

## AVALIAÇÃO HEMATOLÓGICA E HEPÁTICA DE CODORNAS DE POSTURA ALIMENTADAS COM NANO COBRE E SUAS FONTES CONVENCIONAIS

JOYCE PEREIRA LOPES<sup>1</sup>; SUELEN NUNES DA SILVA<sup>2</sup>; DÉBORA MINETTI SARTURI<sup>3</sup>; BOLÍVAR GONÇALVES HENCES<sup>4</sup>; EDUARDO GONÇALVES XAVIER<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [joycep.lopes@hotmail.com](mailto:joycep.lopes@hotmail.com)

<sup>2</sup>Agriness Tecnologia e Inovação em Agronegócio – [suelennunesdasilva@hotmail.com](mailto:suelennunesdasilva@hotmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [deboraminetti@hotmail.com](mailto:deboraminetti@hotmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas - [bobohences@gmail.com](mailto:bobohences@gmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas – [egxavier@yahoo.com](mailto:egxavier@yahoo.com)

### 1. INTRODUÇÃO

A coturnicultura é um setor da avicultura em expansão. Além de apresentar grande importância na geração de emprego e renda, esta atividade ainda é responsável pela produção de alimento, como carne e ovos (GONZAGA et al., 2020). Para que essas aves apresentem uma boa produtividade, é imprescindível que as suas exigências nutricionais sejam atendidas. E os minerais ganham papel de destaque, pois são fundamentais para assegurar as funções fisiológicas e a saúde dos animais (ALAGAWANY et al., 2020).

O cobre é um mineral considerado essencial para os animais, pois participa da composição de diversas enzimas, desempenhando funções primordiais em inúmeros processos bioquímicos. Esse mineral é cofator em diversas reações no organismo, como na respiração celular (OLIVEIRA, 2016), desintoxicação de radicais livres, mobilização de ferro, além da formação de tecido conjuntivo (SUTTLE, 2010).

As principais fontes de cobre utilizadas são o sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>) e o óxido de cobre (CuO), porém estes apresentam baixa concentração com alta biodisponibilidade (PRAJAPATI et al., 2012), e alta concentração com baixa biodisponibilidade, respectivamente (BAKER et al., 1991; AOYAGI e BAKER, 1993). Por conta dessas características, muitas vezes se faz necessário o uso de doses elevadas para atender às exigências dos animais, o que acaba sendo excretado, causando impactos ambientais.

A finalidade de utilizar o nano cobre é aumentar a biodisponibilidade do cobre da molécula, uma vez que nanopartículas possuem características diferentes daquelas de tamanho convencional e, assim, utilizar quantidades menores nas dietas, com melhor aproveitamento, reduzindo sua excreção no meio ambiente (SCOTT et al., 2018).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar parâmetros hematológicos e hepáticos, e a partir desses a saúde de codornas de postura alimentadas com dietas contendo diferentes níveis e fontes de cobre.

### 2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado no Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Professor Renato Rodrigues Peixoto, do DZ – FAEM – UFPEL. Foram utilizadas 160 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*), com 85 dias de idade e 95% de postura. As aves foram alojadas aos pares, em gaiolas de postura, distribuídas em 10 tratamentos com oito repetições de duas aves cada uma.

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais de codornas de postura, considerando os níveis recomendados por Silva e Costa (2009) e Rostagno et al. (2017). Os tratamentos foram: T1 – dieta basal sem adição de cobre (controle negativo); T2 - dieta basal + 150 ppm de nano Cu; T3 - dieta basal + 300 ppm de nano Cu; T4 - dieta basal + 450 ppm de nano Cu; T5 - dieta basal + 150 ppm de  $\text{CuSO}_4$ ; T6 - dieta basal + 300 ppm de  $\text{CuSO}_4$ ; T7 - dieta basal + 450 ppm de  $\text{CuSO}_4$ ; T8 - dieta basal + 150 ppm de  $\text{CuO}$ ; T9 - dieta basal + 300 ppm de  $\text{CuO}$ ; e T10 - dieta basal + 450 ppm de  $\text{CuO}$ .

Ao final do período experimental, que teve duração de 28 dias, foi realizada a coleta de sangue, por punção da veia ulnar e, posteriormente, a eutanásia das aves para coleta do fígado.

O hematócrito foi mensurado a partir da técnica de Micro-hematócrito. A concentração de hemoglobina, e os teste enzimáticos, aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT), foram realizadas utilizando kits comerciais. E a análise de lipoperoxidação hepática (LPO) foi determinada pelo método de TBARS de acordo com o descrito por Oakes e Van Der Kraak (2003).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em um esquema fatorial  $3 \times 3 + 1$ , em que foram testadas três fontes de cobre, três níveis de inclusão e um tratamento controle, representando o nível zero. A dieta basal (controle negativo) foi considerada o nível zero para todas as fontes de cobre testadas.

Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de probabilidade, avaliando-se o efeito da fonte e dos níveis de cobre e a interação entre os fatores, seguidos pelo teste de *Tukey* de comparação de médias e análise de regressão polinomial para os níveis.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar-se os parâmetros sanguíneos e hepáticos não foi verificada interação significativa ( $P > 0,05$ ) entre as fontes de cobre e os níveis de inclusão. Ao avaliar-se separadamente os fatores, observou-se efeito significativo ( $P < 0,05$ ) dos níveis de inclusão de cobre sobre a ALT (Tabela 1), sendo observada uma resposta linear crescente ( $p = 0,01$ ) com o aumento dos níveis de cobre nas dietas ( $Y = 11,67 + 0,0001x$ ). A enzima ALT é um dos principais marcadores para disfunções hepáticas e quando em níveis elevados sugere sobrecarga do órgão (GIANINI et al., 2005). Para o hematócrito, o  $\text{CuO}$  foi a fonte que apresentou os maiores valores desse parâmetro, diferindo das demais fontes de cobre ( $P = 0,001$ ).

Observou-se interação significativa ( $P = 0,047$ ) entre as fontes de cobre e os níveis de inclusão sobre o hematócrito (Tabela 1), sendo que no nível de 450 ppm de inclusão de cobre as aves que receberam suplementação com  $\text{CuO}$  apresentaram maior hematócrito, diferindo daquelas que receberam nano cobre e  $\text{CuSO}_4$  (Tabela 2). Também foi avaliado o efeito dos níveis dentro de cada fonte, de modo que para o  $\text{CuO}$  verificou-se uma resposta linear crescente, sendo que com aumento dos níveis de  $\text{CuO}$  nas dietas houve um correspondente aumento linear no hematócrito das codornas (Tabela 2) ( $Y = 28,45 + 0,01x$ ). Esse incremento pode ser atribuído à formação intensificada de hemácias no sangue, uma vez que o cobre está envolvido na síntese de eritrócitos e auxilia na absorção do ferro no corpo, que é parte integrante dos glóbulos vermelhos (MULLALLY et al., 2004). Por outro lado, Olgun et al. (2020) não observaram efeito sobre hematócrito e hemoglobina, ao testarem os níveis de 0, 5, 10, 20 mg/kg de cobre orgânico na dieta de codornas de postura. Apesar do  $\text{CuO}$  ser pouco biodisponível (AOYAGI e

BAKER, 1993) é possível que tenha influência sobre as variáveis sanguíneas, o que justificaria os resultados encontrados no presente trabalho.

Segundo Ognik et al. (2018) os parâmetros hematológicos dependem da dosagem de nano cobre. Ao testarem níveis de 0,5; 1 e 1,5 mg/kg de nano cobre via água de bebida em frangos de corte, observaram que nos tratamentos com conteúdo mais baixo de cobre, a adição de nano cobre resultou em um aumento no conteúdo de hemoglobina, hematócrito e contagem de eritrócitos, e redução da contagem de leucócitos. No nível mais alto de suplementação com nano cobre houve uma diminuição da hemoglobina e do hematócrito.

Tabela 1 – Análises sanguíneas e de lipoperoxidação hepática de codornas alimentadas com diferentes fontes e níveis de inclusão de cobre (ppm) (média ± desvio padrão)

Fontes de cobre	LPO	Hematócrito (%)	Hemoglobina (g/dL)	AST (U/L)	ALT (U/L)
CuSO <sub>4</sub>	0,54±0,05	27,87±3,38 B	24,43±2,62	73,54±19,48	14,47±4,44
CuO	0,55±0,05	31,18±3,97 A	26,38±3,33	85,35±25,83	21,00±8,98
CuO nano	0,55±0,08	26,50±3,28 B	23,88±2,84	77,35±30,46	18,27±8,77
Nível de inclusão					
0	0,57±0,08	28,25±1,86	24,51±3,50	73,13±9,88	10,63±4,86 B
150	0,54±0,05	28,91±4,18	24,92±3,50	85,89±33,50	21,73±9,56 A
300	0,53±0,06	28,16±3,21	24,39±1,59	76,92±26,39	18,93±7,03 AB
450	0,55±0,06	28,75±6,07	25,88±3,54	78,42±25,75	19,63±5,29 AB
P*	0,47	0,88	0,40	0,92	0,01
Fontes	0,882	0,001	0,055	0,558	0,147
Nível	0,719	0,932	0,726	0,747	0,005
Fontes x nível	0,863	0,047	0,160	0,788	0,391

P\*- nível de significância pela análise de regressão. Equação ajustada para ALT=11,67- 0,0001x, r<sup>2</sup>=0,20. Letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. LPO – lipoperoxidação hepática. <sup>1</sup>nmol TMP/g de tecido úmido. CuSO<sub>4</sub> – sulfato de cobre; CuO convencional - óxido de cobre no tamanho convencional; e CuO nano – nano óxido de cobre (<50 nm).

Tabela 2- Desdobramento da interação entre níveis e fonte de cobre para hematócrito em codornas (média ± desvio padrão).

Nível /fonte	CuSO <sub>4</sub>	CuO	CuO nano	P
0	28,25±2,06	28,25±2,06	28,25±2,06	1,00
150	29,00±2,94	31,75±3,94	26,00±4,24	0,15
300	29,25±2,62	29,75±3,68	25,50±1,73	0,11
450	25,00±4,69 b	35,00±3,36 a	26,25±4,78 b	0,01
P*	0,220	0,034	0,394	

$$Y=28,45 + 0,01x, \\ r^2=0,28$$

Letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. P\*- nível de significância pela análise de regressão.

#### 4. CONCLUSÕES

O uso de nano cobre na dieta das codornas de postura não resulta em melhora nos parâmetros sanguíneos e na lipoperoxidação hepática, em comparação com outras fontes de cobre (CuO e CuSO<sub>4</sub>). Com base nas análises

realizadas e considerando apenas o uso do nano cobre, pode-se afirmar que o mineral nesta forma não traz prejuízos à saúde das aves.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAGAWANY, M.; ELNESR, S. S.; FARAG, M. R.; TIWARI, R.; YATOO, M. I.; KARTHIK, K.; MICHALAK, I.; DHAMA, K. Nutritional significance of amino acids, vitamins and minerals as nutraceuticals in poultry production and health – a comprehensive review. **Veterinary Quarterly**, v. 41, n. 1, p. 1–29, 2020.
- AOYAGI, S.; BAKER, D. H. Nutritional evaluation of copper-lysine and zinc-lysine complexes for chicks. *Poultry Science*, v. 72, p.1, 165-171, 1993.
- 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, p. 1, 177-179, 1991.
- GIANNINI, E.G., TESTA, R. e SAVARINO, V. Liver enzyme alteration: a guide for clinicians. **Canadian Medical Association Journal**, v.172 (3), p.367-379, 2005.
- GONZAGA, L. S.; LANA, S. R. V.; LANA, G. R. Q.; LEÃO, A. P. A.; SANTOS, D. S. Resíduo de biscoito tipo wafer na alimentação de codornas de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 21, n. e-55493, p. 743–749, 2020.
- MULLALLY, A. M.; VOGELSANG, G. B.; MOLITERNO, A. R. Wasted sheep and premature infants: the role of trace metals in hematopoiesis. **Blood Reviews**, 18(4), 227-234, 2004.
- OAKES, K. D.; VAN DER KRAAK, G. J. Utility of the TBARS assay in detecting oxidative stress in white sucker (*Catostomus commersoni*) populations exposed to pulp mill effluent. **Aquatic Toxicology**, v. 63, n. 4, p. 447–463, 2003.
- OGNIK, K.; SEMBRATOWICZ, I.; CHOLEWIŃSKA, E.; JANKOWSKI, J.; KOZŁOWSKI, K.; JUŚKIEWICZ, J.; ZDUŃCZYK, Z. The effect of administration of copper nanoparticles to chickens in their drinking water on the immune and antioxidant status of the blood. **Animal Science Journal**, v.89, p.3, 579-588, 2018.
- OLGUN, O.; YILDIZ, A.; ŞENTÜRK, E. T. The Effect of supplementation of organic copper to commercial quail diets on performance, egg quality and haematological parameters. **Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology**, v. 8, n. 7, p. 1517-1521, 2020.
- OLIVEIRA, S. C. M. de. Suplementação de diferentes fontes e níveis de cobre e seus efeitos para frangos de corte. [s. l.], 2016.
- PRAJAPATI, A. P.; VISHAL, M.; SHALINI, S.; BHARADWAJ, J. K.; NEMA, R. P. Effect of copper supplementation on the performance of coloured meat type birds. **International Journal of Veterinary Science**, v. 1, n. 3, p. 108–111, 2012.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; TEIXEIRA, M. L.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, R. F.; BARRETO, S. L. T.; BRITO, C. O. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**; composição de alimentos e exigências nutricionais. 4.ed. Viçosa, Editora UFV 488 p, 2017.
- SCOTT, A.; VADALASETTY, K. P.; CHWALIBOG, A SAWOSZ, E. Copper nanoparticles as an alternative feed additive in poultry diet: A review. *Nanotechnology Reviews*, v. 7, n. 1, p. 69–93, 2018.
- SILVA, J. H. V; COSTA, F. G. P. **Tabelas para Codornas Japonesas e Europeias**. Jaboticabal: Funep, 2009. 107 p.
- SUTTLE, N. F. **Mineral Nutrition of Livestock, 4th Edition**. [S. l.: s. n.], 2010.