

O COBRE NA ALIMENTAÇÃO DOS SUÍNOS

SERGIO H. G. D'AULISIO (*)
INTRODUÇÃO

O cobre só começou a ser considerado como micro nutriente mineral essencial a partir de 1928 quando HART e colaboradores, estudando as causas da anemia da lactação em ratas, conseguiram provar a essencialidade da presença do ferro e do cobre no processo da hematopóese dessa espécie animal.

A partir de então, numerosos experimentos vieram comprovar serem esses elementos essenciais também a outras espécies domésticas.

Entrementes, descobriram-se em várias partes do mundo algumas enfermidades de ocorrência natural e que foram relacionadas com a carência de cobre, uma vez que respondiam satisfatoriamente a uma terapêutica de administração de cobre. Assim, ao pesquisar as causas da "enfermidade do sal" em bovinos da Flórida (Estados Unidos), NEIL em 1931, demonstrou ser a carência de cobre o fator determinante dessa enfermidade, assim como concluiu SJULLEMA em 1933, na Holanda ao estudar o "Mal de Lecksucht" em bovinos e ovinos.

Outras doenças nutricionais e distúrbios orgânicos, como a "ataxia enzótica" estudadas por BENNETTS & CHAPMAN em 1937 em cordeiros recém-nascidos, tiveram por diagnóstico a carência de cobre no organismo.

Essas descobertas porporcionaram um grande estímulo ao estudo da fisiologia nutricional do cobre e as suas principais funções do organismo animal. Por outro lado, observaram-se também intoxicações quase sempre mortais como a "intoxicação crônica das ovelhas da Austrália Oriental" quando esse micro nutriente era ingerido em excesso.

(*) Bolsista de Pós-Graduação do CNPq (Conselho Nacional de Pesquisas).

Este trabalho foi feito com o auxílio do CNPq.

Hoje, sabe-se que a ação do cobre como nutriente essencial é determinada por vários fatores na ausência dos quais o cobre terá no organismo um efeito tóxico.

UTILIZAÇÃO DO COBRE PELOS SUÍNOS

Distribuição no organismo

O cobre se distribui de forma irregular no corpo dos suínos, sendo o fígado e o sangue as partes onde se localizam os maiores teores do elemento, porém em menor escala aparece também nas gorduras, medula óssea e outras partes do corpo.

Um grande número de compostos contendo cobre já foi isolado em tecidos vegetais e animais e que têm influências fisiológicas bastante importantes.

Funções

Não se conhece bem como o cobre intervém na biossíntese da hemoglobina. Acredita-se que sua ação seja de biocatalizador.

A ausência de um teor mínimo de cobre na medula óssea provocará a formação de hemácias que não sobrevivem normalmente quando lançados na corrente sanguínea e também não haverá síntese da fração hem da hemoglobina.

O cobre parece não estar ligado ao mecanismo de absorção, mobilização e transporte do ferro para a medula óssea (MATRONE, 1960).

Foi demonstrado por HOWBAKER (1959) em Iowa (Estados Unidos) que era o íon cobre isoladamente e não o radical sulfato o responsável pelo aumento do ganho de peso diário dos leitões em crescimento e em cuja dieta adicionava-se sulfato de cobre, completando assim os estudos de BARBER (1955), que demonstravam a diferença significativa existente entre leitões com dieta normal e leitões com suplementação de 250 p.p.m. de sulfato de cobre, no aumento de ganho de peso.

O sulfato de cobre em níveis de 250 p.p.m., na dieta de leitões em crescimento apresenta resultados semelhantes aos dos antibióticos, como observou BOWLER (1955) na Inglaterra, sugerindo ser ocasionado pela possível ação do cobre com desinfetante do trato digestivo dos leitões e portanto, diminuindo os efeitos prejudiciais que

os parasitos do sistema digestivo provocam no crescimento e estado sanitário dos suínos.

Existem evidências de que as proteínas que contém cobre em sua composição são produzidas através da ação de vários ênzimos, como por exemplo: tirosínase, lácase, citocromo, oxidase, urfícase, butiril COA de hidrogeníase — amino levulicino ácido dehidrase, etc., tôdas contendo cobre em sua composição e com funções oxidativas.

Compreende-se, portanto, a necessidade da presença do cobre no organismo do suino para a biocatalização do processo hematopoiético, o que vale dizer da essencialidade do elemento na manutenção da capacidade de troca do oxigênio transportado pela hemoglobina e importante fator na preservação de um estado sanitário satisfatório.

A reprodução dos suínos é outra atividade afetada pela carência do cobre conquanto seja imprescindível ao bom funcionamento do aparelho reprodutor, atuando ativamente no processo da espermatogênese.

Determinação do teor de cobre no organismo animal

O teor de cobre existente no fígado do suino é um valor bastante útil na avaliação da quantidade desse elemento existente no seu organismo.

A determinação do teor de cobre hepático é no entanto, sujeito a variações bastante amplas, determinadas por inúmeros fatores como: idade, sexo, enfermidade, dieta utilizada, etc.

A idade é um fator de variação, pois como sabemos os animais mais novos de qualquer espécie têm teor maior do elemento depositado no fígado que os adultos, conforme mostra o quadro abaixo:

Quadro I — Teor de cobre em partes por milhão existentes na gordura livre dos tecidos

CATEGORIA	ESPÊCIE		
	Humana	Suina	Felina
Novos	4,7	3,2	2,9
Adultos	1,7	2,5	1,9

A dieta influi no nível de cobre hepático, principalmente no caso da ingestão excessiva de molibdênio, sulfatos inorgânicos, zinco, carbonato de cálcio, que diminuem sensivelmente a quantidade de cobre existente no órgão.

O teor de cobre hepático nos suínos é proporcionalmente menor que nas outras espécies domésticas, pois enquanto nos bovinos e ovinos a concentração é de 100 a 400 p.p.m. na matéria seca do fígado, os suínos apresentam um teor de 10 a 50 p.p.m.

As grandes variações que ocorrem nos teores de cobre hepático pelos motivos já citados e também levando em consideração as discrepâncias obtidas entre indivíduos da mesma espécie, levaram os pesquisadores a procurar outra forma de avaliar a quantidade de cobre do organismo animal e o material escolhido para tanto, foi o sangue onde se analisa o nível do micro nutriente no sangue integral e no plasma.

Esse material também apresentou variações amplas no teor de cobre, contudo após confrontarem-se resultados obtidos nas várias espécies concluiu-se serem as oscilações de mesma ordem em todas as espécies domésticas, com exceção das aves. Esse fato permitiu aos pesquisadores determinar os níveis de cobre sanguíneo mínimos e máximos (carência ou toxidez) valendo esses resultados para quase todos os animais domésticos.

O teor considerado normal de cobre no sangue varia de 0,6 a 1,5mg por litro, sendo mais frequentes de 0,8 a 1,2mg por litro, e usa-se atualmente o valor médio desses teores, o que nos fornece uma boa aproximação ou seja, 1mg por litro.

As variações acima descritas são causadas por diversos fatores: idade, gestação, doenças, dieta e a proporção existente entre o cobre e o molibdênio ou sulfetos inorgânicos contidos no organismo. Pode-se afirmar que teores de cobre no sangue dos suínos, bovinos e ovinos inferiores a 0,5mg por litro indicam uma deficiência do micro nutriente no organismo animal.

Exigências de cobre na dieta

A exigência de cobre nos suínos é relativamente pequena, pois 10mg por quilo de ração são suficientes para suprir o animal desse mineral e promover uma nutrição normal e é quantitativamente bem menor que as necessidades em ferro onde a suplementação seria de 80mg por quilo de ração.

As exigências de cobre e ferro na prevenção da "anemia nutricional dos leitões" segundo CARROL (1962) são as do quadro abaixo.

Quadro II

Mineral	Quantidade/quilo do total da ração
Cobre	4,5mg/ 0,456 Kg
Ferro	45,0mg/ 0,456 Kg

Experimentalmente conseguiu-se estabelecer a deficiência de cobre em leitões usando-se dietas de preparo especial e UNDERWOOD considera desnecessária a suplementação do mineral em rações balanceadas usuais.

Os estudos de BRAUDE (1945) levaram-no a afirmar que leitões novos alimentados com rações normais e com boa saúde apresentavam uma tendência inesperada de consumir maiores quantidades de ração suplementadas com cobre.

Estudando esse fenômeno, BOWLER (1955), em um plano coordenado envolvendo 8 diferentes centros de pesquisas, encontrou um aumento médio de 5,6 % na taxa de crescimento como resultado da inclusão de 250 p.p.m. de cobre na ração para suínos. Por outro lado, BUNCH, em 1961, verificou que não houve resposta dos animais à suplementação cúprica quando as rações não eram acrescidas de zinco.

Os trabalhos sobre as necessidades de cobre em suínos foram revisados por HAYS em 1961, que concluiu por recomendar níveis maiores do elemento na ração que o nível metabólico de 10 p.p.m.

Trabalhos experimentais levados a efeito no Centro de Nutrição Animal de Nova Odessa por RODRIGUES et alii, com o objetivo de verificar se o sulfato de cobre poderia melhorar a performance de animais tratados com rações de alto e baixo nível de energia, não apresentaram significância para ganho de peso e conversão da ração nos animais alimentados com e sem sulfato de cobre, mas houve significância para ganho de peso e eficiência dos alimentos para os animais tratados com ração de alto valor energético, confirmando o trabalho de PAULIN et alii em 1965; esse trabalho de RODRIGUES constatou também o efeito do sulfato de cobre na palatabilidade das rações (quadro IV) tanto na de alta como de baixa energia visto que a conversão de alimento foi praticamente semelhante com ou sem a adição de sulfato de cobre como podemos ver no quadro abaixo.

Quadro III — Sumário do crescimento, consumo e conversão das rações

	Alta Energia		Baixa Energia	
	Ração A	Ração B c/ sulfato de cobre	Ração C	Ração D c/ sulfato de cobre
N. de leitões testados	8	8	8	8
Pêso médio inicial (Kg)	26,12	26,62	26,18	26,41
Pêso médio final (Kg)	93,93	81,43	79,93	76,68
Ganho médio diário (Kg)	0,605	0,489	0,480	0,449
Consumo médio diário (Kg)	2,059	1,776	2,056	1,914
Conversão das rações	1:3,38	1:3,67	1:4,27	1:4,25

E comparando apenas rações de altas e baixas energias e rações com e sem sulfato de cobre temos o resultado no sumário do quadro abaixo.

Quadro IV — Sumário do crescimento, consumo e eficiência do alimento

	Alta energia	Baixa energia	c/ Sulfato de cobre	s/ Sulfato de cobre
Pêso médio final (Kg)	87,680	78,300	79,050	86,930
Ganho médio diário (Kg)	0,547	0,464	0,468	0,542
Consumo médio diário (Kg)	1,917	1,985	1,845	2,053
Conversão das rações	1:3,53	1:4,26	1:3,96	1:3,83

Conclui-se por êsse estudo que a adição do sulfato de cobre não exerce influência na eficiência do alimento, em contradição às experiências de BARBER (1955) nos Estados Unidos e BOWLER (1955) na Inglaterra; no entanto, a adição de sulfato de cobre no experimento de RODRIGUES et alii em Nova Odessa foi de apenas 100 p.p.m. e nessas quantidades era de se esperar tal fato, pois os estudos de BELLIS (1964) concluíram que apenas os animais que receberam 250 p.p.m. do elemento aumentaram o ganho de pêso significativamente.

Existem dúvidas sobre a ação da temperatura no ganho de pêso e conversão dos suínos que recebem suplementação de cobre e o trabalho de KING (1960) levou-o a afirmar que o maior efeito conseguido foi nas condições frias 54° F, pois a 65° F não houve influência do aditivo no ganho de pêso.

Causas e efeitos

A deficiência de cobre pode ser primária, quando existe o consumo de alimentos pobres em cobre e secundária causada por excesso de molibdênio ou sulfatos inorgânicos no organismo animal.

Nos suínos essa deficiência tem grande importância principalmente nos leitões recém-nascidos e lactantes e é conhecida como "anemia dos leitões", determinando alta mortalidade nas leitegadas; sua determinante é a privação do acesso aos leitões à terra ou pastagens, portanto é necessária a suplementação de cobre aos leitões criados em confinamento. Os animais criados em sistema misto ou extensivo absorvem o cobre naturalmente na terra ou nas forragens em quantidades suficientes do mineral.

A carência se manifesta logo nas primeiras duas semanas após o parto, pois apesar de nascerem com uma reserva de cobre no organismo, os leitões não recebem através do leite materno a quantidade necessária para suprir suas exigências desse mineral que é de 7mg diários e do leite eles obtém apenas 1mg diário (PINHEIRO MACHADO)

A "anemia dos leitões" geralmente está associada a uma deficiência de ferro podendo, no entanto, ocorrer por carência de qualquer dos minerais: ferro ou cobre.

Nos suínos adultos, a ocorrência de anemia é rara pois os alimentos conseguem suprir facilmente as exigências minerais, porém um excesso de molibdênio na dieta provocará o aparecimento dessa doença nutricional.

Os sintomas de carência podem ser observados nos quadros V, VI e VII.

Quadro V Quadro sintomatológico de carência

Atividade	Sintoma
Crescimento	Atraso ou interrupção. Formação óssea deficiente.
Apetite	Não apresenta redução.
Locomoção	Falta de rigidez nas juntas da perna (jarrete) com flexibilidade excessiva e descontrôle dos membros dianteiros.
Reprodução	Abôrtos, nascimentos prematuros e debilidade de cria.

Quadro VI

Exterior	Observação
Aprumos	Pernas dianteiras entortadas para fora (forelegs crooked), joelhos dobrados para a frente e membros posteriores acurvilhados.
Pelagem	Pouco pêlo e desbotados (pouco brilho)
Pele	Em degeneração.

Quadro VII

Clínica	Sintomas
Diarréia	Não ocorre
Anemia	Ocorre — diminuição da taxa de hemoglobina
Ataxia	Sim
Morte recém-nascidos	Não

Efeito tóxico

A ingestão contínua de cobre em excesso leva a uma acumulação nos tecidos do corpo e particularmente no fígado e quando êsse acúmulo ultrapassa determinados limites, o mineral é liberado na corrente sanguínea provocando intoxicação intensa que determina o aparecimento de hemólise e icterícia e posteriormente a morte, se bem que o aparecimento desses estados não constituem por si só sintomas de tóxicos cúprica nos suínos.

Os suínos são bastante tolerantes à ingestão de quantidades elevadas de cobre e os sintomas de tóxicidade só aparecem nos leitões em crescimento quando arraçoados com níveis de cobre superiores a 300p.p.m. na matéria seca. Esse teor é trinta vezes maior que as exigências da dieta e autores citam casos do aparecimento de sintomas graves de tóxicidade cúprica, a partir de concentrações de 750 p.p.m. de mineral.

Recentemente, descobriu-se uma correlação positiva entre o aumento da taxa de transaminase oxaloacética glutâmica no soro sanguíneo e o aumento do teor de cobre no organismo e precedendo em várias semanas a toxidez aguda. Esse exame é muito valioso em elementos para o diagnóstico precoce da intoxicação.

A intoxicação por cobre pode ocorrer nos suínos de forma acidental e involuntária e geralmente, são ocasionadas pelo uso de alimentos pulverizados por sais cúpricos de fungicidas e outros produtos usados na defesa sanitária vegetal.

Tratamento preventivo — Suplementação

A "anemia dos leitões" criados em instalações pavimentadas pode ser facilmente evitada suplementando-se a ração oferecida com sais de minerais que contenham cobre como, por exemplo, o sulfato ferroso que tem como impureza o cobre necessário ao organismo dos leitões. Esse sal pode ser adicionado à ração ou no caso dos lactantes, ser pincelado nas têtas da porca preparando-se a solução com meio quilo de sulfato de ferro em 1 litro de água morna (MORRISON, 1966).

Uma prática recomendada é o uso de bandejas com terra colocada na maternidade, onde os batorinhos ao lambar a terra se suprem de vários minerais (TORRES, 1968; PINHEIRO MACHADO, 1967; MORRISON, 1966).

O uso de sais de cobre também é recomendado como suplemento nas rações de suínos, baseado nos resultados obtidos com sulfato de cobre na concentração de 1kg por tonelada de ração que provocou um efeito estimulante no crescimento dos leitões.

Existe no comércio um grande número de produtos antianêmicos na forma de pastas e injeções mas só devem ser usados em casos graves.

Os suínos são bastante resistentes à intoxicação pelo cobre e considera-se provável que a metionina ou outros aminoácidos sejam responsáveis pela diminuição da toxidez do elemento através de um processo de formação de aminoácidos cúpricos quelados.

RELAÇÃO DO COBRE COM OUTROS MINERAIS

O primeiro mineral relacionado com o cobre em nutrição animal é o ferro, o que é evidente se pensarmos no papel da relação ferro-cobre na hematopoiese. Embora não faça parte da hemoglobina como o ferro, o cobre é necessário à sua biossíntese, e quantitativamente a proporção ferro-cobre na dieta deve ser de 10:1.

O molibdênio é outro mineral relacionado com o cobre e a importância da proporção cobre-molibdênio foi demonstrada em ratas com molibdêniose e tratadas com sais de cobre e que tiveram uma rápida melhora.

Os pesquisadores atribuem a ação protetora do cobre nas molibdenioses a uma reação não conhecida que tem lugar no trato digestivo e as mudanças que o cobre contrapõe à ação do molibdênio nos tecidos.

FONTES DE COBRE

Os alimentos usualmente consumidos pelos animais têm grandes oscilações em seu teor de cobre.

Nos vegetais os níveis do elemento variam com a espécie, solo, fertilizantes utilizados, clima, época do ano e estágio de maturidade. A diferença entre gramíneas e leguminosas quanto à sua concentração em cobre são pequenas pois, enquanto as leguminosas possuem 8,7 p.p.m. de cobre na matéria seca, as gramíneas tem 8,2 p.p.m. na matéria seca em média.

Os alimentos de origem animal são em geral pobres ou de média quantidade nesse elemento. Fazem exceção as farinhas de fígado e de ostras.

Os suplementos minerais usados para o enriquecimento do teor de cobre na dieta têm sido em geral o sulfato ferroso e o sulfato de cobre, porém estudos levados a efeito por BUESCHER et alii (1961), na Universidade de Tennessee, com isótopos de cobre-64 (Cu^{64}) em suínos, demonstraram que a assimilação de vários compostos inorgânicos de cobre eram semelhantes. Usando carbonato de cobre, óxido de cobre e sulfato de cobre marcados com o isótopo 64, obtiveram os resultados constantes do quadro VI.

Quadro VI

TRATAMENTO	N.º de Animals	% de Cu - nas Fezes	% de Cu - na Urina	% Retido
Carbonato de cobre	6	61,5	3,4	35,1
Óxido de cobre	6	62,8	1,0	36,2
Sulfato de cobre	6	64,2	1,4	34,4

Houve apenas significância para o carbonato de cobre na urina. Mas a porcentagem de cobre retido no organismo foi sempre idêntica, demonstrando que os suínos absorvem cobre de vários compostos cúpricos.

SUMMARY

This paper calls attention to recent research on copper as an essential nutrient for domestic animals, specially swine. This nutrient increases weight gain of sucking pigs in amounts of only 250 ppm of copper (BOWLER, 1955). The author suggests that experiments should be conducted in our country, in order to evaluate which amount of copper sulphate should be enough to obtain here similar results.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BELLIS, D. B., 1964 — Supplementation of bacon pig (actions aureomixin and two levels of copper sulphate). **Animal Production** 3: 89-95.
- BOWLER, R. J. et alii, 1965 — High copper mineral mixture for fattening pigs. **British Journal of Nutrition** 9: 358.
- BUESCHER, R. G. et alii, 1961 — Copper availability to swine from Cu⁶⁴ labelled inorganic compounds. **Journal of Animal Science** 20 (3): 529.
- CARROL, W. E., 1962 — **Swine Production**, Mc Graw-Hill Book Company, Nova York, Estados Unidos.
- DERIVAUX, J., 1967 — **Fisiopatología de la reproducción e inseminación artificial de los animales domesticos**, pg. 303, Editorial Acríbia, Zaragoza, Espanha.
- HAYS, V. W., 1962 — High level of copper in swine affecting the performance of livestock. **Iowa Feed. Conference As** 30: 61-65.
- KING, J. O. L., 1960 — The effect of enviromental temperature on the responce of growing pigs to dietary supplements of an antibiotic and copper sulphate. **Veterinary Records** 76: 304-306.

- LUCAS, I. A., 1961 — Copper sulphate as a growth stimulant for pigs: effect level and purity. **Animal Production** 3 (part 2:) 111-119.
- MAHLER, H. R., 1958 — The role of copper in some enzyme catalyzed oxidation. In "Trace Elements", pp. 311, Academic Press Inc., Nova York.
- MORISSON, F. B., 1966 — **Alimentos e Alimentação dos Animais**, Ed. Melhoramentos, São Paulo.
- PINHEIRO MACHADO, L. C., 1967 — **Os suínos**, ed. A. Granja, Porto Alegre.
- RODRIGUES, H. J. et alii, 1965 — Efeito do sulfato de cobre nas rações de alto e baixo níveis energéticos para suínos em crescimento. **Boletim da Indústria Animal** 23: 115-121.
- TÓRRES, H. Di P., 1968 — **Suínos — Manual do criador**, Ed. Melhoramentos, São Paulo.
- UNDERWOOD, E. J., 1967 — **Los Minerales en la alimentacion del ganado**, Ed. Acríbia, Zaragoza, Espanha.
- UNDERWOOD, E. J., 1958 — **Trace Elements in Animals**. In "Trace Elements", pg. 33. Academic Press Inc., Nova York.
- WALLACE, H. D. et alii, 1960 — High level of copper for growing finishing swine. **Journal of Animal Science** 20 (4): 1152.