

EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE DUAS FONTES DE COBRE (INORGÂNICA E ORGÂNICA) SOBRE O DESEMPENHO E PARÂMETROS ÓSSEOS DE FRANGAS LEVES NAS FASES DE CRIA E RECRIA

Ana Julia Martins Garcia (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Vinício dos Santos Cardoso (Co-orientador), Tatiana Carlesso dos Santos (Orientador), E-mail: ra124131@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Maringá, PR.

Zootecnia (50400002), Nutrição e Alimentação Animal (50403001)

Palavras-chave: Proteinato de cobre; cobre quelatado; poedeiras.

RESUMO

Avaliou-se os efeitos da suplementação de cobre (CU) nas formas inorgânica e orgânica, sobre o desempenho produtivo e os parâmetros ósseos de frangas leves durante as fases de cria e recria. Foram utilizadas 532 aves, distribuídas em um DIC com dois tratamentos (100% da exigência de Cu usando sulfato de cobre (CuS) em sua forma inorgânica e 50% da exigência usando Cu proteinato (CuP, Bioplex Copper®, Alltech Inc.) na forma orgânica. Os animais foram analisados de 1 a 14 semanas para o desempenho produtivo, analisado o consumo de ração, conversão alimentar g/g, peso corporal e ganho de peso. Com 16 semanas foram analisados o fêmur e o tibiotarso e determinadas as concentrações de cálcio, fósforo, cobre, ferro e zinco nos ossos. Os dados foram analisados por ANOVA, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey usando o SAS v.9.0. Na análise dos resultados, não houve diferenças significativa ($p>0,05$) para o desempenho produtivo entre os tratamentos, indicando que a substituição do Cu inorgânico por Cu orgânico não compromete o desenvolvimento das aves. Entretanto, na composição mineral dos ossos, observou-se maior teor de ferro em aves suplementadas com cobre orgânico, tanto no fêmur quanto na tíbia, sugerindo possível influência positiva dessa fonte na absorção e deposição mineral. Dessa forma, o uso de cobre orgânico pode representar uma alternativa viável para suplementação mineral em frangas leves, garantindo manutenção de desempenho produtivo e favorecendo aspectos relacionados à mineralização óssea.

INTRODUÇÃO

Os minerais são elementos essenciais na nutrição animal uma vez que desempenham variadas funções no organismo, atuando de forma estrutural, fisiológica e regulatória, além de participarem como agentes catalíticos na maioria das reações do metabolismo. Para as poedeiras, os microminerais são indispensáveis para a formação do ovo e dos ossos, integridade estrutural dos tecidos, proteção contra a oxidação e desenvolvimento da resposta imune, sendo os

minerais orgânicos mais biodisponíveis para as aves quando comparados as fontes inorgânicas que são amplamente utilizadas (PASSOS, 2010).

O cobre (Cu) é um micronutriente vital para processos reprodutivos, crescimento e desenvolvimento do tecido conjuntivo ~~ativo, além de contribuir para a pigmentação da pele (UNDERWOOD, 1999) e possui um papel crucial na formação adequada dos ossos, ativando a lisil oxidase, uma enzima essencial na biossíntese de colágeno e sua deficiência pode prejudicar a produção de ovos, resultando em cascas malformadas e uma maior incidência de ovos sem casca (POPHAL; SUIDA, 2007). e sua deficiência pode prejudicar a produção de ovos, resultando em cascas malformadas e uma maior incidência de ovos sem casca (POPHAL; SUIDA, 2007).~~

Desta forma, objetivou-se avaliar os impactos da redução e substituição de uma fonte inorgânica de cobre por um proteinado de cobre (fonte orgânica) em dietas de poedeiras leves Novogen White sobre os parâmetros ósseos nas fases de cria e recria.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento teve aprovação do Comitê de Ética no Uso de Animais – CEUA (Protocolo nº2861230524). Pintainhas da linhagem leve Novogen White de 1 dia (n=532) foram alojadas em 14 boxes (5,0 m²) com cama composta por casca de arroz, comedouros tubulares e bebedouros do tipo nipple, aquecimento por lâmpadas infravermelhas até 15 dias e ração e água *ad libitum*.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 2 tratamentos, 7 repetições e 38 aves/unidade experimental. Os tratamentos consistiram em 100% da exigência de Cu usando sulfato de cobre (CuS) em sua forma inorgânica e 50% da exigência usando Cu proteinado (CuP, Bioplex Copper®, Alltech Inc.) na forma orgânica. As dietas foram preparadas de acordo com as exigências de 11,18 mg Cu/kg de 1 a 4 semanas e 9,48 mg Cu/kg de 5 a 16 semanas. Os animais foram analisados de 1 a 4 semanas, de 5 a 14 semanas e de 1 a 14 semanas para o desempenho produtivo, analisado o consumo de ração, conversão alimentar g/g, peso corporal e ganho de peso. consumo de ração (CR), conversão alimentar g/g (CA), peso corporal (PC) e ganho de peso (GP). Com 16 semanas, foram analisados o fêmur e o tibiotarso de uma ave/unidade experimental (n=14), para análise de índice de Seedor, resistência óssea, matéria mineral e concentrações de cálcio, fósforo, cobre, ferro e zinco nos ossos.

Os dados foram analisados por ANOVA e os tratamentos comparados pelo teste de médias (Tukey) com nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos dados, não houve diferença estatística para as variáveis analisadas de desempenho produtivo (tabela 1). Esses resultados sugerem que a suplementação de CuP (50% do requerimento) e CuS (100% do requerimento) na dieta de frangas leves na fase de crescimento não afetou os parâmetros de desempenho produtivo. A suplementação com minerais orgânicos de alta

biodisponibilidade e em níveis inferiores à suplementação frequente com minerais inorgânicos pode manter ou aumentar o desempenho de galinhas poedeiras (AO et al., 2009).

Nas análises ósseas do fêmur e tibiotarso (tabela 2), foi observado efeito dos tratamentos para o teor de ferro (Fe), em que as aves que receberam dieta com CuP apresentaram maior teor de Fe no fêmur (1,02), comparado com as aves que receberam dieta com CuS (0,85) e na tíbia (0,64 vs. 0,75) em comparação ao CuP e CuS. Para as demais variáveis analisadas não houve diferença estatística entre os tratamentos. Isso ocorreu possivelmente em razão de que o fornecimento de cobre por meio de uma fonte orgânica diminui a competição entre estes minerais pelos transportadores, assim, com a menor competitividade o ferro foi melhor absorvido e depositado nos ossos. Esses resultados demonstram a influência positiva dessa fonte de ~~cobre-Cu~~ na absorção e deposição do micromineral Fe. O ~~co~~Cu~~b~~re atua indiretamente na absorção, transporte e utilização do Fe por meio da ação da enzima ceruloplasmina (MOLLER; AASETH, 2022)

Tabela 1 - Desempenho produtivo de frangas poedeiras alimentadas com cobre orgânico e inorgânico.

Variável	Fonte de Cu		Média	EPM	P valor
	CuS	CuP			
1-4 sem					
CR (g/ave)	524.64	513.70	519.17	43.91	0.660
CA (g/g)	2.83	2.87	2.86	0.30	0.811
PM (g)	222.98	220.86	221.92	6.31	0.551
GP (g)	185.13	183.02	184.07	6.28	0.550
5-14 sem					
CR (g/ave)	3536.85	3465.56	3494.07	100.04	0.296
CA (g/g)	4.33	4.27	4.29	0.09	0.354
PM (g)	1074.14	1063.98	1069.06	13.67	0.174
GP (g)	851.16	143.12	847.13	12.02	0.224
1-14 sem					
CR (g/ave)	4080.48	3984.54	4032.51	141.37	0.217
CA (g/g)	3.59	3.57	3.58	0.18	0.894
PM (g)	1074.14	1063.98	1069.06	13.67	0.174
GP (g)	1036.28	1026.13	1031.21	13.62	0.172

Variável	Fonte de Cu		Média	EPM	P-valor
	CuS	CuP			
1-4 sem					
-CR (g/ave)	524,64	513,70	519,17	43,91	0,660
-CA (g/g)	2,83	2,87	2,86	0,30	0,811
-PM (g)	222,98	220,86	221,92	6,31	0,551
-GP (g)	185,13	183,02	184,07	6,28	0,550
5-14 sem					
-CR (g/ave)	3536,85	3465,56	3494,07	100,04	0,296
-CA (g/g)	4,33	4,27	4,29	0,09	0,354

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: À esquerda

Tabela formatada

Formatado: Fonte: (Padrão) Arial, 11 pt

Formatado: À esquerda

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: À esquerda

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: À esquerda

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: À esquerda

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: À esquerda

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: À esquerda

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: À esquerda

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: À esquerda

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: À esquerda

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: À esquerda

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: À esquerda

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: À esquerda

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: À esquerda

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: À esquerda

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: À esquerda

Formatado: Fonte: 11 pt

Formatado: À esquerda

Tabela formatada

-PM (g)	1074,14	1063,98	1069,06	13,67	0,174
-GP (g)	851,16	143,12	847,13	12,02	0,224
1-14 sem					
CR (g/ave)	4080,48	3984,54	4032,51	141,37	0,217
CA (g/g)	3,59	3,57	3,58	0,18	0,894
PM (g)	1074,14	1063,98	1069,06	13,67	0,174
GP (g)	1036,28	1026,13	1031,21	13,62	0,172

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si e letras iguais na mesma sem diferença Tukey <0.05

Tabela 2. Parâmetros ósseos do fêmur e da tíbia e de frangas poedeiras alimentadas com cobre orgânico e inorgânico.

Variável	Fonte de Cu		Média	CV	EPM	P valor
	CuS	CuP				
Composição mineral						
	Fêmur					
MS, %MS	94.54	94.68	94.61	0.67	0.62	0.695
MM, %MM	38.96	38.24	38.60	4.54	1,72	0.457
P, %P	344.40	359.86	352.73	4.19	16.28	0.087
Ca, %Ca	413.38	421.93	417.65	5.56	22.73	0.504
Fe, %Fe	0.85 ^b	1.02 ^a	0.94	7.62	0.110	0.005
Zn, %Zn	0.95	0.91	0.93	5.29	0.050	0.134
Cu, %Cu	0.0125	0.0133	0.013	14,18	0.002	0.457
Comprimento	74.15	73.04	73.60	3.97	2.86	0.491
Dureza, kg/f	19.97	19.75	19.85	10.95	2.06	0.868
Índice de Seedor	80.00	78.68	79.34	4.42	3.44	0.496
Peso relativo %Peso relativo	0.50	0.51	0.51	6.51	0.03	0.625
Composição mineral						
	Tibiotarso					
MS, %	95.26	95.41	95.33	0.39	0.36	0.474
MM, %	40.36	40.11	40.24	3.55	1.38	0.747
P, %	402.70	377.37	390.04	5.96	25.92	0.064
Ca, %	430.59	415.18	422.89	5.10	22.21	0.207
Fe, %	0.64 ^b	0.75 ^a	0.872	8.29	0.06	0.006
Zn, %	0.89	0.85	0.702	6.42	0.08	0.242
Cu, %	0.0070	0.0075	0.007	22.02	0.001	0.600
Comprimento	113.36	110.43	111.90	3.22	3.78	0.155
Dureza, kg/f	23.99	24.48	24.19	8.94	2.08	0.709
Índice de Seedor	64.84	64.38	64.59	4.03	2.50	0.757
Peso relativo %	0.64	0.64	0.64	5.98	0.04	0.956

Letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem estatisticamente entre si e letras iguais na mesma sem diferença Tukey <0.05

CONCLUSÕES

O fornecimento de 50% ~~do requerimento~~ da exigência de Cu na forma de ~~com~~ proteinato de cobre CuP não afetou o desempenho produtivo das aves e favoreceu a deposição de ferro nos ossos, indicando benefícios à mineralização óssea e se mostrando uma alternativa eficiente e sustentável para a nutrição mineral de frangas poedeiras na fase de crescimento.

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual de Maringá e a Fundação Araucária.

REFERÊNCIAS

AO, T.; PIERCE, J. L.; PESCATORE, A. J. *et al.* Effects of feeding reduced levels of organic minerals (Bioplex®) on the development of white layer pullets. **Poultry Science**, v. 88, p. 197-209, 2009.

MOLLER, L. B.; AASETH, J. Copper. *In*: NORDBERG, G. F.; COSTA, M. **Handbook on the Toxicology of Metals**. Amsterdam: Elsevier, 2022. v. 2. p. 243-266.

PASSOS, D. P. **Microminerais orgânicos e vitamina C nas rações de poedeiras semipesadas em região de clima quente**. 2010. 48 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2010.

POPHAL, S.; SUIDA, D. **Microminerais orgânicos: benefícios da suplementação para aves de postura**. Porto Alegre: Novus do Brasil, 2007.

~~UNDERWOOD, E. J. **The mineral nutrition of livestock**. 3. ed. Wallingford: CABI, 1999. 614 p.~~

Formatado: Fonte: Itálico

Página 4: [1] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Fonte: Negrito		
Página 4: [1] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Fonte: Negrito		
Página 4: [2] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Fonte: 11 pt, Negrito		
Página 4: [3] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Normal, Centralizado		
Página 4: [4] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [5] Tabela formatada	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:37:00
Tabela formatada		
Página 4: [6] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
À esquerda		
Página 4: [7] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Fonte: (Padrão) Arial, 11 pt, Negrito		
Página 4: [8] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Normal, Posição: Horizontal: Centro, Em relação a: margem, Vertical: 0,14 cm, Em relação a: Parágrafo, Horizontal: 0,25 cm, Ao redor		
Página 4: [9] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [10] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Fonte: 11 pt, Não Negrito		
Página 4: [11] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [12] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Normal, Centralizado, Posição: Horizontal: Centro, Em relação a: margem, Vertical: 0,14 cm, Em relação a: Parágrafo, Horizontal: 0,25 cm, Ao redor		
Página 4: [13] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [14] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [15] Tabela formatada	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:37:00
Tabela formatada		
Página 4: [16] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [17] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [18] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [19] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Espaçamento entre linhas: simples		

Página 4: [20] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [21] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [22] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [23] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [24] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Fonte: 11 pt, Não Sobrescrito/ Subscrito		
Página 4: [25] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [25] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [26] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [27] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [28] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:38:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [29] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [30] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [31] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [32] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [33] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [34] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [35] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [36] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [37] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [38] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
Fonte: 11 pt, Não Negrito		
Página 4: [39] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
Fonte: 11 pt		

Página 4: [40] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
Normal, Centralizado, Posição: Horizontal: Centro, Em relação a: margem, Vertical: 0,14 cm, Em relação a: Parágrafo, Horizontal: 0,25 cm, Ao redor		
Página 4: [41] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [42] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [43] Tabela formatada	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:37:00
Tabela formatada		
Página 4: [44] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [45] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [46] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [47] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [48] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [49] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [50] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [51] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [52] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [53] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [54] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [55] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [56] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [57] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [58] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
Fonte: 11 pt		
Página 4: [59] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
Espaçamento entre linhas: simples		
Página 4: [60] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00

Fonte: 11 pt

Página 4: [61] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
---------------------------------	--------------------------------	----------------------------

Espaçamento entre linhas: simples

Página 4: [62] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:36:00
---------------------------------	--------------------------------	----------------------------

Fonte: 11 pt

Página 4: [63] Formatado	Tatiana Carlesso Santos	29/08/2025 08:39:00
---------------------------------	--------------------------------	----------------------------

Espaçamento entre linhas: simples