



ARTIGO NÚMERO 183

METABOLISMO DO ZINCO NA NUTRIÇÃO DE FRANGOS DE CORTE E SUAS RESPOSTAS NO DESEMPENHO E NO SISTEMA IMUNE

Marília Nogueira da Silva Fernandes¹

¹Doutoranda em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, UFMG, Brasil

E-mail: marilia.fernandes@gmail.com



Metabolismo do zinco na nutrição de frangos de corte e suas respostas no desempenho e no sistema imune

Marília Nogueira da Silva Fernandes¹

¹Doutoranda em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária, UFMG, Brasil.

E-mail: marilia.fernandes@gmail.com

Introdução

Com os avanços no melhoramento genético do frango de corte, tem sido constante a necessidade de pesquisas visando à adequação das exigências nutricionais destas aves. Os microminerais são essenciais para os animais, ainda que em pequenas concentrações na dieta. Suas exigências são determinadas usando dietas purificadas, o que pode não refletir a real necessidade dos mesmos.

Normalmente, a suplementação de microminerais em dietas para aves é feita com uma ampla margem de segurança, o que significa desperdício e aumento do custo de produção. De modo geral, a suplementação de microminerais aos animais é feita utilizando formas salinas inorgânicas simples com biodisponibilidades diferentes, o que explica o fato de

suplementos minerais com os mesmos níveis nutricionais promoverem resultados de desempenho diferentes.

O zinco é importante na síntese, no armazenamento e na secreção de alguns hormônios. É um dos constituintes da metaloenzima anidrase carbônica e atua no equilíbrio ácido-base do organismo e na calcificação óssea (Leeson & Summers, 2001). Os tecidos, muscular e ósseo são as principais reservas de zinco e possuem capacidade de liberar possíveis excedentes em condições de deficiência na dieta (Underwood & Suttle, 1999). Esse mineral está diretamente associado ao crescimento e ao desenvolvimento do tecido ósseo. Outras funções atribuídas ao zinco são: proteção de membranas, metabolismo de prostaglandinas e metabolismo de lipídeos.



A literatura sobre suplementação mineral das aves é escassa e, muitas vezes, baseada em informações obtidas em pesquisas realizadas nas décadas de 50 e 60. Atualmente, a velocidade de crescimento, a conversão alimentar e composição de carcaça dos frangos são muito diferentes daquelas do passado. Estas diferenças não têm sido consideradas nas recomendações de exigências de minerais para os frangos.

Além disto, na prática, considera-se que para os microminerais não há diferença de biodisponibilidades entre as fontes. Para os vários processos vitais é necessário que os minerais estejam biodisponíveis e em completo equilíbrio tanto no organismo quando no fornecimento através da alimentação, pois quantidades deficientes ou excessivas podem gerar distúrbios.

Revisão de Literatura

Zinco

O zinco é um microelemento essencial, que está envolvido na atividade de mais de 300 enzimas (McCall; Huang & Fierke, 2000) as quais se encontram associadas aos

processos biológicos dos animais. Apresenta várias funções catalíticas, estruturais e reguladoras, apesar das baixas concentrações na maioria dos órgãos. As metaloenzimas dependentes de zinco encontram-se distribuídas em todos os tecidos do organismo exercendo funções importantes, entre as quais se destacam a síntese e degradação de carboidratos, lipídios e proteínas. Também é importante no funcionamento adequado do sistema imunológico, da transcrição e da tradução de polinucleotídeos (Salgueiro, 2000).

No alimento, admite-se que a presença de zinco não é indicativa de sua biodisponibilidade (Mafra & Cozzolino, 2004). Fatores antinutricionais presentes na dieta podem interagir com o zinco, complexando-o e afetando sua biodisponibilidade. A presença de fitatos e outros íons no alimento limitam a utilização do zinco, devido à formação de quelatos indigeríveis, o que ocorre em condições normais de alimentação.

Frações expressivas do zinco presente no milho e farelo de soja encontram-se indisponíveis nas dietas de frango de corte, em função da



presença de fatores antinutricionais, como o ácido fítico.

Dentre os fatores antinutricionais de maior destaque na alimentação dos monogástricos, o fitato tem recebido atenção devido a sua ação formadora de compostos insolúveis com o zinco, cálcio e íons bivalentes. Aminoácidos como a histidina e cisteína e outras substâncias podem agir como facilitadores de absorção aumentando a disponibilidade de zinco (Clydesdale, 1998).

Nos ossos o zinco exerce funções importantes no crescimento e desenvolvimento, atuando na diferenciação de condrócitos, osteoblastos e fibroblastos (Brandão Neto, 1995).

A absorção de zinco ocorre principalmente no intestino delgado (Cousins, 1985), sendo transportada para o interior da membrana celular através de carreadores (Underwood & Suttle, 1999). Dentro da célula da mucosa, a transferência do zinco é realizada através da metalotioneína, proteína produzida no fígado, cuja síntese é influenciada pelos níveis dietéticos e plasmáticos de zinco (McDowell, 1992).

O zinco está distribuído por todo o organismo. No fígado é armazenado na forma da metalotioneína e no tecido ósseo funciona como reserva. Em excesso, é acumulado para ser liberado nas situações de deficiência (Emmert & Baker, 1995).

Funções metabólicas do zinco

São conhecidas diversas funções metabólicas que o zinco participa nos seres vivos, chegando a ser considerado o metal mais amplamente usado no metabolismo animal.

O zinco está presente em todos os organismos vivos e atua tanto estruturalmente como cataliticamente em metaloenzimas (O'Dell, 1992).

Metaloenzimas de zinco são reconhecidas em todos os seis tipos de enzimas, na qual incluem oxido redutases (catalisando oxido reduções entre dois substratos), transferases (catalisando a transferência de um grupo exceto hidrogênio), hidrolases (catalisando a hidrolise de ésteres, éter, peptídeo, ácido anidro, C - C, C - haleto), liases (catalisando a remoção de grupos a partir de substratos por mecanismos que quebram duplas



ligações), isomerases (catalisando a conversão de isômeros ópticos, geométricos ou de posição), e ligases (catalisando a quebra de uma interligação pirofosfato em ATP ou composto similar) (Keilin & Mann, 1940).

O zinco exerce importante função na síntese, no armazenamento e na secreção de hormônios. Segundo Georgievskii (1982), o zinco não faz parte da molécula de insulina, mas intensifica o seu efeito hipoglicêmico, estabilizando sua molécula e protegendo-a da decomposição pela insulinase.

O zinco mantém a concentração normal de vitamina A no sangue e está relacionado com o mecanismo da visão, participando na síntese da proteína transportadora do retinol (Underwood, 1977). Desempenha importante papel nas células epiteliais; é essencial para manter a integridade do sistema imunológico e participa no balanço hídrico de cátions (Cousins, 1979; Pimentel et al., 1991a).

Mecanismo de absorção, transporte, armazenamento e excreção de zinco

O mecanismo de absorção do zinco ainda não é completamente entendido, embora existam pesquisas que têm elucidado certos aspectos dos processos envolvidos. Em pintos, a absorção de zinco ocorre tanto no proventrículo como no intestino delgado. A absorção de zinco depende da presença de um transportador de membrana (Maiorka & Macari, 2002).

No interior do enterócito, o zinco pode se ligar a uma proteína produzida pelo fígado chamada metalotioneína que possui alta afinidade pelo zinco. A síntese da metalotioneína é influenciada tanto pelo nível de zinco da dieta quanto pela concentração plasmática de zinco. O papel da metalotioneína é regular a quantidade de zinco que entra no corpo. A metalotioneína atua como a principal forma de reserva de zinco no fígado, e pode ser prontamente mobilizada durante as necessidades metabólicas. No plasma, o zinco é transportado ligado à albumina (Maiorka & Macari, 2002).

Alguns componentes da dieta podem reduzir a absorção de zinco, incluindo fitatos, gorduras saturadas, fibra, cálcio, fósforo, sódio, potássio,



cobre, cádmio e cromo. A utilização de enzimas que desdobram o fitato em dietas à base de milho e farelo de soja pode reduzir significativamente a necessidade de suplementação de zinco (Roberson & Edwards, 1994).

Após a absorção, de 30 a 40% do zinco que entram no sistema venoso hepático são extraídos pelo fígado, posteriormente liberados dentro da corrente sanguínea. O zinco da circulação é incorporado dentro de vários tecidos extra-hepáticos com diferentes taxas de *turnover* (Hambidge et al., 1987). O zinco passa para o soro ligado a duas principais frações. Aproximadamente 2/3 do zinco do plasma são ligados à albumina e o restante é ligado à α -2-macroglobulina. O zinco complexado com a albumina é prontamente usado pelos tecidos (McDowell, 1992).

Apesar de o zinco ser largamente distribuído pelo corpo, os animais têm capacidade limitada para armazená-lo em uma forma que possa ser rapidamente mobilizada para evitar uma deficiência (Underwood, 1977). Segundo McDowell (1992), as reservas que são prontamente disponíveis são tão pequenas, que uma mudança para uma

dieta com o nível de zinco muito baixo, provoca decréscimo na concentração de zinco no soro em um período máximo de 24 horas.

O zinco é excretado nas fezes. A maior parte do zinco fecal é proveniente da dieta que não foi absorvido e, em menor quantidade, zinco de origem endógena que foi secretado dentro do intestino delgado. Do zinco fecal endógeno, 1/4 é proveniente do suco pancreático e o restante deriva das secreções gastrointestinais, biliares e do ceco (Underwood, 1977).

Deficiência e toxidez de zinco

A deficiência de zinco em aves não é severa. Contudo, quando ela é moderada, há redução nas taxas de crescimento, de eficiência alimentar e retardamento no crescimento. Pode proporcionar ainda hipogonadismo nos machos com falha na espermatogênese, decréscimo na taxa de eclosão dos ovos e empenamento deficiente. Em pintinhos há lesões na pele com dermatite nos pés, pernas e ao redor do bico. A pele dos pintos mostra hiperqueratose e suave afinamento da epiderme (Underwood, 1977).



Segundo McDowell (1992), a deficiência de zinco afeta a formação do esqueleto, os ossos longos sofrem redução no seu comprimento e espessura, de forma proporcional ao grau de deficiência. Ocorrem mudanças e desproporções nos outros ossos, dando uma semelhança histológica com a perose. Há redução no nível do zinco no plasma sanguíneo, e elevação do valor de hematócrito.

O excesso de zinco na dieta é relativamente não tóxico para animais e seres humanos. Ambos apresentam considerável tolerância para o consumo elevado de zinco (Fosmire, G.J. 1990). Entretanto, altos níveis de zinco na dieta podem resultar em taxas de crescimento reduzida em pintinhos, lesões da moela e do pâncreas em galinhas poedeiras (Dewar et al., 1983), e elevada mortalidade em pintos (Blalock & Hill, 1988).

Zinco na nutrição de frangos de corte

O zinco é um elemento traço que é necessário para o crescimento normal e manutenção, e entre outras funções, desenvolvimento ósseo, empenamento, processos enzimáticos, e regulação do

apetite em aves (Batal et al., 2001). Existem duas formas comerciais de fontes de zinco inorgânico usadas pela indústria avícola: óxido de zinco (ZnO : 72% Zn) e sulfato de zinco monohidratado ($ZnSO_4 \cdot H_2O$: 36% Zn) (Wedekind & Baker, 1990; Batal et al., 2001).

Da suplementação de zinco nas rações, 80-90% é ZnO , o qual é menos biodisponível para aves do que o $ZnSO_4$ (Fosmire, 1990; Sandoval et al., 1997). Entretanto, o sulfato (sal ácido) é altamente solúvel em água, permitindo que íons reativos de metal promovam a formação de radicais livres, os quais facilitam reações que levam a degradação de vitaminas, gorduras e óleos, diminuindo o valor nutricional da dieta (Batal et al., 2001).

Atualmente, têm-se utilizado o zinco quelatado na suplementação de rações, buscando-se uma maior biodisponibilidade.

Segundo Leeson & Summers (1997), os minerais quelatados são definidos como sendo uma mistura de elementos minerais ligados a algum tipo de carregador. Podendo ser um aminoácido ou polissacarídeo capaz de ligar covalentemente com aminos ou



oxigênio formando estruturas cíclicas. Esses minerais possuem preços mais elevados que os inorgânicos, mas espera-se que ocorra uma maior biodisponibilidade.

Pimentel, et al. (1991a) não observaram diferença na biodisponibilidade de zinco na forma de zinco metionina quando comparado com forma inorgânica de zinco. Entretanto Wedekind (1992) realizando estudo sobre biodisponibilidade de diversas fontes de zinco observou melhora na deposição óssea desse mineral para as aves que haviam recebido o zinco na forma de zinco metionina, concluindo que a biodisponibilidade é maior para a forma orgânica do que para a forma inorgânica do mineral.

Nobre et al. (1993) estudaram a biodisponibilidade de zinco para frangos de corte com dietas a base de milho e farelo de soja e como medida de resultado a deposição desse elemento na tíbia. Estes autores encontraram valores de biodisponibilidades relativas de 96% para o sulfato e de 104% para o óxido.

A fonte pura para análise (PA) utilizada como padrão (100%) foi o óxido de zinco.

Hossain et al. (1994), trabalhando com frangos de corte encontraram alta biodisponibilidade relativa do zinco para a fonte óxido (134,7%), sendo que a fonte carbonato apresentou baixa biodisponibilidade (58,8%), utilizando o óxido de zinco PA como padrão (100%).

Lee et al. (2001) observaram um aumento na concentração sanguínea de cobre e zinco em frangos de corte e uma diminuição na concentração desses minerais nas excretas quando foram utilizadas fontes quelatadas dos minerais nas rações, concluindo que a suplementação com fontes quelatadas são mais biodisponíveis e podem ser suplementadas em menores concentrações nas dietas quando comparadas com suplementação inorgânica.

Owens et al. (2009), avaliaram a suplementação de níveis de zinco para frangos de corte, utilizando três fontes de zinco (óxido de zinco, zinco proteinado e zinco quelatado).

Concluíram que o nível recomendado está em excesso e que não há nenhum benefício em utilizar minerais quelatados ou proteinados.



Considerações Finais

O zinco desempenha muitos papéis no metabolismo dos frangos de corte. Em baixas concentrações, é um nutriente essencial e exerce função como cofator de várias enzimas. Chegando a ser considerado o metal mais amplamente usado no metabolismo animal.

O zinco está envolvido na função celular imune e a deficiência de zinco pode causar conseqüências indiretas no sistema imunológico, diminuindo a imunidade das aves.

A absorção intestinal do zinco é realizada por difusão facilitada e o mecanismo não é bem compreendido ainda. A absorção é também influenciada pela fonte de zinco utilizada na ração, algumas são menos biodisponíveis.

Futuros estudos são necessários para entender os mecanismos envolvidos na absorção intestinal do zinco. E, também, estudos de comparação de disponibilidade biológica entre as fontes de zinco disponíveis para alimentação animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATAL, A.B.; PARR, T.M.; BAKER, D.H. Zinc bioavailability in tetrabasic zinc chloride and the dietary zinc requirement of young chicks fed a soy concentrate diet. **Poultry Science**, v.80, p. 87-90, 2001.

BLALOCK, T.L.; HILL, C.H. Studies on the role of iron in zinc toxicity in chicks. *Biol. Trace Element Research*, v.17, p. 17-29, 1988.

BRANDÃO-NETO, J.; STEFAN, V.; MENDONÇA, B.B.; BLOISE, W.; CASTRO, A.V.B. The essential role of zinc in growth. **Nutrition Research**, v.15, n. 3, 1995. 335

CLYDESDALE, F.M. Mineral interactions in foods. In: BODWELL, C.E.; ERDMAN, Jr.J.W. **Nutrient interactions**. New York: Marcel Dekker, 1998. p. 257-268.

REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME – ISSN 1983-9006

www.nutritime.com.br

Metabolismo do zinco na nutrição de frangos de corte e suas respostas no desempenho e no sistema imune

Artigo 183 - Volume 9 - Número 06 – p. 2104 – 2115 - Novembro/Dezembro 2012



COUSINS, R.J. Regulatory aspects of zinc metabolism in liver and intestine. *Nutrition Reviews*, v.37, p. 97-103, 1979.

CONSINS, R.J. Absorption, transport and hepatic metabolism of copper and zinc: special reference to metallothionein and ceruloplasmin. *Phy. Rev.*, v. 65. p. 238-309, 1985.

DEWAR, W.A.; WIGHT, P.A.L.; PEARSON, R.A.; et al. Toxic effects of high concentrations of zinc oxide in the diet of the chick and laying hens. *Brazilian Poultry Science*, v.24, p. 397-404, 1983.

EMMERT, J.L.; BAKER, D.H. Zinc stores in chickens delay the onset of zinc deficiency symptoms. *Poultry Science*, v. 74. p. 1011-1021, 1995.

FOSMIRE, G.J. Zinc toxicity. *American Journal of Clinical Nutrition*, v.51, p. 225-227, 1990.

GEORGIEVSKII, V.I.; General information on minerals. In: GEORGIEVSKII, V.I.; ANNENKOV, B.N.; SAMOKHIN, V.T. *Mineral Nutrition of Animals*. London, Butterworth, p. 11-56, 1982.

HAMBIDGE, K.M.; CASEY, C.E.; KREBS, N.F. Zinc. In: MERTZ, W. *Trace elements in human and animal nutrition*. 5th ed. San Diego, Academic Press, v.2, p. 1-137, 1987.

HOSSAIN, S.M.; BERTECHINI, A.G.; NOBRE, P.T.C. Egg production, tissue deposition and mineral metabolism in two strains of commercial layers with various levels of manganese in diets. *Animal Feed Science and Technology*. v. 46, p. 271-275. 1994.



KEILIN, D.; MANN, T. Carbonic anhydrase, purification and nature of the enzyme. *Biochemistry Journal*, v.34, p. 1163-1176, 1940.

LEE, S.H.; CHOI, B.J.; CHAE, B.J.; LEE, J.K.; ACDA S.P. Evaluation of metal-amino acid chelates and complexes at various levels of copper and zinc in weanling pigs and broiler chicks. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, v.14, n.12, p.1734-1740, 2001.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Commercial Poultry Nutrition**. 2^a ed. Guelph, Ontario: University Books, 1997.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chickens**. 4^a ed. Guelph: University Books, 2001. 591 p.

MAFRA, D.; COZZOLINO, S.M.F. The importance of zinc in human nutrition. **Rev. Nutr.** Campinas, v. 17, n.1, 2004.

MAIORKA, A.; MACARI, M. Absorção de Minerais. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.

MCCALL, K.A.; HUANG, C.C.; FIERKE, C.A. Function and mechanism of zinc metalloenzymes. *Journal of Nutrition*, v. 130 (5): 1437S-46, 2000.

MCDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academy Press, 1992. 524 p.

NOBRE, P.T.C. **Exigência e biodisponibilidade de fontes inorgânicas de manganês para frangos de corte**. Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1993. 59p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1993.

REVISTA ELETRÔNICA NUTRITIME – ISSN 1983-9006

www.nutritime.com.br

Metabolismo do zinco na nutrição de frangos de corte e suas respostas no desempenho e no sistema imune

Artigo 183 - Volume 9 - Número 06 – p. 2104 – 2115 - Novembro/Dezembro 2012



O'DELL, B.L. Zinc plays both structural and catalytic roles in metalloproteins. **Nutrition Rev.**, v.50, p.48-50, 1992.

OWENS, B.; McCANN, M.E.E.; PRESTON, C. The effect of substitution of inorganic zinc with proteinated or chelated zinc on broiler chick performance. **Poultry Science**, v.18, p. 789-794, 2009.

PIMENTEL, J.L.; COOK, M.E.; GREGER, J.L. Immune response of chick fed various levels of zinc. **Poultry Science**, v.70, p. 947-954, 1991a.

ROBERSON, K.; EDWARDS Jr., H.M. Effects of 1,25-dihidroxycholecalciferol and phytase on zinc utilization in broiler chicks. **Poultry Science**, v.73, p. 1321-1326, 1994.

SALGUEIRO, M.J.; BIOCH, M.Z.; LYSIONEK, A.; et al. Zinc as na essential micronutrient: a review. **Nutrition Research**, n.5, v.20, p. 737-755, 2000.

SANDOVAL, M.; HENRY, P.R.; AMMERMAN, C.B.; et al. Littell, relative bioavailability of supplemental inorganic zinc sources for chicks. **Journal of Animal Science**, v.75, p. 3195-3205, 1997.

UNDERWOOD, E. **Trace elements in human and animal nutrition**. 4th. New York, Academic Press, 1977. 545p.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3^a ed. Wallingford: CABI, 1999. 614 p.

WEDWKIND, K.J.; BAKER, D.H. Zinc bioavailability in feed-grade sources of zinc. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 684-689, 1990.



WEDWKIND, K.J. Methodology for assessing zinc bioavailability: efficacy estimative for zinc-methionine, zinc sulfate and zinc oxide. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 178-187, 1992.