and stater composition on feed intake and performance of young pigs. **Canadian Journal of Animal Science.**, v.56, n.3, p.573-586, 1976.
- PESTI G.; BAKALLI, R.I. Studies on the feeding of cupric sulfate pentahydrate and cupric citrate to broiler chickens. **Poultry**

Science, v. 75, n.9, p.1086-1091, 1996.

POSSOBON, R.M. O cobre como estimulante do crescimento de suínos em recria. Piracicaba, 1990. 55p. Dissertação, (MS) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

RADECKI, S.V.; AMES, N.K.; MILLER, E.R.; YOKOYAMA, M.T. Influence of copper sulfate, carbadox or chlortetracycline supplementation on ammonia and volatile fatty acid production, urea hydrolysis, and bacterial counts in the jejunum and colon of cannulated young pigs. **Research Report 502-Michigan State University Agricultural Experiment Station**, East Lansing, MI. p. 128 -134, 1990.

RITCHIE, H.D.; LUECKE, R.W.; BALTZER, B.V.; MILLER, E.R. ULLREY, D.E.; HOEFFER, J.A. Copper and zinc interrelationships in the pig. **Journal Nutrition**, v.79, p. 117-123, 1963.

ROOF, M.D.; MAHAN, D.C. Effect of carbadox and various dietary copper levels for weanling swine. **Journal Animal Science**, v.55, n.3, p.1109 -1117, 1982.

ROURA, E.; HOMEDES, J.; KLASING, K. Prevention of immunologic stress contributes to the growth permitting ability of dietary antibiotics in chicks. **Journal Nutrition**, v. 122, n.12, p. 2383-2390, 1992.

SHURSON, G.C.; KU, P.K.; WAXLER, G.L.; YOKOYAMA, M.T.;

- MILLER, E.R. Physiological relationships between microbiological status and dietary copper levels in the pig. **Journal Animal Science**, v.68, n.2, p. 1061-1071, 1990.
- SMITH, J.W.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSEN, J.L.; RICHERT, B.T. Effects of the interrelationship between zinc oxide and copper sulfate on growth performance of early-weaned pigs. **Journal Animal Science**, v.75, n.7, p.1861 - 1866, 1997.
- STAHLY T.S.; CROMWELL, G.L.; MONEGUE, H.J. Effects of the dietary inclusion of copper and (or) antibiotics on the performance of weanling pigs. **Journal Animal Science**, v.51, n.3, p.1347-1351, 1980.
- THE MERCK INDEX, Nova Jersey, Merck & Co., Inc. , 10 ed. 1983.
- UNDERWOOD, E.J. **Trace elements in human and animal nutrition**. Fourth Edition. New York, Ed Academic Press, 1977. cap.57, p71-75: Copper.
- WALLACE, H.D. Biological responses to antibacterial feed additives in diets of meat producing animals. **Journal Animal Science**, v.31, n.1, p.1118-1126, 1970.
- WISEK, W.J. The mode of growth promotion by antibiotics. **Journal Animal Science**, v.46, n.3, p.1447 - 1469, 1978.
- YEN, J.T.; NIENABER, J.A. Effects of high-copper feeding on

portal ammonia absorption and on oxygen consumption by portal vein-drained organs and by the whole animal in growing pigs. **Journal Animal Science**, v.71, n.8, p.2157-2163, 1993.

ZHOU, W.; KORNEGAY, E.; LAAR, V.H; SWINKELS J.W.G.M.; WONG, E.A.;LINDEMANN, M.D. The role of feed consumption and feed efficiency in copper- stimulated growth. **Journal Animal Science**, v.72, n.9, p.2385-2394, 1994a.

ZHOU, W.; KORNEGAY, E.T.; LINDEMANN, M.D.; SWINKELS J.W.G.M.; WELTEN, M.K.; WONG, E.A. Stimulation of growth by intravenous injection of copper in weanling pigs. **Journal Animal Science**, v.72, n.9, p. 2395 - 2403, 1994b.

ZIMMERMAN, D.R.; KHAJARERN, S. Starter protein nutrition and compensatory responses in swine. **Journal Animal Science**, v.36, n.1, p.189-194, 1973.

APÊNDICE

Tabela A1. Resultados de performance dos leitões em recria na primeira semana experimental (1 a 7 dias).

Item ^a	Bloco	Tratamentos				
		CONT	200SUL	50CIT	100CIT	150CIT
GDP, g	1	193	207	260	161	210
	2	142	196	250	86	246
	3	210	171	196	200	210
	4	310	246	192	146	178
	Média	214	205	225	151	211
CDR, g	1	264	252	372	236	300
	2	189	257	311	164	317
	3	304	232	264	261	282
	4	343	314	289	175	246
	Média	275	264	309	209	286
CA	1	1.37	1.71	1.43	1.47	1.43
	2	1.33	1.31	1.24	1.71	1.29
	3	1.44	1.35	1.35	1.31	1.34
	4	1.11	1.27	1.50	1.19	1.38
	Média	1.31	1.41	1.38	1.42	1.36

Tabela A2. Resultados de performance dos leitões em recria na segunda semana experimental (8 a 14 dias).

Item ^a	Bloco	Tratamentos				
		CONT	200SUL	50CIT	100CIT	150CIT
GDP, g	1	403	336	382	368	385
	2	357	396	400	260	350
	3	389	389	443	421	360
	4	482	311	364	296	360
	Média	408	358	397	336	364
CDR, g	1	628	662	714	414	632
	2	539	618	632	572	618
	3	664	564	650	704	600
	4	732	668	696	493	614
	Média	641	628	673	546	616
CA	1	1.56	2.04	1.87	1.13	1.64
	2	1.51	1.56	1.58	1.94	1.76
	3	1.71	1.45	1.47	1.67	1.66
	4	1.52	2.15	1.91	1.66	1.71
	Média	1.57	1.80	1.71	1.60	1.69

Tabela A3. Resultados de performance dos leitões em recria na terceira semana experimental (15 a 21 dias).

Item ^a	Bloco	Tratamentos				
		CONT	200SUL	50CIT	100CIT	150CIT
GDP, g	1	485	607	539	525	482
	2	460	464	503	439	464
	3	417	510	467	461	592
	4	492	614	471	478	539
	Média	464	549	495	476	519
CDR, g	1	764	876	928	786	878
	2	739	854	868	767	804
	3	850	828	832	857	961
	4	893	964	814	704	843
	Média	811	880	860	778	872
CA	1	1,57	1,62	1,72	1,49	1,82
	2	1,61	1,84	1,73	1,61	1,73
	3	2,04	1,62	1,78	1,86	1,62
	4	1,81	1,57	1,73	1,47	1,56
	Média	1,76	1,66	1,74	1,61	1,68

Tabela A4. Resultados de performance dos leitões em recria na quarta semana experimental (22 a 28 dias).

Item ^a	Bloco	Tratamentos				
		CONT	200SUL	50CIT	100CIT	150CIT
GDP, g	1	614	803	657	657	578
	2	592	707	675	514	572
	3	664	550	560	610	596
	4	664	553	675	478	557
	Média	634	653	642	565	576
CDR, g	1	936	1272	1064	1022	1039
	2	939	1125	996	991	1011
	3	1172	972	964	1064	1096
	4	1243	1189	1164	886	1014
	Média	1073	1139	1047	991	1040
CA	1	1,53	1,61	1,62	1,55	1,79
	2	1,58	1,59	1,47	1,86	1,77
	3	1,76	1,76	1,72	1,74	1,84
	4	1,87	2,15	1,73	1,85	1,82
	Média	1,68	1,77	1,63	1,75	1,81

Tabela A5. Resultados de performance dos leitões em recria nas duas semanas experimentais (01 a 14 dias).

Item ^a	Bloco	Tratamentos				
		CONT	200SUL	50CIT	100CIT	150CIT
GDP, g	1	298	271	321	264	298
	2	250	296	325	178	298
	3	300	280	319	310	285
	4	396	278	278	221	269
	Média	311	281	311	243	287
CDR, g	1	446	457	543	325	466
	2	364	437	472	395	468
	3	484	398	457	482	441
	4	537	491	493	333	431
	Média	458	446	491	384	452
CA	1	1,49	1,94	1,68	1,23	1,57
	2	1,46	1,47	1,45	1,86	1,57
	3	1,62	1,42	1,43	1,55	1,54
	4	1,35	1,76	1,77	1,51	1,59
	Média	1,48	1,65	1,58	1,54	1,57

Tabela A6. Resultados de performance dos leitões em recria nas três semanas experimentais (01 a 21 dias).

Item ^a	Bloco	Tratamentos				
		CONT	200SUL	50CIT	100CIT	150CIT
GDP, g	1	360	383	394	351	359
	2	320	352	384	265	353
	3	339	357	369	360	388
	4	428	390	342	307	359
	Média	362	371	372	321	365
CDR, g	1	553	597	672	478	604
	2	489	576	604	519	579
	3	606	542	582	607	614
	4	656	649	600	457	568
	Média	576	591	614	515	591
CA	1	1,53	1,76	1,71	1,36	1,68
	2	1,53	1,63	1,57	1,73	1,64
	3	1,78	1,52	1,57	1,68	1,58
	4	1,53	1,66	1,75	1,48	1,58
	Média	1,59	1,64	1,65	1,56	1,62

Tabela A7. Resultados de performance dos leitões em recria nas quatro semanas experimentais (01-28 dias).

Item ^a	Bloco	Tratamentos				
		CONT	200SUL	50CIT	100CIT	150CIT
GDP, g	1	424	488	460	427	414
	2	388	441	457	327	408
	3	421	405	417	423	440
	4	487	431	425	350	408
	Média	430	441	439	382	417
CDR, g	1	648	765	769	614	713
	2	602	713	702	637	687
	3	803	784	741	564	679
	4	803	784	741	564	679
	Média	700	728	722	634	704
CA	1	1,53	1,69	1,67	1,43	1,72
	2	1,55	1,62	1,54	1,77	1,68
	3	1,77	1,61	1,63	1,71	1,67
	4	1,65	1,82	1,74	1,62	1,66
	Média	1,62	1,68	1,64	1,63	1,68

Tabela A8. Resultados de performance dos leitões em recria durante as duas últimas semanas experimentais (15 a 28 dias).

Item ^a	Bloco	Tratamentos				
		CONT	200SUL	50CIT	100CIT	150CIT
GDP, g	1	550	705	598	591	530
	2	527	585	589	476	517
	3	541	530	514	535	594
	4	578	584	573	478	548
	Média	549	601	568	520	547
CDR, g	1	850	1074	996	904	959
	2	839	989	932	878	907
	3	1011	900	898	961	1028
	4	1068	1077	989	795	928
	Média	942	1010	954	884	956
CA	1	1,55	1,61	1,66	1,53	1,81
	2	1,59	1,69	1,58	1,74	1,75
	3	1,87	1,69	1,75	1,79	1,73
	4	1,85	1,84	1,73	1,66	1,69
	Média	1,72	1,71	1,68	1,68	1,75

Tabela A9. Peso médio dos blocos dos tratamentos em cada período experimental

		Período experimental, dias					
		Bloco	0	7	14	21	28
Peso Médio, kg	1	7,515	8,960	11,585	15,280	19,915	
	2	6,975	8,290	10,760	14,025	18,310	
	3	6,655	8,040	10,845	14,275	18,450	
	4	6,250	7,755	10,295	13,930	18,030	
	Média	6,848	8,261	10,871	14,377	18,676	