

DALTON CÉSAR MILAGRES RIGUEIRA

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ZINCO PARA FRANGOS DE
CORTE MACHOS E FÊMEAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2003

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

R572e Rigueira, Dalton César Milagres, 1971-
2003 Exigências nutricionais de zinco para frangos de corte
machos e fêmeas / Dalton César Milagres Rigueira. –
Viçosa : UFV, 2003
73p. : il.

Orientador: Paulo Cezar Gomes
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de
Viçosa

1. Frango de corte - Nutrição - Exigências. 2. Frango de
corte - Exigências de zinco. 3. Zinco na nutrição de fran-
gos de corte. 4. Frango de corte - Alimentação e rações.
I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 636.50852
CDD 20.ed. 636.50852

DALTON CÉSAR MILAGRES RIGUEIRA

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ZINCO PARA FRANGOS DE
CORTE MACHOS E FÊMEAS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

Aprovada: 11 de março de 2003.

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino
(conselheiro)

Prof. Sérgio Luiz de Toledo Barreto

Prof. Paulo César Brustolini

Dr. Júlio Maria Ribeiro Pupa

Prof. Paulo Cezar Gomes
(Orientador)

A Deus,

Aos meus pais, Vanir e Maria das Graças, pelo estímulo e apoio.

À minha esposa, Valdirene, pela compreensão e amizade dedicada nos momentos difíceis e delicados.

Às minhas filhas, Bianca e Raíssa, pelo carinho e amor.

Aos meus irmãos Evandro, Leandro e Vanessa pela motivação.

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa, por intermédio do Departamento de Zootecnia (DZO), e à Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Paulo Cezar Gomes, pela orientação, pelo estímulo, pelos ensinamentos, pela confiança e pela amizade, aos professores Horácio Santiago Rostagno e Luiz Fernando Teixeira Albino pelas sugestões e aconselhamentos, ao aluno de doutorado Gilciano Saraiva Noqueira pelo auxílio nas análises estatísticas e sugestões, e ao professor Sérgio Luiz de Toledo Barreto e ao Dr. Júlio Maria Ribeiro Pupa, pelas sugestões.

Aos Colegas de curso Marlene Schmidt e Edwiney Sebastião Cupertino e funcionários da seção de Avicultura-DZO, da Universidade Federal de Viçosa, que tenham de alguma forma contribuído direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Dalton César Milagres Rigueira, filho de Vanir José David Rigueira e Maria das Graças Milagres Rigueira, nasceu no dia 8 de outubro de 1971 em São Miguel do Anta, Minas Gerais.

Em Fevereiro de 1995 iniciou o curso de graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, colando grau em janeiro de 2000.

Em agosto de 2000, iniciou o curso de pós-graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos e submetendo-se a defesa de tese em 11 de março de 2003.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Funções metabólicas do zinco.....	3
2.2 Absorção, transporte, armazenamento e excreção de zinco	5
2.3 Deficiência e toxidez de zinco	7
2.4 Concentração de zinco nos ossos no soro e no fígado.....	9
2.5 Exigências de zinco para frangos de corte.....	10

CAPÍTULO 1.....	14
EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE ZINCO PARA FRANGOS DE CORTE DE 8 A 21 DIAS DE IDADE.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	30
CAPÍTULO 2.....	31
EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE ZINCO PARA FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE.....	31
1. INTRODUÇÃO.....	31
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	46
CAPÍTULO 3.....	47
EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE ZINCO PARA FRANGOS DE CORTE DE 43 A 54 DIAS DE IDADE.....	47
1. INTRODUÇÃO.....	47
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	49
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	60
CONCLUSÕES GERAIS.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62
APÊNDICE.....	68

RESUMO

RIGUEIRA, Dalton César Milagres, M.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2003. **Exigências nutricionais de zinco para frangos de corte machos e fêmeas**. Orientador: Paulo Cezar Gomes. Conselheiros: Luiz Fernando Teixeira Albino e Horácio Santiago Rostagno.

Com o objetivo de determinar as exigências nutricionais de zinco (Zn) para frangos de corte machos e fêmeas, nas fases inicial (8 a 21 dias), de crescimento (22 a 42 dias) e de terminação (43 a 54 dias), três experimentos foram conduzidos, utilizando 384, 288 e 192 aves, respectivamente, sendo metade fêmea e metade macho para cada experimento. Foram confeccionadas três dietas basais atendendo as exigências nutricionais das aves, com exceção do Zn que permaneceu deficiente ao nível de 12 ppm (fase inicial e final) e 13 ppm (fase de crescimento). Os tratamentos, nos três experimentos, consistiram dos níveis de suplementação de Zn, provenientes do Óxido de zinco em substituição à areia lavada, usada como inerte nas dietas experimentais, resultando num total de 12,0; 37,0; 62,0; 87,0; 112,0 e 137,0 ppm de zinco (fase inicial e terminação) e de 13,0; 38,0; 63,0; 88,0; 113,0 e 138,0 (fase de crescimento). As variáveis avaliadas foram: ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), concentração de zinco no osso (ZnO), concentração de zinco no fígado (ZnF) e concentração de zinco no soro (ZnS). No experimento I, houve efeito dos níveis de Zn sobre as concentrações de (ZnS) e (ZnO), sendo que para esta última variável ocorreu interação entre os sexos. As exigências estimadas foram de 86,12 ppm para frangos de corte machos e de 85,70 ppm para fêmeas. Já para a variável ZnS a exigência estimada foi de 113,55 ppm. Entretanto, considerando a importância do Zn no desenvolvimento ósseo, concluiu-se que a exigência de Zn é de 86,12 ppm para frangos de corte machos e de 85,70 ppm para fêmeas, de 8 a 21 dias de idade. No experimento II, houve interação ($P > 0,05$) entre sexo e níveis de zinco, para a variável (ZnO), portanto, existem equações distintas para cada sexo. Os valores de exigência de Zn pelas aves foram de 82,20 ppm para frangos de corte machos e de 85,70 ppm para fêmeas. Entretanto, houve efeito dos níveis de Zn na dieta ($P < 0,05$) sobre a concentração de (ZnS), sendo que para esta variável a exigência de Zn foi de 96,65 ppm. Considerando a

importância do Zn no desenvolvimento ósseo, conclui-se, que as exigências deste mineral pelas aves foram de 82,20 ppm para frangos de corte machos e de 85,70 ppm para fêmeas de 22 a 42 dias de idade. No experimento III, considerando a não interferência dos níveis de Zn sobre as variáveis de desempenho e da ZnO e considerando que o fígado acumula o excesso de Zn fornecido nas dietas, sugeriu-se que os níveis de zinco de 25 a 30 ppm, normalmente, presentes em dietas práticas à base de milho e farelo de soja são suficientes para promover o desenvolvimento dos frangos de corte de 43 a 54 dias de idade, não havendo assim necessidade de suplementação desse mineral nas dietas.

ABSTRACT

RIGUEIRA, Dalton César Milagres, M.S., Universidade Federal de Viçosa, march 2003. **Demands of nutrition in zinc for broilers males and female**
Adroiser: Paulo Cezar Gomes. Committee members: Luiz Fernando Teixeira Albino and Horácio Santiago Rostagno.

With the objective of determining the demands of nutrition in zinc (Zn) for chickens males and female, in the phases initial (8 to 21 days), of growth (22 to 42 days) and termination (43 to 54 days), three experiments were led, using 384, 288 and 192 birds, respectively. Three basic diets were made assisting the demands of nutrition of the birds, except for Zn that stayed deficient at the level of 12,0 ppm (phases initial and termination) and 13 ppm (of growth). The treatments of the three experiments consisted of the levels supplementary of Zn, coming of the oxide of zinc in substitution to the washed sand, used as inert in the experimental diets, resulting in a total of 12,0; 37,0; 62,0; 87,0; 112,0 and 137,0 ppm of zinc (phases initial and termination) and the 13,0; 38,0; 63,0; 88,0; 113,0 and 138,0 ppm the zinc (of growth). The appraised variables were: I win of weight (GP), ration consumption (CR), alimentary conversion (CA), concentration of zinc in the bone (ZnO), concentration of zinc in the liver (ZnF) and concentration of zinc in the serum. In the experiment I, there was effect of the levels of zinc about the concentrations the (ZnS) and the (ZnO), and for this last variable it happened interaction among the sexes. The dear demands went of 86,12 ppm to chickens of cut males and of 85,70 ppm for females. Already for the variable ZnS the dear demand was of 113,55 ppm. However considering the importance of Zn in the bony development, it was ended that the demand of Zn is of 86,12 ppm for chickens of cut males and of 85,70 ppm for females, from 8 to 21 days of age. In the experiment II, there was interaction ($P>0,05$) between sex and level of zinc, for variable (ZnO). The values of demand of zinc for the birds went of 82,20 ppm to chickens of cut males and of 85,70 ppm for females. However, there was effect of the levels of zinc in the diet about the concentration the (ZnS), and for this variable the demand of zinc ($P>0,05$) it was of 96,65 ppm. Considering the importance of the zinc in the bony development. It is ended that the demand of zinc for the birds went of 82,20 ppm for chickens of cut males and of 85,70 ppm for females from 22 to 42 days of age. In the

experiment III, considering the non interference of the levels of zinc on the acting variables and of zinc in the bones and considering that the liver accumulates the excess of zinc supplied in the diets, it was suggested that the levels of zinc from 25 to 35 ppm, usually, presents in practical diets the corn base and soy bran are enough to promote the development of the cut chickens from 43 to 54 days of age, not having like this need of supplementary of that mineral in the rations.

1. INTRODUÇÃO

A suplementação de microminerais nas dietas de aves freqüentemente é feita em quantidades superiores às exigidas, na tentativa de assegurar o bom desempenho das mesmas. Isto ocorre, na maioria das vezes, devido a insegurança do nutricionista quanto à real exigência das aves. Os microminerais são essenciais para a atividade fisiológica dos animais, ainda que em pequenas concentrações na dieta, e normalmente suas exigências são determinadas usando dietas purificadas, o que pode não refletir a real necessidade destes nutrientes em dietas práticas. Por outro lado, é relevante mencionar que deficiência ou excesso de um mineral específico é diagnosticado com moderada dificuldade em pesquisas controladas, e com muita dificuldade em condições de campo (MILLER, 1984), dificultando o trabalho do nutricionista.

De maneira geral, a suplementação de minerais aos animais é feita usando as formas salinas inorgânicas simples com biodisponibilidade diferentes, o que explica o fato de suplementos minerais com os mesmos níveis nutricionais, darem resultados de desempenho diferentes.

Finalmente, deve ser destacado que a literatura mundial sobre os padrões de suplementação mineral dos animais é ainda baseada em conceitos oriundos de pesquisas das décadas de 50 e 60. Além disso, atualmente a criação de frangos com separação de sexos é usada em larga escala, havendo necessidade de determinar as exigências nutricionais para cada sexo.

Portanto, este tema é seguramente um fator importante e poderá contribuir com o aumento da produtividade das aves a menores custos e diminuir os resíduos no ambiente. Para que isto ocorra, torna-se necessário obter maiores informações a respeito da real exigência de zinco das aves.

O objetivo desta pesquisa foi determinar a exigência nutricional de zinco para frangos de corte machos e fêmeas nas fases inicial, crescimento e terminação.

2 . REVISÃO DE LITERATURA

2.1 – 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.

Segundo VALLEE & FALCHUK (1993), têm sido identificado nos microorganismos, plantas e animais, mais de 300 enzimas que requerem o zinco para suas funções. Entre estas enzimas podemos citar oxiredutases, transferases, ligases, hidrolases, liases e isomerases. Nestas seis classes de enzimas, que são estabelecidas pela União Internacional de Bioquímica, o zinco é o único metal encontrado em cada uma delas. De acordo com estes autores, duas propriedades do zinco precisam ser destacadas: Primeira, diferente dos outros metais, incluindo aqueles da série II B, o zinco não é tóxico. O mecanismo homeostático que regula sua entrada, distribuição e excreção das células e tecidos é tão eficiente que não são conhecidas desordens associadas com seu acúmulo excessivo, em contraste com o ferro, cobre, mercúrio e outros. Segunda, na função catalítica o metal participa diretamente na catálise, sendo que a enzima torna-se inativa com a sua retirada. Na função alostérica o zinco aumenta ou diminui a função catalítica

em conjunto com o sítio alostérico dependente de zinco. Na função estrutural o átomo de zinco é requerido apenas para dar estabilidade estrutural à proteína. Estas e outras propriedades químicas garantiram ao zinco uma atuação intensiva no metabolismo das proteínas, ácidos nucleicos, carboidratos e lipídios (LEHNINGER 1989 e RODWELL 1990), assim como no controle da transcrição gênica e outros processos biológicos fundamentais (COUSINS, 1979).

O zinco exerce função importante na síntese, no armazenamento e secreção de hormônios. Dentre os mais notáveis efeitos de deficiência de zinco sobre a produção e secreção de hormônios, estão aqueles relacionados com a testosterona, a insulina e a adrenocorticosteróides (McDOWELL, 1992). Segundo GEORGIEVSKII (1982), o zinco não faz parte da molécula de insulina, mas intensifica o seu efeito hipoglicêmico, estabiliza sua molécula protegendo-a da decomposição pela insulinase.

A taxa de crescimento é afetada quando existe deficiência de zinco, talvez porque há redução na biossíntese de ácidos nucleicos e utilização de aminoácidos para a síntese protéica. No esqueleto, as deformações ocorrem nos ossos longos, os quais tornam-se curtos e menos espessos e com reduzida cartilagem epifiseal (STARCHER et al., 1980).

Além dessas funções, o zinco desempenha papel importante nas células epiteliais da pele; é essencial para manter a integridade do sistema imunológico (COUSINS, 1979 e PIMENTEL et al., 1991a) e participa no balanço hídrico de cátions. Mantém a concentração normal de vitamina A no sangue e está relacionado com o mecanismo da visão, provavelmente concernente com a síntese da proteína transportadora do retinol (UNDERWOOD, 1977).

Funções adicionais têm sido atribuídas para o zinco, tais como: proteção de membranas, efeito antioxidante protegendo os grupos sulfidrilas nas membranas; metabolismo de prostaglandinas; metabolismo de lipídios; crescimento de microorganismos, incluindo aqueles do rúmex.

2.2 – Absorção, Transporte, Armazenamento e Excreção de Zinco

O mecanismo de absorção de minerais em geral, a nível intestinal, ainda não é completamente entendido, embora existam muitas pesquisas que têm elucidado certos aspectos dos processos envolvidos.

O sítio de absorção varia de acordo com os diversos minerais e animais em estudo. Como exemplo, os experimentos conduzidos por VAN DER KLIS et al (1990) para determinar o sítio de absorção de Na, Ca, Mg e K no tratogastrointestinal de frangos, mostraram que o principal local de absorção desses minerais está situado entre a parte inferior do duodeno e final do jejuno, sendo que a absorção aparente de sódio continuou no íleo e reto. O zinco é absorvido, principalmente, no intestino delgado de animais monogástricos e no proventrículo de pintainhos, (UNDERWOOD, 1977).

O transporte do zinco do lume para a célula intestinal provavelmente requer ATP e um carreador, que se liga ao zinco formando um quelato (COUSINS, 1979). Existe grande número de quelatos, de baixo peso molecular, que aumenta a absorção de zinco sob condições experimentais, sendo eles citratos, picolinatos, ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) e aminoácidos como histidina e ácido glutâmico (HAMBIDGE et al. 1987 e McDOWELL 1992).

O complexo Zn-metionina foi comparado com o ZnO por PIMENTEL et al., (1991b) em experimentos com pintos, e os resultados mostraram que a dieta com Zn-metionina produziu maior teor de zinco no pâncreas do que a dieta com ZnO. Parece que a metionina protegeu o zinco da reação e complexação com outros compostos, os quais provavelmente não seriam absorvidos. Os quelatos têm sido estudados por cerca de 35 anos e até hoje o seu uso ainda é limitado. Certamente por causa do elevado custo quando comparado com o baixo custo das fontes dos compostos minerais.

Enquanto alguns quelatos servem para transportar e armazenar íons de zinco, melhorando a sua disponibilidade, outros quelatos podem interferir negativamente nesta disponibilidade. Tais quelatos são formados por acidente, pois não têm uso biológico, como o Zn-ácido fítico que prende 6 átomos de zinco (SCOTT et al., 1969).

Nos E.U.A., nos anos 50, a deficiência de zinco tornou-se problema depois que se começou a usar largamente o farelo de soja como fonte de proteínas, e que se observou que contêm altos níveis de fitato (CHEEKE, 1991). Além disso, TITUS & FRITZ (1971) citam que há tendência da proteína do farelo de soja ligar-se ao zinco tornando-o indisponível.

Dentre os componentes da dieta que podem reduzir a absorção de zinco são conhecidos: cálcio, fósforo, cobre, cádmio, cromo, sódio, potássio, ferro, cobalto, molibdênio, estanho, fitato, fitato+Ca, proteína, gordura e fibra (PENSACK et al., 1958; ROBERSON & SCHAIBLE, 1960a; OBERLEAS et al., 1962; HILL et al., 1963; SAVAGE et al., 1964; OIDEEL et al., 1964; HOEKSTRA et al., 1967; WHITEHEAD et al., 1971; HARMUTH-HOENE & SCHELENZ 1980; STAHL et al., 1980; GEORGIEVSKII 1982; MILLER 1984; STOREY & GREGER 1987; ROSTAGNO 1990 e MAHAN 1990) .

O fluxo de zinco da dieta para dentro da célula da mucosa intestinal depende da competição das substâncias ligantes (carreador) presentes no conteúdo intestinal. Dentro da célula da mucosa intestinal, o transporte do zinco é aparentemente regulado por uma proteína metal-ligante produzida pelo fígado denominada metalotioneína. A síntese de metalotioneína é influenciada pelo nível de zinco na dieta e pela concentração de zinco no plasma, podendo regular a entrada de zinco para o corpo, desempenhando função central na homeostase do zinco (COUSINS, 1979). Esta função da metalotioneína pode ajudar na determinação do status de zinco no corpo. Segundo LOWE et al (1991), o nível de zinco no soro sanguíneo é freqüentemente utilizado para avaliar o estatus de zinco do organismo, mas o animal em estado de estresse pode provocar queda no nível de zinco do soro, não associada à deficiência de zinco na dieta. Esta situação pode ser identificada, segundo KING (1990), pela concentração de metalotioneína do soro. A concentração de metalotioneína do soro reflete a sua concentração hepática, e é reduzida quando o zinco da dieta é baixo. Contudo, em resposta a um estresse, a concentração hepática de metalotioneína eleva-se, aumentando também seu nível no soro, enquanto o nível de zinco no soro será reduzido. Assim, medindo simultaneamente a concentração do zinco e da metalotioneína no soro, pode ser feita a diferenciação de um baixo nível de zinco devido à sua deficiência na dieta daquele provocado por um estresse, infecção ou outra condição metabólica.

Após a absorção, o zinco passa para o soro ligado a duas principais frações. Cerca de 2/3 do zinco do plasma são ligados fracamente à albumina e o restante é fortemente ligado à α_2 -macroglobulina. O zinco complexado com a albumina é prontamente usado pelos tecidos (McDOWELL, 1992). Aproximadamente, 30 a 40% do zinco que entram no sistema venoso hepático são extraídos pelo fígado, do qual são posteriormente liberados dentro da corrente sangüínea. O zinco da circulação é incorporado, em diferentes taxas, dentro de vários tecidos extra-hepáticos que têm diferentes taxas de **turnover** (HAMBIDGE et al., 1987).

Apesar do zinco ser largamente distribuído no corpo, os animais têm limitada capacidade para armazená-lo em uma forma que possa ser rapidamente mobilizada para evitar uma deficiência UNDERWOOD (1977). McDOWELL (1992) afirma que 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 num período máximo de 24 horas. A metalotioneína atua como a principal forma de reserva de zinco no fígado, e pode ser prontamente mobilizada durante as necessidades metabólicas. Tem sido sugerida também outra forma de reserva de zinco, que é a superóxido dismutase do fígado.

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

2.3 – Deficiência e toxidez de zinco

A ocorrência de deficiência de zinco em aves é bastante raro. A idade das aves, a quantidade de zinco presente na dieta, a interferência de fatores antagonistas, como fitato e cálcio, são os principais fatores que possibilitam o aparecimento de deficiências. A deficiência aparece com mais freqüência em aves jovens, particularmente as oriundas de galinhas deficientes (McDOWELL, 1992).

Segundo (UNDERWOOD, 1977) a deficiência de zinco em aves não é severa. Contudo, quando ela é moderada, há redução nas taxas de crescimento, de eficiência alimentar e, de produção de ovos; no retardamento do crescimento; alteração da cor das cristas das aves e atraso no início da postura dos ovos. O autor comenta ainda que os efeitos da deficiência de zinco podem proporcionar hipogonadismo nos machos com falha na espermatogênese; decréscimo na taxa de eclosão dos ovos, impedindo o desenvolvimento com alta taxa de mortalidade do embrião. A deficiência de zinco em pintos, perus, faisões e codornas, resulta em 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.

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 e ocorrem mudanças e desproporções nos outros ossos, dando uma semelhança histológica com a perose por deficiência de manganês. Aliado a isso há redução do nível de zinco no plasma sanguíneo, e elevação do valor do hematócrito acima do normal McDOWELL (1992).

Conforme foi citado, o zinco é considerado um elemento não tóxico VALLEE & FALCHUK (1993). Entretanto, segundo o NRC (1984), para muitas espécies os sintomas evidentes de toxidez de zinco aparecem quando níveis ao redor de 1000 ppm são incorporados a uma dieta a base de milho e soja. Por outro lado, 1000 ppm de zinco na dieta não causaram efeitos evidentes em pintos (UNDERWOOD, 1977) e acima de 3000 ppm foi observada apenas redução na taxa de crescimento (JOHNSON et al., 1962). (LEESON & SUMMERS, 1982) usaram 5 níveis de zinco (50, 100, 200, 400 e 800 ppm) em dietas para frangos de corte, e aos 21 dias de idade não verificaram efeitos significativos das dietas sobre a taxa de crescimento e conversão alimentar.

Leitões, aves, carneiros e bovinos possuem considerável tolerância a alto consumo de zinco. A extensão dessa tolerância depende, em parte, da espécie animal, mas principalmente da natureza da dieta, especialmente do seu relativo conteúdo de Ca, Cu, Fe e Cd, com os quais o zinco interage no processo de absorção e utilização (UNDERWOOD, 1981).

TEIXEIRA (1994), usando 4 níveis de Zn suplementar (30, 60, 90 e 120 ppm) em dietas para frangos de corte, determinou que a exigência aos 21 dias de idade foi de 44 ppm de Zn suplementar, avaliada por meio da deposição de Zn nas tíbias

Nos anos 70 foi estimulado grande número de pesquisas com dietas contendo alta concentração de zinco (20000 ppm), como método de controle da produção de ovos em galinhas, ocasionando a muda forçada. Quando estas dietas foram fornecidas para galinhas, houve rápida redução do consumo de ração, seguida logo após por uma cessação na produção de ovos (SCOTT e GREGER, 1976) .

WILLIAMS et al (1989) conduziram experimentos para estudar os efeitos da alta concentração de zinco na ração sobre a deposição desse elemento nos diversos tecidos de galinhas poedeiras. Forneceram ração com 20000 ppm de zinco durante 4 dias e depois a mesma ração sem adição de zinco. A concentração de zinco no fígado, nos rins e no pâncreas subiu aproximadamente 25 e 10,3 vezes, respectivamente. As concentrações de zinco no fígado e rins voltaram ao normal 18 dias após o tratamento, mas a do pâncreas manteve-se elevada. Além disso, houve redução no peso do ovário e oviduto, medida 10 dias após o tratamento.

Para estudar a possibilidade de alternativa para fazer restrição alimentar durante o crescimento de matrizes pesadas, DEWAR et al., (1983) forneceram às aves dietas com o nível de zinco variando de 1000 a 6000 ppm. Os resultados mostraram lesões na moela e no pâncreas das aves, em todos os tratamentos. Na moela, fissuras e úlceras foram visíveis na camada epitelial, ao passo que no pâncreas as lesões só foram detectadas microscopicamente. No tratamento com 6000 ppm de zinco houve alta mortalidade e foram observados severos casos de ruptura da aorta, entretanto não encontraram diferenças das concentrações de zinco na tíbia.

2.4 Concentração de zinco nos ossos, no soro e no fígado

Em condições normais, a concentração de zinco nos ossos geralmente é elevada, situando-se entre 100 a 250 ppm no tecido fresco ou seco, respectivamente HAMBIDGE et al., (1987).

TEIXEIRA (1994), afirma que os animais em crescimento, alimentados com dietas contendo níveis subótimos de zinco resulta em redução de sua concentração nos ossos. Este declínio é mais acentuado do que em outros tecidos e pode, por exemplo, refletir melhor o status de zinco no corpo do que o plasma, a tíbia de aves tem sido amplamente usada em experimentos para determinar as exigências nutricionais e biodisponibilidade de minerais de fontes orgânicas (FIALHO, 1991) e inorgânicas (LEDOUX et al., 1989; WEDEKIND & BAKER, 1990; LEDOUX et al., 1991 e NOBRE et al., 1993).

O teor de zinco no plasma sangüíneo é utilizado como parâmetro para avaliar o status de zinco no organismo. Contudo, a literatura recente tem mostrado que os pesquisadores têm evitado a sua utilização. Com a comprovação satisfatória da técnica proposta por KING (1990) , na qual são medidos simultaneamente os teores de zinco e de metalotioneína no plasma, este parâmetro se tornará, talvez, bastante útil nas pesquisas com zinco.

As aves contêm aproximadamente 239 mg de zinco/kg de fígado seco (HOSSAIN & BERTECHINI, 1994), sendo este nível afetado pelo nível de zinco na dieta.

Nos hepatócitos, o zinco encontra-se no núcleo, mitocôndrias e no citoplasma, sendo que nestes dois últimos é encontrado o mais alto nível de zinco por unidade de proteína HAMBIDGE et al., (1987). Segundo McDOWELL, (1992), a principal forma de armazenamento de zinco no fígado é ligada à metalotioneína e, em menor quantidade, ligado à superóxido dismutase. NOBRE et al., (1993), afirma que apesar do fígado ser muito utilizado nas pesquisas com zinco, vários autores têm relatado que ele é menos sensível a uma variação de zinco na dieta quando comparado com a tíbia.

2.5 Exigências de zinco para frangos de corte

Os padrões de suplementação de zinco usados atualmente são baseados em pesquisas bastante antigas. O NRC (1994) tomou como base as pesquisas principalmente realizadas nas décadas de 50 e 60, como as de (EDWARDS et al. 1959, LEASE et al. 1960, ROBERSON & SCHAIBLE, 1958, 1960a e 1960b e VOHRA & KRATZER 1964) . Segundo ANNENKOV (1982), naquela época era comum o uso de dietas purificadas ou semipurificadas, as quais não davam ao animal a oportunidade de expressar o máximo do seu

potencial genético de crescimento, e usavam apenas as medidas de desempenho para avaliar as exigências. O autor ainda comenta que, as exigências de minerais são freqüentemente determinadas através da sua concentração em órgãos, tecidos, ou no corpo como um todo, em animais alimentados com dietas contendo diferentes níveis do mineral em estudo.

A exigência de zinco, especialmente em não ruminantes, é afetada dentre outros fatores, pela fonte de proteína, pelo ácido fítico e pelo consumo de cálcio MILLER (1984), em menor proporção, a fibra, a gordura, a doença e a taxa de crescimento DEWAR (1986).

O zinco tem alta afinidade para formar complexos ligando-se a certos tipos de proteínas; haja visto que ele participa amplamente do sistema enzimático ligando-se em, aproximadamente, 300 enzimas (VALLEE & FALCHUK, 1993). A proteína da soja tem uma grande afinidade para se ligar ao zinco, tornando-o indisponível. Além disso, a soja contém considerável quantidade de fitato que pode complexar.

(HOSSAIN & BERTECHINI, 1994) usaram dietas à base de milho-farelo de soja (20 ppm de Zn na ração basal) para pintos de corte, com suplementação de Zn em níveis crescentes e dois sistemas de criação. As aves criadas em baterias apresentaram maior concentração de Zn na tíbia quando receberam ração contendo 90 ppm, e quando criadas sobre a cama, apresentaram maior deposição de Zn na tíbia quando receberam ração contendo 80 ppm, indicando que os frangos podem utilizar alguma quantidade de zinco das fezes. Não houve influência dos tratamentos no desempenho das aves.

Com o objetivo de verificar se o zinco que ocorre naturalmente (sem suplementação) de uma dieta prática à base de milho - farelo de soja, (sem suplementação), é suficiente para manter normal a produção de ovos, a conversão alimentar e crescimento da progênie, STAHL et al (1986) conduziram experimentos com galinhas Leghorn usando 0, 10, 20 e 40 ppm de suplementação de Zn na dieta basal (28 e 34 ppm de Zn). A produção de ovos, consumo de ração, conversão alimentar, fertilidade e eclodibilidade dos ovos não melhoraram com a suplementação de zinco. Os pintos provenientes desses ovos, quando foram normalmente criados não mostraram diferenças significativas no ganho de peso na terceira semana, mas apresentaram

crescente incidência de desgaste nos ossos. Assim, os dados indicaram que 28 ppm de zinco na ração, naturalmente supridos, são adequados para produção de ovos, fertilidade, eclodibilidade e para crescimento da progênie.

LEASE et al., (1960) conduziram experimentos com pintos usando dieta purificada contendo gergelim como única fonte de proteína e observaram sintomas de deficiência de zinco na ração contendo 52 ppm desse mineral. O crescimento melhorou e as deformidades das pernas foram reduzidas quando adicionados 60 ou 120 ppm de zinco nas rações. A autoclavagem do gergelim melhorou o crescimento em alguns casos, mas não preveniu os defeitos das pernas. A adição de uma solução de EDTA no gergelim ou EDTA em pó na ração com 120 ppm de Zn resultou em melhor crescimento e menor problemas de pernas.

O'DELL et al., (1964) estudaram a interação existente entre o fitato, cálcio e zinco. Em uma dieta básica contendo 12 e 17 ppm de Zn, foi adicionada uma combinação de 2 níveis de Ca (1, 2 e 2, 4%) , 3 de ácido fítico (0, 0,5 e 1,0%) e 2 de Zn (0 e 55 ppm) . A adição de 0,50% de ácido fítico reduziu o crescimento quando o Zn era sub-ótimo, mas não teve efeito quando era adequado (55 ppm). O ácido fítico foi mais prejudicial quando em nível de 1% na ausência de suplementação de Zn. Dobrando o Ca da dieta em ausência de ácido fítico não se observou efeito no crescimento, mas, em presença de 0,5% de ácido fítico e sem adição de Zn, houve redução do crescimento. Quando o Zn foi adicionado a estas dietas, não houve efeito do Ca.

O cálcio é provavelmente o mais importante cátion relacionado com a insolubilidade do fitato no aparelho digestivo. Nos experimentos realizados por O'DELL et al., (1964), houve clara interação entre cálcio, zinco e fitato, que interferiu negativamente nas exigências de zinco. O complexo Ca-Zn-fitato é ainda mais insolúvel do que o Ca-fitato ROSTAGNO (1990) .

ROBERSON & SCHAIBLE (1960a) conduziram pesquisas usando dietas semipurificadas, relativamente livres de zinco, para determinar os efeitos dos níveis de Ca e P sobre as exigências de Zn dos pintos. Os resultados mostraram que dieta contendo 1, 23% de Ca, quando foram suplementadas com 0, 5 e 1, 0% de Ca, pioraram o desempenho, e os sintomas de deficiência de Zn ficaram mais severos, a adição de 20 ppm de Zn não reverteu os efeitos

provocados por um excesso de Ca na dieta. Os autores ainda relatam que quando foram utilizados 80 ppm de Zn e 2,23% de Ca, o crescimento foi normal e não houve sintomas de deficiências. A adição de 0, 5% de P à dieta, que já continha 0, 6% de P e 36 ppm de Zn, não exerceu influência sobre o crescimento dos pintos.

Uma das dificuldades freqüentemente encontrada no estudo de microminerais é a baixa taxa de crescimento observado nos animais, ocasionada pelo baixo consumo das dietas purificadas e semipurificadas DEWAR (1986). Estas dietas, segundo MUIRHEAD (1991), são de difícil formulação, de custo bastante elevado e a palatabilidade é ruim, havendo um baixo consumo e não proporcionando ao animal um máximo de crescimento.

Nos experimentos de exigências de zinco conduzidos por DEWAR & DOWNIE (1984), o peso vivo médio de perus com 3 semanas de idade recebendo dietas purificadas deficientes em zinco foi 418 g. Quando as aves, da mesma linhagem, sob as mesmas condições, receberam dietas práticas, a média de peso vivo foi 543 g.

Segundo O'DELL et al., (1972) frangos exigiram 19 ppm de zinco na dieta que possuía soja, e 12 ppm na que continha caseína-gelatina (purificada).

CAPÍTULO 1

EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE ZINCO PARA FRANGOS DE CORTE DE 8 A 21 DIAS DE IDADE

1 . INTRODUÇÃO

O avanço genético obtido em frangos de corte tem permitido melhorar a eficiência alimentar, exigindo, assim, maiores estudos em nutrição, manejo, ambiência e sanidade, para que se possa obter um produto final de alta qualidade e de maneira economicamente viável. Nesse sentido pesquisas têm sido desenvolvidas para determinar as exigências nutricionais de aves em diferentes idades, sexo e linhagens, com o objetivo de proporcionar aos animais a máxima expressão de seu potencial genético, com menores custos e produção de resíduos menos nocivos ao ambiente.

O zinco desempenha nos seres vivos diferentes funções metabólicas, chegando a ser considerado o metal mais amplamente usado nos processos metabólicos, tendo em vista que mais de 300 enzimas requerem o zinco em suas estruturas.

A deficiência de zinco em aves não é severa. Contudo, quando ela é moderada, há redução nas taxas de crescimento, na eficiência alimentar na produção de ovos; como também ocorre alteração da cor das cristas das aves e atraso no início da postura dos ovos.

No entanto, existe variação na exigência nutricional deste mineral para frangos de corte segundo o NRC (1994), é de 40 ppm e segundo Rostagno et al. (2000) é de 60 ppm.

O objetivo do presente trabalho foi determinar a exigência nutricional de zinco para frangos de corte, machos e fêmeas, no período de 8 a 21 dias de idade.

2 . MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de 06 a 20 de maio de 2002.

Foram utilizados 384 pintos de corte, da linhagem Avian Farms, sendo 192 machos e 192 fêmeas, distribuídos em 48 boxes de uma bateria metálica ao 8º dia de idade, permanecendo nesta instalação até o 21º dia de idade.

Adotou-se um esquema fatorial 6x2, sendo 6 níveis de zinco e 2 sexos (macho e fêmea) em um delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições e 8 aves por unidade experimental .

As aves foram criadas de acordo com as recomendações de manejo descrita por Gomes (1996).

O programa de luz adotado foi o contínuo, com 24 horas de luz (natural + artificial), durante todo o período experimental. A temperatura no interior da instalação foi aferida diariamente em dois horários distintos (07:00 e 18:00 horas) por termômetros de máxima, mínima, bulbo seco e bulbo úmido durante todo o ensaio experimental (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores médios da temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR) no interior das instalações no período de 8 a 21 dias de idade das aves.

T (°C) e UR (%)	07:00 horas	18:00 horas	Média geral
T. máxima	26,5	26,0	26,2
T. mínima	22,6	22,8	22,7
T. máxima absoluta	27,9	27,5	-
T. mínima absoluta	25,1	25,3	-
UR do ar	74,4	76,9	75,7

Determinou-se os valores de proteína bruta (PB), de cálcio (Ca), de fósforo (P) e de zinco (Zn) dos ingredientes das dietas experimentais (Tabela 2). O óxido de Zinco (ZnO) utilizado continha 73,0% de zinco.

Foram coletadas amostras diárias da água fornecida aos animais que indicou somente traços do mineral estudado (0,001ppm).

Tabela 2 - Teores de proteína bruta, de cálcio, de fósforo e de zinco dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais*

Ingredientes	PB (%)	Ca(%)	P(%)	Zn(ppm)
Farelo de glúten de milho	58,56	0,081	0,49	12,38
Milho moído	7,33	0,028	0,26	15,48
Farelo de soja	45,11	0,42	0,62	40,16
Farinha de Milho	11,01	0,006	0,10	2,14
Açúcar	0,09	-	-	0,19
Concentr. protéico de soja	65,72	1,58	1,02	25,16
Calcário	-	34,69	-	8,69
Fosfato bicálcico	-	23,80	18,64	1,55
Sal comum	-	-	-	2,72

*Análises realizadas no laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

Segundo as recomendações de Rostagno et al. (2000), foi elaborada uma dieta basal (Tabela 3) para atender as exigências nutricionais das aves, com exceção do zinco que permaneceu deficiente ao nível de 12,0 ppm.

Tabela 3 – Composição da dieta basal

Ingredientes	%
Açúcar	5,000
Farelo de soja	10,220
Farelo de glúten milho	10,000
Farinha de milho	45,010
Milho moído	13,343
Óleo vegetal	1,080
Calcário	1,050
Fosfato bicálcico	2,040
Sal	0,510
Mistura vitamínica ¹	0,100
Mistura mineral ²	0,100
Antioxidante ³	0,010
Anticoccidiano ⁴	0,050
Concentrado protéico de soja	10,000
Promotor de crescimento ⁵	0,002
DL-Metionina (99%)	0,280
L-Lisina HCl (78%)	0,560
L-Treonina (98%)	0,090
Cloreto de Colina (60%)	0,040
L-Triptofano (98%)	0,015
Areia lavada	0,500
Total	100,000
Composição calculada	
Proteína Bruta (%)	21,800
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3000,000
Fibra Bruta (%)	1,169
Ácido Linoleico (%)	1,091
Cálcio (%)	0,960
Fósforo Disponível (%)	0,450
Sódio (%)	0,222
Zinco (mg/kg)	12,000
Lisina total (%)	1,263
Metionina total (%)	0,604
Met.+Cist. total (%)	0,897
L-Treonina total (%)	0,795
Triptofano total (%)	0,207

¹Conteúdo/ kg: Vit. A – 12.000.000 U.I.; Vit. D3 – 3.600.000 U.I.; Vit.B1 – 2.500 mg; Vit. B2 – 8.000 mg ; Vit. B6 – 5.000 mg ; Ác. Pantotênico – 12.000 mg; Biotina – 200 mg; Vit. K3 – 3.000 mg; Ác. Fólico – 1.500 mg; Ác. Nicotínico – 40.000 mg; Vit. B12 – 20.000 mcg; Selênio – 150 mg; Veículo,q.s.p – 1000 g.

²Conteúdo/ kg: Ferro – 50,0 g; Cobre – 8,5 g; Manganês – 70,0 g; Cobalto – 0,2 g; Iodo – 1,0 g ; Selênio – 0,10 g; Veículo q.s.p – 1000g

³BHT

⁴Coxistac – Salinomicina sódica (12%)

⁵Stafac – Virgianimicina (50%)

Os tratamentos consistiram dos níveis de suplementação de zinco, provenientes do óxido de zinco comercial, à dieta basal: 0,0; 25,0; 50,0; 75,0; 100,0 e 125,0 ppm de zinco, resultando num total de 12,0; 37,0; 62,0; 87,0; 112,0; e 137,0 ppm de zinco. As suplementações com os níveis de zinco foram feitas em substituição à areia lavada, usada como inerte nas dietas experimentais.

As aves receberam ração e água a vontade, e as pesagens foram realizadas no início e no final do experimento para averiguação de ganho de peso, de consumo de ração e de conversão alimentar. No final do experimento foram abatidas 192 aves com o peso médio do boxe (4 aves por boxe), para a extração do fígado, da tíbia, e do plasma visando a análise da concentração do zinco.

O fígado e a tíbia esquerda com as cartilagens adjacentes e livres de tecido muscular foram levados à estufa de ventilação forçada (65° C) por 72 horas, desengordurados em extrator Soxhlet por 8 horas e triturados em moinhos de aço inoxidável. Foram pesados em balança analítica e analisado a concentração de zinco de acordo com a metodologia descrita por Silva (1998) em espectrofotômetro de absorção atômica, modelo 908, marca GBC.

A fim de garantir que os animais estivessem em um mesmo status metabólico de zinco no sangue, as aves antes do abate, passaram por um jejum que obedeceu a seguinte seqüência: uma hora de jejum, seguida por uma hora de alimentação normal, este procedimento teve como objetivo fornecer alimento ao mesmo tempo às aves (para que todas elas enchessem o papo); em seguida, iniciou-se a retirada dos comedouros das gaiolas com intervalo de 5 minutos entre cada. Quando o comedouro da última gaiola foi retirado, iniciou-se o abate que seguiu a mesma seqüência de retirada dos comedouros e intervalo de tempo citado acima. O sangue foi coletado e dessorado naturalmente. O soro foi transferido para vidrarias adequadas e submetido a análise de concentração de zinco de acordo com a metodologia descrita por Silva (1998) em espectrofotômetro de absorção atômica, modelo 908, marca GBC.

As análises estatísticas dos parâmetros avaliados neste experimento foram realizadas de acordo com o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa, e

as estimativas de exigências de zinco foram feitas mediante o uso dos modelos de regressão.

3 . RESULTADOS E DISCUSSÃO

As incidências de anormalidades de pernas e dedos foram raras e aleatórias, não podendo ser atribuídas a efeitos de tratamento. Estes resultados discordam daqueles obtidos por McDOWELL (1992) e de STARCHER et al, (1980), que observaram má formação dos ossos longos, de forma proporcional ao grau de deficiência de zinco da dieta.

Os resultados de desempenho estão apresentados no tabela 4.

Não houve efeito significativo dos níveis de zinco ($P>0,05$) sobre o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar das aves. Tais resultados foram semelhantes aos de LEESON & SUMMERS (1982), que trabalharam com 5 níveis de zinco (50, 100, 200, 400 e 800 ppm) em dietas para frangos de corte, e verificaram que aos 21 dias de idade não houve efeitos significativos das dietas sobre a taxa de crescimento e de conversão alimentar.

Não houve efeito de sexo ($P>0,01$), sobre o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar.

Não ocorreu interação entre sexo e níveis de zinco ($P>0,05$), mostrando que estes fatores agem de forma independente sobre as variáveis de desempenho.

Tabela 4 - Valores médios das variáveis ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de pintos de corte de 8 a 21 dias de idade, machos (M) e fêmeas (F), submetidos a dietas com diferentes níveis de zinco.

Níveis de zinco (ppm)	Sexo	GP (g/ave)	CR (g/ave)	CA
12,0	M	570,0	805,2	1,41
37,0	M	545,0	762,3	1,40
62,0	M	547,0	768,9	1,40
87,0	M	543,0	768,2	1,42
112,0	M	540,0	774,5	1,43
137,0	M	563,0	749,2	1,33
Médias		551,33	771,38	1,39
12,0	F	571,0	785,0	1,38
37,0	F	556,0	764,7	1,38
62,0	F	532,0	743,0	1,40
87,0	F	555,0	759,3	1,34
112,0	F	559,0	777,4	1,39
137,0	F	565,0	793,9	1,40
Médias		556,33	770,5	1,38
Níveis de zinco		ns	ns	ns
Sexo		ns	ns	ns
Sexo x Níveis		ns	ns	ns
Coeficiente de Variação (%)		5,30	6,20	6,10

* P(>0,05), pelo teste F.

Os resultados de concentração de zinco no osso, no fígado e no soro, estão apresentados na tabela 5.

Houve efeito ($P < 0,01$) dos níveis de zinco em relação a concentração de zinco no osso e no soro. Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por TEIXEIRA (1994), que trabalhando com frangos na fase de crescimento, alimentados com dietas contendo níveis subótimos de zinco, verificou redução desse mineral nos ossos. McDOWELL (1992) afirma que as reservas que estão prontamente disponíveis são pequenas, e que uma mudança para uma dieta com níveis baixos de zinco, provoca decréscimo na concentração de zinco no soro num período máximo de 24 horas.

Observou-se efeito de sexo onde as fêmeas tiveram 1,52% a mais de zinco no osso do que os machos ($P < 0,05$).

Houve interação entre sexo e níveis de zinco ($P < 0,01$), para a variável concentração de zinco no osso, e foi feito o desdobramento da interação, mostrando que este fator atua de forma dependente sobre este parâmetro (sexo).

Tabela 5 - Valores médios das variáveis concentração de zinco no osso (ZnO), concentração de zinco no fígado (ZnF) e concentração de zinco no soro (ZnS) de pintos de corte aos 21 dias de idade, machos (M) e fêmeas (F), submetidos a dietas com diferentes níveis de zinco.

Níveis de zinco (ppm)	Sexo	ZnO (ppm)	ZnF (ppm)	ZnS (ppm)
12,0	M	99,71	61,70	1,62
37,0	M	145,80	60,00	1,84
62,0	M	178,72	59,48	1,96
87,0	M	159,64	57,40	1,99
112,0	M	165,70	56,70	2,53
137,0	M	143,65	56,86	2,03
Médias		148,87	58,69	1,99
12,0	F	103,37	55,74	1,53
37,0	F	168,15	56,71	1,97
62,0	F	154,76	62,08	1,91
87,0	F	176,64	58,71	2,06
112,0	F	153,68	62,66	2,28
137,0	F	150,20	54,94	2,06
Médias		151,13	58,47	1,97
Níveis de zinco		**	ns	**
Sexo		*	ns	ns
Sexo x Níveis		**	ns	ns
Coeficiente de Variação (%)		2,40	9,90	16,7

** (P<0,01); *P(<0,05); ns P(>0,05), pelo teste F.

As estimativas de exigência de zinco estão apresentadas na tabela 6 e nas figuras 1, 2 e 3.

As exigências em zinco obtidos por meio da variável zinco no osso foram de 86,12 ppm para os machos e de 85,70 ppm para as fêmeas (tabela 6 e figura 1 e 2).

No soro, como não houve interação ($P>0,05$) entre sexo e níveis de zinco, o valor da exigência de zinco para ambos os sexos é de 113,55 ppm, (tabela 6 e figura 3). Segundo LOWE et al (1991), o nível de zinco no soro sanguíneo é freqüentemente utilizado para avaliar o estatus de zinco do organismo, mas o animal em estado de estresse pode provocar queda na concentração de zinco do soro, não associada à deficiência de zinco na dieta, concluindo que este não é um bom parâmetro para medir a exigência de zinco, uma vez que não é influenciado apenas pelo aporte da dieta.

A tíbia de aves tem sido amplamente usada em experimentos para determinar as exigências nutricionais e biodisponibilidade de minerais de fontes orgânicas FIALHO, (1991) e inorgânicas (LEDOUX et al. 1989; WEDEKIND & BAKER, 1990; LEDOUX et al. 1991 e NOBRE et al. 1993). Portanto, considerando a importância do zinco no desenvolvimento ósseo, a variável concentração de zinco no osso (tíbia) utilizada para estimar a exigência desse mineral é viável, embora vários autores (Rostagno et al.,1988; Abreu, 1989; Gomes et al., 1994; Lima, 1995 e Brugalli, 1996) trabalhando com minerais para frangos de corte, perceberam que a exigência para maximizar parâmetros ósseos é maior que para otimizar valores de desempenho.

A deposição de minerais na tíbia como resposta à suplementação na dieta é um parâmetro bastante usado e sua sensibilidade tem superado a de avaliações feitas em outros órgãos e tecidos, como fígado, rins, pâncreas e sangue (FIALHO, 1991; BERTECHINI et al. 1992 a e NOBRE et al.1993).

Conciderou-se, portanto, a variável zinco no osso para estimar os valores de exigência de zinco para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade como sendo: 86,12 ppm para os machos e 85,70 ppm para as fêmeas. Estes resultados são semelhantes ao citado por Rostagno et al. (2000), que recomendam níveis de 60 ppm de zinco suplementar como sendo a exigência para maximizar o ganho de peso de frangos de corte nas diferentes fases de

criação, e por BERTECHINI et al. (1992 a), que estimaram em 60 ppm a exigência de zinco suplementar para frangos de corte.

Tabela 6 – Valores de exigência, coeficientes de determinação (R^2), soma de quadrado dos desvios (SQD) e equação de regressão ajustadas para as variáveis ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), concentração de zinco no osso (ZnO), concentração de zinco no fígado (ZnF) e concentração de zinco no soro (ZnS) em função dos níveis de zinco, para pintos de corte de 8 a 21 dias de idade estimadas pelo modelo quadrático.

Modelo Quadrático				
Variáveis		Exigência	R^2	SQD
GP(g/ave)	$\hat{Y} = 554,00$	-	-	-
CR(g/ave)	$\hat{Y} = 770,97$	-	-	-
CA(g/g)	$\hat{Y} = 1,39$	-	-	-
ZnO macho (ppm)	$\hat{Y} = 78,98 + 2,2055^{**}N - 0,012805^{**}N^2$	86,12	0,90	384,81
ZnO fêmea (ppm)	$\hat{Y} = 92,60 + 1,8591^{**}N - 0,010846^{**}N^2$	85,70	0,73	880,75
ZnF(ppm)	$\hat{Y} = 58,58$	-	-	-
ZnS(ppm)	$\hat{Y} = 1,4322 + 0,0131^{**}N - 0,00005764^{**}N^2$	113,55	0,76	0,087

** ($P < 0,01$) e * ($P < 0,05$) pelo teste t.

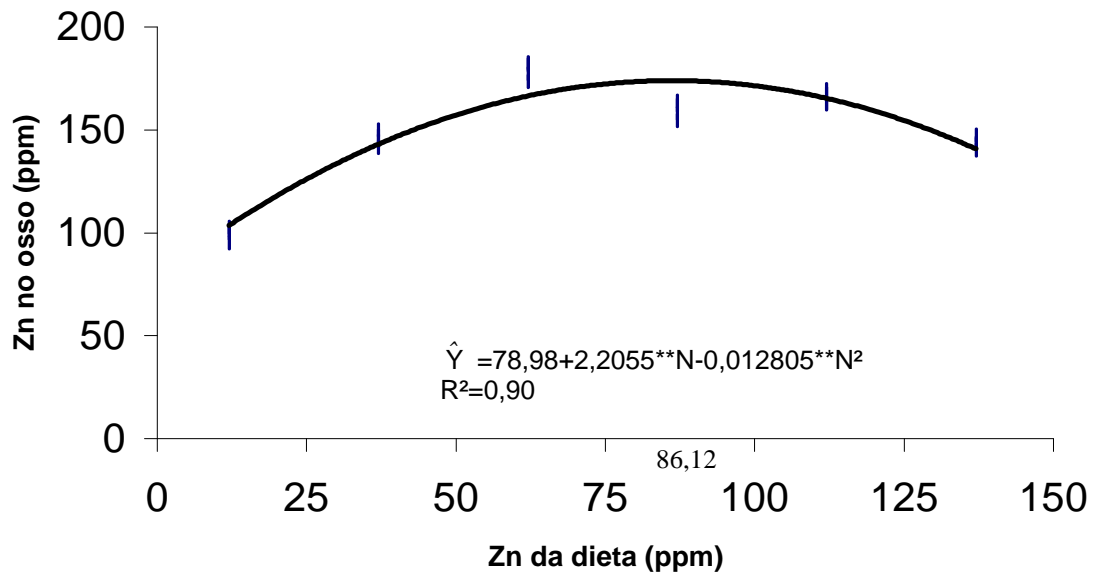


Figura 1- Efeitos dos níveis de zinco na dieta sobre a concentração de zinco no osso (tíbia) de frangos de corte machos aos 21 dias de idade.

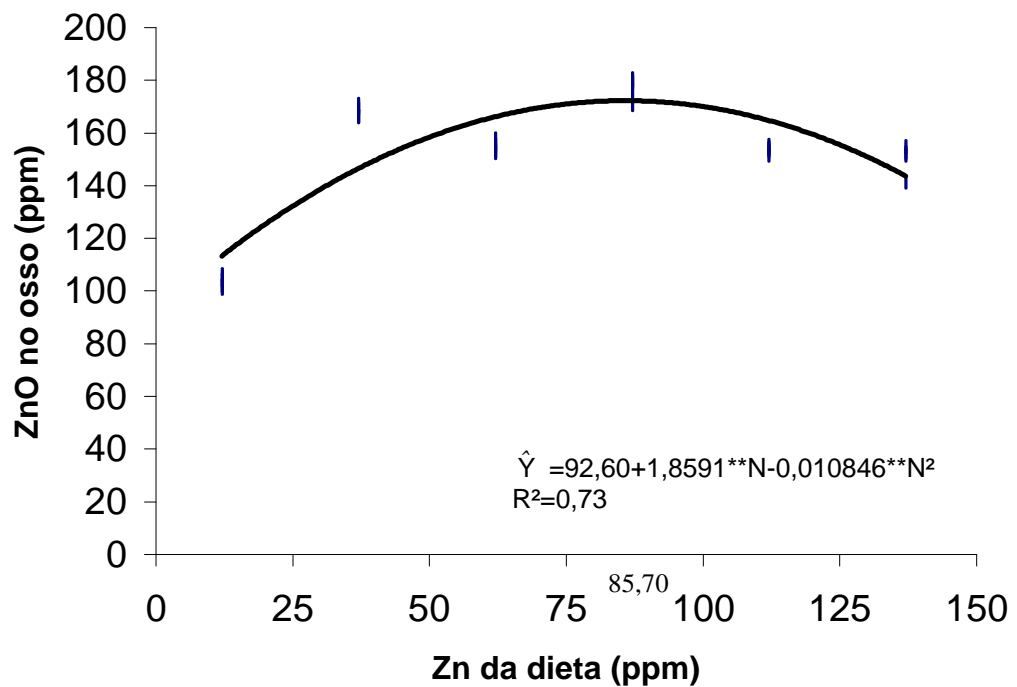


Figura 2- Efeitos dos níveis de zinco na dieta sobre a concentração de zinco no osso (tíbia) de frangos de corte fêmeas aos 21 dias de idade.

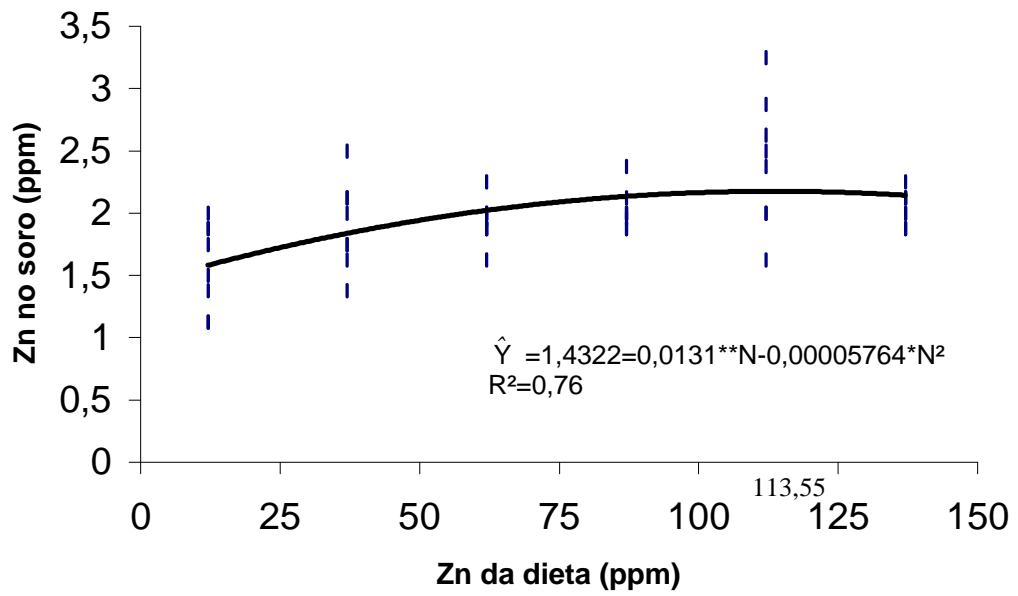


Figura 3- Efeitos dos níveis de zinco na dieta sobre a concentração de zinco no soro de frangos de corte aos 21 dias de idade.

4 . RESUMO E CONCLUSÕES

Foram utilizados 384 pintos de corte da linhagem Avian Farms, sendo a metade machos e metade fêmeas, no período de 8 a 21 dias de idade. Adotou-se um esquema fatorial 6x2, sendo 6 níveis de zinco e 2 sexos (macho e fêmea) no delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições e 8 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma dieta basal deficiente em zinco (12,0 ppm), suplementada com zinco, proveniente do Óxido de Zinco: 0,0; 25,0; 50,0 ;75,0; 100,0 e 125,0 ppm. Foram avaliados o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar, a concentração de zinco no osso, no fígado e no soro. As exigências de zinco foram estimadas pelos modelos de regressão quadrática. Considerou-se a variável zinco no osso para estimar os valores de exigência de zinco para frangos de corte de 8 a 21 dias de idade como sendo 86,12 ppm para os machos e 85,70 ppm para as fêmeas.

CAPÍTULO 2

EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE ZINCO PARA FRANGOS DE CORTE DE 22 A 42 DIAS DE IDADE

1 . INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira, principalmente a de corte, vem se destacando mundialmente, pela sua competitividade. Essa posição de destaque pode ser atribuída aos avanços tecnológicos aplicados ao setor, principalmente nas áreas de melhoramento genético, manejo, sanidade e nutrição.

Considerando o alto custo de alimentação e o grande volume de resíduos gerados por esta produção, muitas pesquisas têm sido desenvolvidas para estimar a real necessidade nutricional das aves, possibilitando maior eficiência produtiva e menor contaminação ambiental. O uso de minerais em níveis inadequados nas rações pode elevar os custos de produção, além de provocarem o desequilíbrio do ambiente pelo excesso eliminado nas fezes.

O zinco desempenha papel importante, principalmente na formação esquelética das aves, sendo, portanto, importante conhecer os reais valores de sua exigência, visando maior eficiência de produção.

A exigência nutricional de zinco suplementar para frangos de corte segundo o NRC (1994), é de 40 ppm e segundo Rostagno et al. (2000) é de 60 ppm.

O objetivo do presente trabalho foi estabelecer a exigência nutricional de zinco para frangos de corte, machos e fêmeas, no período de 22 a 42 dias de idade.

2 . MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de 27 de maio a 17 de junho de 2002. Foram utilizados 288 frangos de corte de vinte e dois dias de idade, da linhagem Avian Farms sendo 144 machos e 144 fêmeas. As aves foram distribuídas em 48 boxes de uma bateria metálica durante o período de 22 a 42 dias de idade em um esquema fatorial 6x2, sendo 6 níveis de zinco e 2 sexos (macho e fêmea) no delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições e 6 aves por unidade experimental .

As aves foram criadas segundo as recomendações de manejo descrita por Gomes (1996) e o programa de luz adotado foi o contínuo, com 24 horas de Luz (natural + artificial), durante todo o período experimental.

Durante toda a fase experimental a temperatura no interior da instalação foi aferida diariamente em dois horários distintos (07:00 e 18:00 horas) por termômetros de máxima, mínima, bulbo seco e bulbo úmido (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores médios da temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR) no interior das instalações no período de 22 a 42 dias de idade das aves.

T(°C) e UR (%)	07:00 horas	18:00 horas	Média geral
T. máxima	27,0	28,5	27,7
T. mínima	21,4	23,0	22,2
T. máxima absoluta	30,0	30,0	-
T. mínima absoluta	18,0	18,0	-
UR do ar	80,0	72,0	76,0

Foi determinado o teor de proteína bruta (PB), de cálcio (Ca), de fósforo (P) e de zinco (Zn) nos ingredientes das dietas experimentais (Tabela 2), bem como do óxido de zinco comercial utilizado (ZnO), que continha 73% de zinco.

Foram coletadas amostras diárias da água fornecida aos animais que indicou somente traços do mineral estudado (0,001ppm).

Tabela 2 - Teores de proteína bruta, de cálcio, de fósforo e de zinco dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais*

Ingredientes	PB (%)	Ca(%)	P(%)	Zn(ppm)
Farelo de glúten de milho	58,56	0,081	0,49	12,38
Milho moído	7,33	0,028	0,26	15,48
Farelo de soja	45,11	0,42	0,62	40,16
Farinha de Milho	11,01	0,006	0,10	2,14
Açúcar	0,09	-	-	0,19
Concentr. protéico de soja	65,72	1,58	1,02	25,16
Calcário	-	34,69	-	8,69
Fosfato bicálcico	-	23,80	18,64	1,55
Sal comum	-	-	-	2,72

*Análises realizadas no laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

Segundo as recomendações de Rostagno et al. (2000), foi elaborada uma dieta basal (Tabela 3) atendendo as exigências nutricionais das aves com exceção do zinco que permaneceu deficiente ao nível de 13,0 ppm.

Tabela 3 – Composição da dieta basal

Ingredientes	%
Açúcar	5,000
Farelo de soja	4,620
Fosfato bicálcico	1,800
Farelo de glúten milho	10,000
Farinha de milho	22,940
Milho moído	42,586
Óleo vegetal	0,080
Concentrado protéico de soja	10,000
Calcário	1,020
Sal	0,425
Mistura vitamínica ¹	0,100
Mistura mineral ²	0,100
Antioxidante ³	0,010
Anticoccidiano ⁴	0,050
Promotor de crescimento ⁵	0,002
DL-Metionina (99%)	0,170
L-Lisina HCl (78%)	0,530
L- Treonina (98%)	0,002
Cloreto de Colina (60%)	0,034
L- Triptofano (98%)	0,031
Areia lavada	0,500
Total	100,000
Composição calculada	
Proteína Bruta (%)	19,800
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3100,000
Fibra Bruta (%)	1,407
Ácido Linoleico (%)	1,067
Cálcio (%)	0,874
Fósforo Disponível (%)	0,406
Sódio (%)	0,192
Zinco (mg/kg)	13,000
Lisina total (%)	1,156
Metionina total (%)	0,508
Met.+Cist. total (%)	0,825
L-Treonina total (%)	0,701
Triptofano total (%)	0,202

¹Conteúdo/ kg: Vit. A – 12.000.000 U.I.; Vit. D3 – 3.600.000 U.I.; Vit.B1 – 2.500 mg; Vit. B2 – 8.000 mg ; Vit. B6 – 5.000 mg ; Ác. Pantotênico – 12.000 mg; Biotina – 200 mg; Vit. K3 – 3.000 mg; Ác. Fólico – 1.500 mg; Ác. Nicotínico – 40.000 mg; Vit. B12 – 20.000 mcg; Selênio – 150 mg; Veículo,q.s.p – 1000 g.

²Conteúdo/ kg: Ferro – 50,0 g; Cobre – 8,5 g; Manganês – 70,0 g; Cobalto – 0,2 g; Iodo – 1,0 g ; Selênio – 0,10 g; Veículo q.s.p – 1000 g

³BHT

⁴Coxistac – Salinomicina sódica (12%)

⁵Stafac – Virgianimicina (50%)

Os tratamentos consistiram dos níveis de suplementação de zinco, provenientes do óxido de zinco: 0,0; 25,0; 50,0; 75,0; 100,0 e 125,0 ppm de zinco, resultando num total de 13,0; 38,0; 63,0; 88,0; 113,0; e 138,0 ppm de zinco na dieta. As suplementações com os níveis de zinco foram feitas em substituição à areia lavada, usada como inerte nas dietas experimentais.

Durante todo o ensaio experimental as aves receberam ração e água à vontade, e as pesagens foram realizadas no início e final do experimento para averiguação de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. No final do experimento foram abatidas 144 aves com o peso médio do boxe (3 aves por boxe), para a extração do fígado, da tíbia e do sangue, visando a análise da concentração de zinco .

Após retirados, o fígado e a tíbia esquerda com as cartilagens adjacentes e livres de tecido muscular, foram levadas à estufa de ventilação forçada (65° C) por 72 horas, desengordurados em extrator Soxhlet por 8 horas e triturados em moinhos de aço inoxidável. Foram pesados em balança analítica e analisado a concentração de zinco de acordo com a metodologia descrita por Silva (1998) em espectrofotômetro de absorção atômica, modelo 908, marca GBC.

A fim de garantir que os animais estivessem com mesmo status metabólico de zinco no sangue, as aves antes do abate, passaram por um período de jejum que obedeceu a seguinte seqüência: uma hora de jejum, seguida por uma hora de alimentação normal, este procedimento teve como objetivo fornecer alimento ao mesmo tempo às aves (para que todas elas enchessem o papo); em seguida, iniciou-se a retirada dos comedouros das gaiolas com intervalo de 5 minutos entre cada. Quando o comedouro da última gaiola foi retirado, iniciou-se o abate que seguiu a mesma seqüência de retirada dos comedouros e intervalo de tempo citado acima. O sangue foi coletado e dessorado naturalmente, o soro então foi transferido para vidrarias adequadas e submetido a análise de concentração de zinco de acordo com a metodologia descrita por Silva (1998) em espectrofotômetro de absorção atômica, modelo 908, marca GBC.

As análises estatísticas dos parâmetros avaliados neste experimento foram realizadas de acordo com o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa, e

as estimativas de exigência de zinco foram feitas mediante o uso do modelo de regressão.

3 . RESULTADO E DISCUSSÃO

Anormalidades nas pernas e nos dedos, dos frangos foram raras e presentes em todos os tratamentos não podendo ser atribuídas a efeitos dos níveis de zinco das dietas.

Os resultados de desempenho estão apresentados na tabela 4.

Não houve efeito significativo dos níveis de zinco ($P>0,05$) sobre o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar, concordando com os resultados obtidos por LEESON & SUMMERS (1982), BERTECHINI et al.(1992a), NOBRE et al.(1993) e UNDERWOOD (1977).

No entanto, houve efeito de sexo ($P<0,01$) onde os machos consumiram 7,37% a mais de ração, ganharam 13,72% a mais de peso e apresentaram conversão alimentar 6,14% melhor que as fêmeas. Estes resultados estão de acordo com aqueles obtidos por TEIXEIRA (1994), que verificaram que os machos apresentaram melhor desempenho que as fêmeas, quando receberam dietas com diferentes níveis suplementar de zinco.

Não se observou efeito da interação entre sexo e níveis de zinco na dieta ($P>0,05$), mostrando que estes fatores agem de forma independente sobre as variáveis de desempenho.

Tabela 4 - Valores médios das variáveis ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade, machos (M) e fêmeas (F), submetidos a dietas com diferentes níveis de zinco.

Níveis de zinco (ppm)	Sexo	GP (g/ave)	CR (g/ave)	CA
13,0	M	1694,6	3049,0	1,80
38,0	M	1630,2	2939,0	1,80
63,0	M	1626,3	2928,0	1,80
88,0	M	1615,9	2906,0	1,80
113,0	M	1738,1	3061,0	1,76
138,0	M	1697,3	3069,0	1,81
Média		1667,1 a	2991,9 a	1,79 b
13,0	F	1503,7	2828,0	1,88
38,0	F	1458,2	2781,0	1,91
63,0	F	1457,0	2803,0	1,92
88,0	F	1457,7	2766,0	1,90
113,0	F	1448,7	2758,0	1,90
138,0	F	1470,7	2783,0	1,89
Média		1466,0 b	2786,5 b	1,90 a
Níveis de zinco		ns	ns	ns
Sexo		**	**	**
Sexo x Níveis de zinco		ns	ns	ns
Coefficiente de Variação (%)		4,71	3,38	2,34

** (P<0,01); ns P(>0,05), pelo teste F.

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Os resultados de concentração de zinco no osso no fígado e no soro estão apresentados no tabela 5.

Houve efeito dos níveis de zinco sobre a concentração de zinco no soro ($P < 0,01$). McDOWELL, (1992) afirma que as reservas de zinco que são prontamente disponíveis são pequenas e que mudanças para dietas com níveis baixos de zinco, provocam decréscimo na concentração de zinco no soro.

Houve efeito dos níveis de zinco sobre concentração de zinco no osso ($P < 0,01$), resultados semelhantes foram obtidos por TEIXEIRA (1994).

Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis de zinco sobre a concentração de zinco no fígado. Assim sendo, os resultados mostraram que o zinco, dentro dos níveis estudados, não interferiu na concentração de zinco no fígado NOBRE et al.(1993), também não encontraram diferença significativa da concentração de zinco no fígado, concluindo que este órgão é pouco sensível a uma variação de zinco na dieta.

Observou-se efeito de sexo ($P < 0,01$) sobre a concentração de zinco no osso onde os machos depositaram 10,87% a mais de zinco que as fêmeas.

Foi observado efeito de interação entre sexo e níveis de zinco na dieta ($P < 0,01$), somente para o fator concentração de zinco no osso, indicando que este fator atua de forma dependente sobre esta variável.

Tabela 5 - Valores médios das variáveis concentração de zinco no osso (ZnO), fígado (ZnF) e soro (ZnS), de frangos de corte aos 42 dias de idade, machos (M) e fêmeas (F), submetidos a dietas com diferentes níveis de zinco.

Níveis de zinco (ppm)	Sexo	ZnO (ppm)	ZnF (ppm)	ZnS (ppm)
13,0	M	151,72	78,80	1,75
38,0	M	167,93	73,38	2,06
63,0	M	180,91	72,90	2,37
88,0	M	172,46	73,58	2,50
113,0	M	165,69	66,91	2,40
138,0	M	166,70	77,18	2,18
Média		167,56 a	73,79	2,21
13,0	F	103,37	78,82	1,63
38,0	F	168,15	78,27	2,50
63,0	F	154,77	76,57	2,50
88,0	F	176,64	76,49	2,44
113,0	F	153,68	72,40	2,69
138,0	F	150,20	83,73	2,62
Média		151,13 b	77,71	2,40
Níveis de zinco		**	ns	**
Sexo		**	ns	ns
Sexo x Níveis de zinco		**	ns	ns
Coeficiente de Variação (%)		3,40	4,00	15,00

** (P<0,01); ns P(>0,05), pelo teste F.

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

As estimativas de exigência de zinco estão apresentadas na tabela 6 e nas figuras 1, 2 e 3.

Os valores de exigência em zinco obtidos através da variável zinco no osso foram de 82,20 ppm para os machos e de 85,70 ppm para as fêmeas, (tabela 6 e figura 1 e 2).

Houve efeito dos níveis de zinco na dieta sobre a concentração de zinco no soro, sendo que para esta variável a exigência de zinco ($P > 0,05$) foi de 96,65 ppm. LOWE et al (1991), observaram em seu trabalho, que as aves em estado de estresse podem provocar queda no nível de zinco do soro, não associada à deficiência de zinco na dieta, concluindo que este não é um bom parâmetro para medir a exigência de zinco, (tabela 6 e figura 3). Vários autores tem utilizado a tíbia de aves em seus experimentos para determinar as exigências nutricionais e a biodisponibilidade de minerais de fontes orgânicas FIALHO, (1991) e inorgânicas LEDOUX et al, (1989); WEDEKIND & BAKER, (1990); LEDOUX et al, (1991) e NOBRE et al, (1993).

O teor de zinco no soro sangüíneo é utilizado como parâmetro para avaliar o status de zinco no organismo. Contudo, a literatura recente tem mostrado que os pesquisadores têm evitado a sua utilização, por falta de uma técnica adequada. KING (1990), propõe uma técnica comprovadamente satisfatória na qual são medidos simultaneamente os teores de zinco e de metalotioneína no plasma, estes parâmetros analisados simultaneamente se tornaram, talvez, bastante úteis nas pesquisas com zinco. Conclui-se portanto, que a exigência de zinco para frangos de corte é de 82,20 ppm para os machos e de 85,70 ppm para as fêmeas de 22 a 42 dias de idade, considerando a variável zinco no osso.

Tabela 6 – Valores de exigência, coeficientes de determinação, soma de quadrado dos desvios (SQD) e equação de regressão ajustadas para as variáveis ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), concentração de zinco no osso (ZnO), concentração de zinco no fígado (ZnF) e concentração de zinco no soro (ZnS) em função dos níveis de zinco, para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade estimadas pelo modelo quadrático.

Modelo Quadrático				
Variáveis	Equações Ajustadas	Exigência	R ²	SQD
GP(g/ave)	$\hat{Y} = 1566,55$	-	-	-
CR(g/ave)	$\hat{Y} = 2889,20$	-	-	-
CA(g/g)	$\hat{Y} = 1,84$	-	-	-
ZnO macho (ppm)	$\hat{Y} = 145,978+0,7280^{**}N-0,004428^{**} N^2$	82,20	0,74	120,42
ZnO fêmea (ppm)	$\hat{Y} = 92,60+1,8591^{**}N-0,010846^{**} N^2$	85,70	0,73	880,75
ZnF(ppm)	$\hat{Y} = 75,75$	-	-	-
ZnS (ppm)	$\hat{Y} = 1,50388+0,022016^{**}N-0,0001139^{**}N^2$	96,65	0,95	0,0266

** (P<0,01) e pelo teste t.

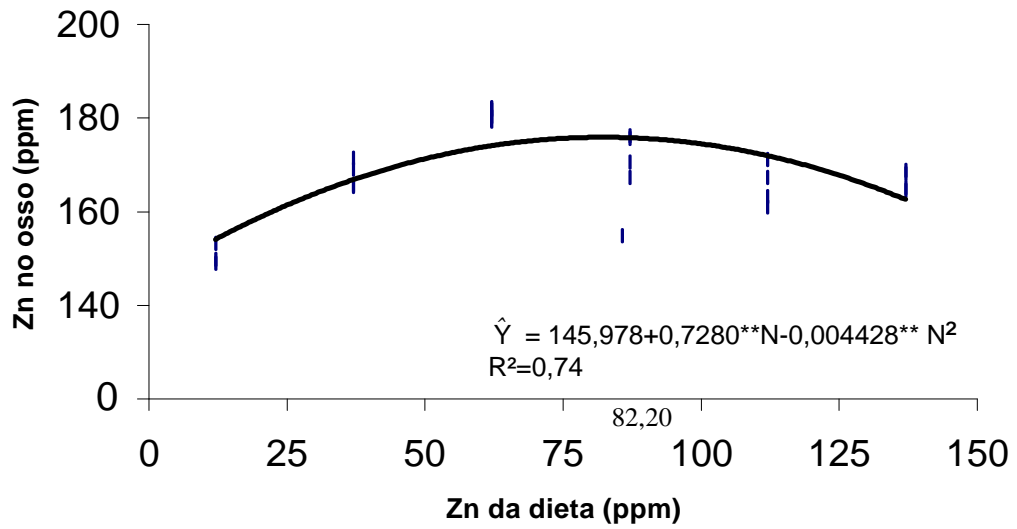


Figura 1- Efeitos dos níveis de zinco na dieta sobre a concentração de zinco no osso (tíbia) de frangos de corte machos aos 42 dias de idade.

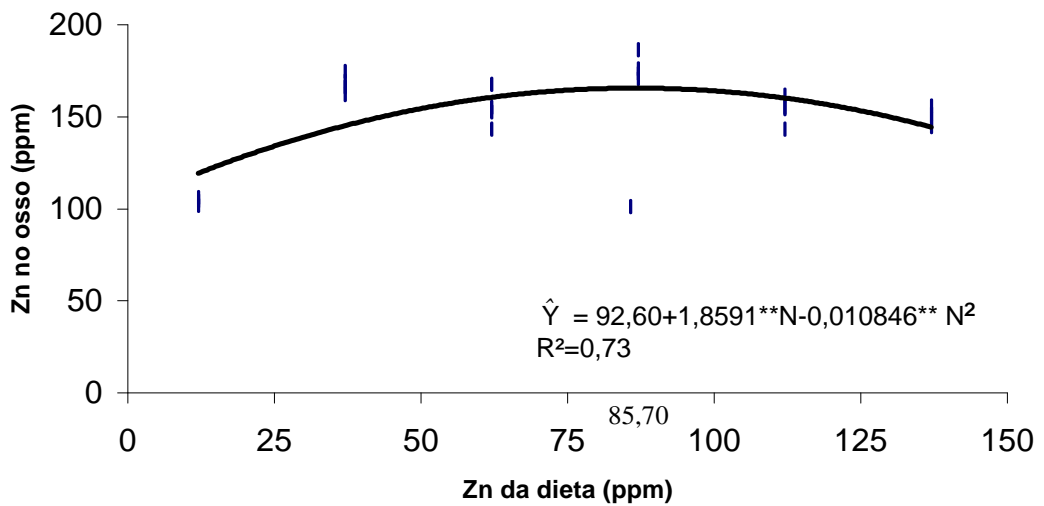


Figura 2- Efeitos dos níveis de zinco na dieta sobre a concentração de zinco no osso (tíbia) de frangos de corte fêmeas aos 42 dias de idade.

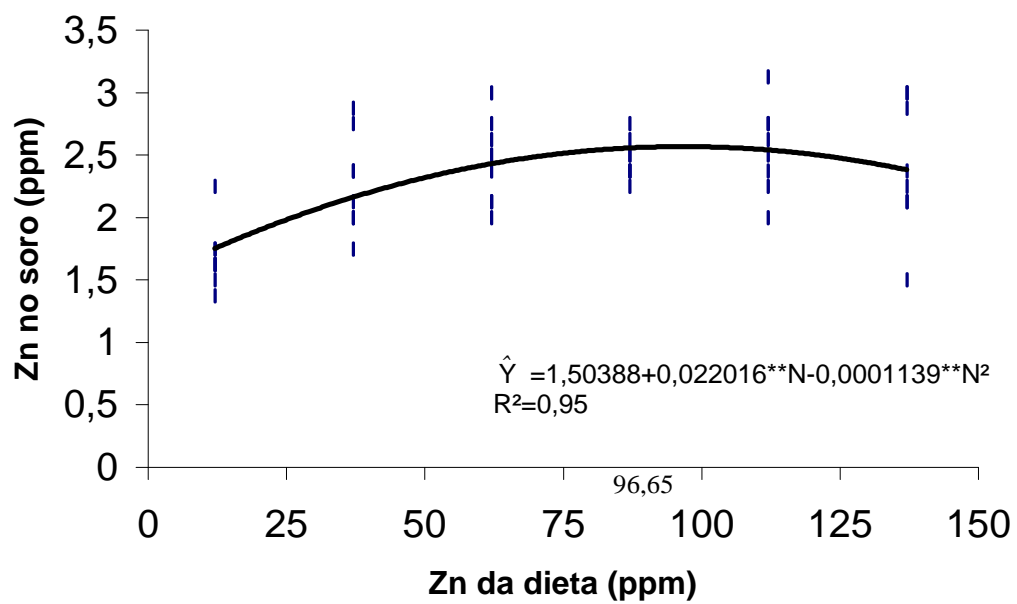


Figura 3- Efeitos dos níveis de zinco na dieta sobre a concentração de zinco no soro de frangos de corte aos 42 dias de idade.

4 . RESUMO E CONCLUSÕES

Foram utilizados 288 frangos de corte da linhagem Avian Farms, sendo a metade machos e metade fêmeas, no período de 22 a 42 dias de idade. Adotou-se um esquema fatorial 6x2, sendo 6 níveis de zinco e 2 sexos (macho e fêmea) no delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições e 6 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma dieta basal deficiente em zinco (13,0ppm), suplementada com zinco, proveniente do óxido de zinco: 0,0; 25,0; 50,0; 75,0; 100,0 e 125,0 ppm. As variáveis avaliadas foram ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, concentração de zinco no fígado, concentração de zinco no osso e concentração de zinco no soro. As exigências em zinco foram estimadas utilizando os modelos de regressão quadrática. Portanto, nas condições em que o experimento foi conduzido, conclui-se que as exigência de zinco pelas aves foram de 82,20 ppm para machos e de 85,70 ppm para fêmeas de 22 a 42 dias de idade.

CAPÍTULO 3

EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE ZINCO PARA FRANGOS DE CORTE DE 43 A 54 DIAS DE IDADE

1 . INTRODUÇÃO

A criação de frango de corte é um dos seguimentos da avicultura que mais se desenvolveu nos últimos anos e pesquisas têm sido realizadas com a finalidade de estimar novos valores de exigências nutricionais, permitindo aos nutricionistas elaborar dietas mais eficientes. A busca constante da determinação dos nutrientes requeridos pelas aves nas diferentes fases de criação, permite uma redução nos custos de produção.

É relatado na literatura que os requerimentos nutricionais das aves são distintos, dependendo da fase de criação estudada. Com os minerais não têm sido diferente, ocorrendo normalmente uma redução da necessidade de minerais com o avanço da idade dos frangos de corte. Esta tendência justifica estudos para determinar o que realmente é necessário ao melhor desenvolvimento animal, evitando contaminação excessiva do ambiente e custos adicionais com suplementação mineral inadequada.

O zinco participa de funções importantes no organismo animal, sua deficiência pode acarretar vários problemas, principalmente na formação óssea, podendo provocar anormalidades de pernas e dedos.

A exigência nutricional de zinco suplementar para frangos de corte segundo o NRC (1994), é de 40 ppm e segundo Rostagno et al. (2000) é de 60 ppm.

O objetivo do presente trabalho foi estabelecer a exigência nutricional de zinco para frangos de corte, machos e fêmeas, no período de 43 a 54 dias de idade.

2 . MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na seção de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), no período de 01 a 13 de julho de 2002.

Foram utilizados 192 frangos de corte de quarenta e três dias de idade, da linhagem Avian Farms, sendo 96 machos e 96 fêmeas, que foram distribuídos em 48 boxes de uma bateria metálica durante o período de 43 a 54 dias de idade num esquema fatorial 6x2, sendo 6 níveis de zinco e 2 sexos (macho e fêmea) no delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições e 4 aves por unidade experimental .

As aves foram criadas de acordo com as recomendações de manejo descrita por Gomes (1996) e o programa de luz adotado foi o contínuo, com 24 horas de Luz (natural + artificial), durante todo o período experimental. A temperatura no interior da instalação foi aferida diariamente em dois horários distintos (07:00 e 18:00 horas) por termômetros de máxima, mínima, bulbo seco e bulbo úmido durante todo o ensaio experimental (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores médios da temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR) no interior das instalações no período de 43 a 54 dias de idade das aves.

T (°C) e UR (%)	07:00 horas	18:00 horas	Média geral
T. máxima	26,4	26,7	26,5
T. mínima	19,3	21,1	20,2
T. máxima absoluta	27,0	27,0	-
T. mínima absoluta	18,0	19,0	-
UR do ar	83,5	71,8	77,6

Foi determinado o teor de proteína bruta (PB), de cálcio (Ca), de fósforo (P) e de zinco (Zn) nos ingredientes das dietas experimentais (Tabela 2), bem como do óxido de zinco comercial utilizado (ZnO), que continha 73% de zinco.

Foram coletadas amostras diárias da água fornecida aos animais que indicou somente traços do mineral estudado (0,001ppm).

Tabela 2 - Teores de proteína bruta, de cálcio, de fósforo e de zinco dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais*

Ingredientes	PB (%)	Ca(%)	P(%)	Zn(ppm)
Farelo de glúten de milho	58,56	0,081	0,49	12,38
Milho moído	7,33	0,028	0,26	15,48
Farelo de soja	45,11	0,42	0,62	40,16
Farinha de Milho	11,01	0,006	0,10	2,14
Açúcar	0,09	-	-	0,19
Concentr. protéico de soja	65,72	1,58	1,02	25,16
Calcário	-	34,69	-	8,69
Fosfato bicálcico	-	23,80	18,64	1,55
Sal comum	-	-	-	2,72

*Análises realizadas no laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFV.

Segundo as recomendações de Rostagno et al. (2000), foi elaborada uma dieta basal (Tabela 3) atendendo as exigências nutricionais das aves com exceção do zinco que permaneceu deficiente ao nível de 12,0 ppm.

Tabela 3 – Composição da dieta basal

Ingredientes	%
Açúcar	5,000
Farelo de soja	5,180
Fosfato bicálcico	1,610
Farelo de glúten milho	7,690
Farinha de milho	30,500
Milho moído	34,657
Óleo vegetal	2,590
Concentrado protéico de soja	10,000
Calcário	0,950
Sal	0,430
Mistura vitamínica ¹	0,100
Mistura mineral ²	0,100
Antioxidante ³	0,010
Anticoccidiano ⁴	0,050
Promotor de crescimento ⁵	0,002
DL-Metionina (99%)	0,170
L-Lisina HCl (78%)	0,413
Cloreto de Colina (60%)	0,030
L- Triptofano (98%)	0,018
Areia lavada	0,500
Total	100,000
Composição calculada	
Proteína Bruta (%)	18,500
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3200,000
Fibra Bruta (%)	1,262
Ácido Linoleico (%)	2,238
Cálcio (%)	0,800
Fósforo Disponível (%)	0,365
Sódio (%)	0,192
Zinco (mg/kg)	12,000
Lisina total (%)	1,040
Metionina total (%)	0,462
Met.+Cist. total (%)	0,742
L-Treonina total (%)	0,634
Triptofano total (%)	0,182

¹Conteúdo/ kg: Vit. A – 12.000.000 U.I.; Vit. D3 – 3.600.000 U.I.; Vit.B1 – 2.500 mg; Vit. B2 – 8.000 mg ; Vit. B6 – 5.000 mg ; Ác. Pantotênico – 12.000 mg; Biotina – 200 mg; Vit. K3 – 3.000 mg; Ác. Fólico – 1.500 mg; Ác. Nicotínico – 40.000 mg; Vit. B12 – 20.000 mcg; Selênio – 150 mg; Veículo,q.s.p – 1000 g.

²Conteúdo/ kg: Ferro – 50,0 g; Cobre – 8,5 g; Manganês – 70,0 g; Cobalto – 0,2 g; Iodo – 1,0 g ; Selênio – 0,10 g; Veículo q.s.p – 1000 g

³BHT

⁴Coxistac – Salinomicina sódica (12%)

⁵Stafac – Virgiamicina (50%)

Os tratamentos consistiram dos níveis de suplementação de zinco, provenientes do óxido de zinco comercial: 0,0; 25,0; 50,0; 75,0; 100,0 e 125,0 ppm de zinco, resultando num total de 12,0; 37,0; 62,0; 87,0; 112,0; e 137,0 ppm de zinco na dieta. As suplementações com os níveis de zinco foram feitas em substituição à areia lavada, usada como inerte nas dietas experimentais.

As aves receberam ração e água a vontade, e as pesagens foram realizadas no início e final do experimento para averiguação de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Com o término do experimento foram abatidas 96 aves com o peso médio do boxe (2 aves por boxe), para a extração do fígado e da tíbia, visando a análise da concentração do zinco.

O fígado e a tíbia esquerda com as cartilagens adjacentes e livres de tecido muscular foram levadas à estufa de ventilação forçada (65° C) por 72 horas, desengordurados em extrator Soxhlet por 8 horas e triturados em moinhos de aço inoxidável. Foram pesadas em balança analítica e analisado a concentração de zinco de acordo com a metodologia descrita por Silva (1998) em espectrofotômetro de absorção atômica, modelo 908, marca GBC.

A fim de garantir que os animais estivessem o mesmo status metabólico de zinco no sangue, as aves antes do abate, passaram por um período de jejum que obedeceu a seguinte seqüência: uma hora de jejum, seguida por uma hora de alimentação normal, este procedimento teve como objetivo fornecer alimento ao mesmo tempo às aves (para que todas elas enchessem o papo); em seguida, iniciou-se a retirada dos comedouros das gaiolas com intervalo de 5 minutos entre cada. Quando o comedouro da última gaiola foi retirado, iniciou-se o abate que seguiu a mesma seqüência de retirada dos comedouros e intervalo de tempo citado acima. O sangue foi coletado e dessorado naturalmente, o soro então foi transferido para vidrarias adequadas e submetido a análise de concentração de zinco de acordo com a metodologia descrita por Silva (1998) em espectrofotômetro de absorção atômica, modelo 908, marca GBC.

As análises estatísticas dos parâmetros avaliados neste experimento foram realizadas de acordo com o programa SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa, e as estimativas de exigência de zinco foram feitas mediante o uso do modelo linear, conforme o ajustamento dos dados obtidos para cada variável.

3 . RESULTADO E DISCUSSÃO

Foram avaliadas incidências de anormalidades nas pernas e dedos, dos frangos, porém o surgimento desses problemas foram raros e distribuídos nos diferentes tratamentos, não sendo considerado, portanto, sintomas de deficiência de zinco. Os resultados encontrados por McDOWELL (1992), não são coerentes com os encontrados neste trabalho.

Os resultados de desempenho estão apresentados na tabela 4.

Não houve efeito significativo dos níveis de zinco ($P>0,05$) sobre o ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar das aves. Resultados semelhantes foram obtidos por LEESON & SUMMERS (1982), que usaram 5 níveis de zinco suplementar (50, 100, 200, 400 e 800 ppm) em dietas para frangos de corte, e não encontraram diferenças no desempenho das aves. BERTECHINI et al. (1992a) utilizando dieta a base de milho e farelo de soja, contendo 30 ppm de zinco, também não observaram diferenças nestas variáveis.

Não houve efeito significativo dos níveis de zinco da dieta ($P>0,05$) sobre o sexo; porém observou-se que os machos ganharam mais peso (3,93%), consumiram mais ração (4,04%) e tiveram melhor conversão alimentar (0,87%), resultados semelhantes aos encontrados por TEIXEIRA, (1994).

Não se observou efeito da interação entre sexo e níveis de zinco na dieta ($P>0,05$), mostrando que estes fatores agem de forma independente sobre as variáveis de desempenho.

Tabela 4 - Valores médios das variáveis ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte de 43 a 54 dias de idade, machos (M) e fêmeas (F), submetidos a dietas com diferentes níveis de zinco.

Níveis de zinco (ppm)	Sexo	GP (g/ave)	CR (g/ave)	CA
12,0	M	890,31	2021,87	2,33
37,0	M	883,44	2068,25	2,34
62,0	M	893,11	2106,56	2,36
87,0	M	1005,94	2241,25	2,23
112,0	M	935,31	2073,75	2,22
137,0	M	935,00	2155,62	2,33
Média		923,85	2111,21	2,30
12,0	F	856,17	2021,87	2,36
37,0	F	857,81	1897,50	2,21
62,0	F	887,81	2020,00	2,28
87,0	F	936,89	2173,12	2,32
112,0	F	856,24	2023,12	2,36
137,0	F	930,52	2019,56	2,19
Média		887,57	2025,86	2,28
Níveis de zinco		ns	ns	ns
Sexo		ns	ns	ns
Sexo x Níveis de zinco		ns	ns	ns
Coeficiente de Variação (%)		9,00	8,50	10,50

* P(>0,05), pelo teste F.

Os resultados de, concentração de zinco no osso, no fígado e no soro estão apresentados no tabela 5.

Observou-se efeito significativo ($P < 0,01$) dos níveis de zinco sobre a concentração de zinco no fígado. HOSSAIN & BERTECHINI (1994), NOBRE et al. (1993), também observaram em aves acúmulo de zinco no fígado quando estas receberam dietas com níveis crescentes deste mineral.

Não constatou efeito ($P > 0,05$) dos níveis de zinco sobre as concentrações desse mineral no osso e soro. Estes resultados mostraram que o zinco, dentro dos níveis estudados, não interferiu na concentração de zinco no osso e soro, justificando a não constatação de anormalidades ósseas. DEWAR et al. (1983), encontraram resultados semelhantes.

Verificou-se efeito de sexo ($P < 0,01$), indicando maior deposição de zinco no osso no fígado dos machos. Resultados semelhantes foram encontrados por TEIXEIRA (1994).

Não foi observado efeito da interação entre sexo e níveis de zinco na dieta ($P > 0,05$), mostrando que estes fatores atuam de forma independente sobre estas variáveis.

Tabela 5 - Valores médios das variáveis concentração de zinco no osso (ZnO), fígado (ZnF) e soro (ZnS), de frangos de corte aos 54 dias de idade, machos (M) e fêmeas (F), submetidos a dietas com diferentes níveis de zinco.

Níveis de zinco (ppm)	Sexo	ZnO (ppm)	ZnF (ppm)	ZnS (ppm)
12,0	M	141,72	105,12	1,89
37,0	M	172,93	114,26	2,09
62,0	M	180,91	133,91	2,18
87,0	M	172,45	141,91	2,06
112,0	M	170,69	156,16	2,36
137,0	M	166,69	170,53	2,01
Média		167,56	136,98	2,10
12,0	F	103,37	101,36	1,87
37,0	F	168,15	108,31	2,28
62,0	F	154,76	130,82	2,09
87,0	F	176,64	143,57	2,28
112,0	F	153,68	156,62	2,34
137,0	F	150,20	159,95	2,09
Média		160,12	133,44	2,16
Níveis de zinco		ns	**	ns
Sexo		**	**	ns
Sexo x Níveis de zinco		ns	ns	ns
Coeficiente de Variação (%)		3,20	6,00	14,50

** (P<0,01); ns P(>0,05), pelo teste F.

A estimativa de exigência de zinco está apresentada na tabela 6 e figura 1. O requerimento desse mineral ajustado pelo modelo linear para zinco no fígado foi de 137,0 ppm. Esta variável indicou que os níveis estudados não foram suficientes para atingir o requerimento nutricional de zinco para frangos de corte nesta fase, sugerindo o maior nível como sendo a exigência. Por outro lado NOBRE et al. (1993), mostraram que o fígado apresenta grande facilidade para deposição de zinco quando as aves são alimentadas com dietas contendo níveis elevados desse mineral, sendo assim, este tecido não é uma boa variável para se determinar a exigência desse mineral.

Considerando a não interferência dos níveis de zinco sobre as variáveis de maior interesse econômico (ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), sobre a deposição de zinco nos ossos e sobre as demais variáveis estudadas, aliadas ao fato do fígado acumular o excesso de zinco fornecido nas dietas, sugeriu-se que os níveis de zinco de 25 a 30 ppm, normalmente, presentes em dietas práticas à base de milho e farelo de soja são suficientes para o desenvolvimento animal, não havendo assim necessidade de suplementação desse mineral para frangos de corte, machos e fêmeas, de 43 a 54 dias de idade.

Tabela 6 – Valores de exigência, coeficientes de determinação (R^2), soma de quadrado dos desvios (SQD) e equação de regressão ajustadas para as variáveis ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), concentração de zinco no osso (ZnO), concentração de zinco no fígado (ZnF), concentração de zinco no soro (ZnS), para frangos de corte de 43 a 54 dias de idade estimadas pelo modelo linear.

Modelo Linear				
Variáveis	Equações Ajustadas	Exigência	R^2	SQD
GP(g/ave)	$\hat{Y} = 905,70$	-	-	-
CR(g/ave)	$\hat{Y} = 2068,54$	-	-	-
CA(g/g)	$\hat{Y} = 2,2949$	-	-	-
ZnO(ppm)	$\hat{Y} = 163,84$	-	-	-
ZnF(ppm)	$\hat{Y} = 96,41 + 0,5208^{**}N$	137,0	0,88	3094,54
ZnS(ppm)	$\hat{Y} = 2,11$	-	-	-

** ($P < 0,01$), pelo teste t.

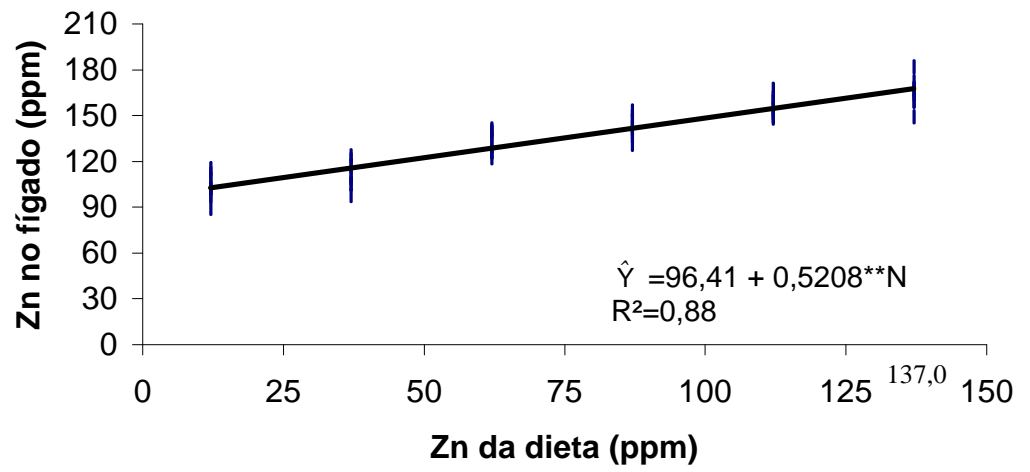


Figura 1- Efeitos dos níveis de zinco na dieta sobre a concentração de zinco no fígado de frangos aos 54 dias de idade.

4 . RESUMO E CONCLUSÕES

Foram utilizados 192 frangos de corte da linhagem Avian Farms, sendo a metade machos e metade fêmeas, no período de 43 a 54 dias de idade. Adotou-se um esquema fatorial 6x2, sendo 6 níveis de zinco e 2 sexos (macho e fêmea) no delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições e 4 aves por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma dieta basal deficiente em zinco (12,0 ppm), suplementada com zinco, proveniente do óxido de zinco: 0,0; 25,0; 50,0 ;75,0; 100,0 e 125,0 ppm. As variáveis avaliadas foram: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, concentração de zinco no fígado, no osso e no plasma . As suplementações de zinco na dieta influenciaram a concentração de zinco no fígado. Entretanto, considerando a não interferência dos níveis de zinco sobre as variáveis de desempenho, sobre a concentração de zinco nos ossos e aliado ao fato do fígado não ser um bom parâmetro para medir a exigência de minerais, sugeriu-se que os níveis de zinco de 25 a 30 ppm, normalmente, presentes em dietas práticas à base de milho e farelo de soja, são suficientes para o melhor desenvolvimento animal, não havendo assim necessidade de suplementação de zinco na dieta de frangos de corte, machos e fêmeas, de 43 a 54 dias de idade.

5 . CONCLUSÕES GERAIS

Os valores de exigência em zinco para frangos de corte foram de 86,12 ppm para os machos e de 85,70 ppm para as fêmeas, de 8 a 21 dias de idade e de 82,20 ppm para os machos e de 85,70 ppm para as fêmeas, de 22 a 42 dias de idade.

Os níveis de zinco de 25 a 30 ppm, normalmente, presentes em dietas práticas à base de milho e farelo de soja são suficientes para promover o desenvolvimento de frangos de corte, machos e fêmeas, de 43 a 54 dias de idade, não havendo necessidade da suplementação desse mineral nas dietas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANNENKOV, B.N. 1982. Methods of determination of the requirements of farm animals for minerals. In: GEORGIEVSKII, V.I.; ANNENKOV, B.N.; SAMOKHIN, V.T. **Mineral Nutrition of Animals**. London, Butterworths. p. 11-56.
- BERTECHINI, A.G.; HOSSAIN, S.M.; NOBRE, P.de T.1992a. Efeito de vários níveis de zinco no desempenho e composição mineral do tecido em frangos de corte. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. Anais ... Lavras, ESAL. p.324. .
- BERTECHINI, A.G.; HOSSAIN, S.M.; VALE, R.A. 1992b. Concentração de micromineral no tecido como medida de biodisponibilidade de várias fontes de zinco. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. Anais ... Lavras, ESAL. p.325.
- CHEEKE, P.R. 1991. **Applied Animal Nutrition-Feeds and Feeding**. New York, Macmillan. 504 p.
- COUSINS, R.J. 1979. Regulatory aspects of zinc metabolism in liver and intestine. **Nutrition Reviews**, Washington, v.37, p.97-103.
- DEWAR, W.A. 1986. Requirements for trace minerals. In: FISHER,C.; BOORMAN, K.N. **Nutrient requirements of poultry and nutritional research**. Abingdon, Poultry Science Symposium nineteen. 171 p.

- DEWAR, W.A.; DOWNIE, J.N. 1984. The zinc requirement of broiler chick and turkey poult fed on purified diets. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v-51, p.467-477.
- DEWAR, W.A.; WIGHT, P.A.L.; PEARSON, R.A.; GENTLE, M.J.1983. Toxic effects of high concentration of zinc oxide in the diet of the chicks and laying hen. **British Poultry Science**, Abingdon, v.24, p.397-404.
- EDWARDS Jr., H.M. 1959. The availability to chicks of zinc in various compounds and ores. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.69, p.306-308.
- EDWARDS Jr., H.M.; DUNAHOO, W. S.; FULLER, H. L. 1959. Zinc requirements studies with practical rations. **Poultry Science**, Champaign, v.38, p.436-439.
- FIALHO, F.B. 1991 s.d. Técnica de slope ratio na determinação de biodisponibilidade de nutrientes. Porto Alegre, UFRGS. 155P.
- GEORGIEVSKII, V.I.1982. General information on minerals. In: GEORGIEVSKII, V.I.; ANNENKOV, B.N.; SAMOKHIN, V.T. **Mineral Nutrition of Animals**. London, Butterworths. p. 11-56.
- GOMES, P.C. et al, Criação de frangos de corte. Informe Técnico ano 17 – nº 78. Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- HAMBIDGE , K.M.; CASEY, C.E.; KREBS, N.F. 1987. Zinc. In: MERTZ,W. **Trace elements in human and animal nutrition**. 5th ed. San Diego, Academic Press. V.2. p.1-137.
- HARMUTH-HOENE, A.E.; SCHELENZ, R.; 1980. Effect of dietary fiber on mineral absorption in growing rats. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.110, p.1774-1784.
- HILL, C.H.; MATRONE, G.; PAYNE, W.L.; BARBER, C.W. 1963. In vivo interactions of cadmium with copper, zinc and iron. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.80, p.227-235
- HOEKSTRA, W.G.; FALTIN, E.C.; LIN, C.W.; ROBERTS, H.F.; GRUMMER, R.H. 1967. Zinc deficiency in reproducing gilts fed a diet high in calcium and its effect on tissue zinc and blood serum alkaline phosphatase. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.26, p.1348-1357.
- HOSSAIN, S.M. ; BERTECHINI, A.G. 1994. Requeriment and bioavailability of zinc from inorganic source. Trabalho no prelo.

- JOHNSON, D.Jr.; MEHRING, A.L. Jr.; SAVINO, F.X.; TITUS, H.W. 1962. The tolerance of growing chickens for dietary zinc. **Poultry Science**, Champaign. v.41, p.311-317.
- KING, J. C. 1990. Assessment of zinc status. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.120, p.1474-1479.
- LEASE, J.G.; BARNETT, B.D.; LEASE, E.J.; TURK, D.E. 1960. The biological unavailability to the chick of zinc in a sesame meal ration. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.72, p-66-70.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. 1982. Effect of high dietary levels Of supplemental zinc, manganese, copper or iron on broiler performance to three weeks of age and accumulation of these minerals in tissue and excreta. **Nutrition Reports International**, Los Altos, v.25, p.591-599.
- LEDOUX, D.R. ; HENRY, P.R. ; AMMERMAN, C.B. ; MILES, R.D. 1989. Effect of dietary copper on tissue mineral composition as an estimate of copper bioavaibility in broiler chicks. **Nutrition Reports International**, Los Altos, v.39, p.1117-1126.
- LEDOUX, D.R. ; HENRY, P.R. ; AMMERMAN, C.B. ; RAO, P.V. ; MILES, R.D. 1991. Estimation of the relative bioavailibility of inorganic copper sources for chicks using tissue uptake of copper. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, p.215-222.
- LEHNINGER, A.L. 1989. **Princípios de Bioquímica**. São Paulo, sarvier. 725 p.
- LOWE, N.M.; BREMER,I.; JACKSON, M.J. 1991. Plasma 65Zn kinetics in the rat. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.65, p.445-455.
- MAHAN, D.C. 1990. Mineral nutrition of the sow: A review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, p-573-582.
- McDOWELL, L.R. 1992. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego, Academy Press. 524 p.
- MILLER, W.J. 1984. Proper mineral balance improves livestock performance. **Feedstuffs**, Minneapolis, Oct. 1, p.26.
- MUIRHEAD, S. 1993. Research compares bioavailability of Zinc sources in standard diet. **Feedstuffs**, Minneapolis, Aug. 23, p.12.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – Nutrient requirements of poutry, National Academic Press, Washington, D.C., 1994, p.44-45.

- NOBRE, P.deT.C. 1993. HOSSAIN, S.M.; VALE, R.A. 1993. Biodisponibilidade do carbonato e óxido de zinco para frangos de corte. In: CONFERÊNCIA DA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1993, Santos. Anais ... Santos. p.28.
- OBERLEAS, D. ; MUHRER, M.E. ; O'DELL, B.L.; 1962. Effects of phytic acid on zinc availability and parakeratosis in swine. **Journal of Animal Science**, Champaign v.21, p.57-61.
- O'DELL, B.L.; BURPO, C.E.; SAVAGE, J.E. 1972. Evaluation of zinc availability in foodstuffs of plant and animal origin. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.102, p.653-660.
- O'DELL, B.L.; YOHE, J.M.; SAVAGE, J.E. 1964. Zinc availability in the chick as affected by phytate, calcium, and ethylenediaminetetracetate. **Poultry Science**, Champaign, v.43, p.415-419.
- PENSAK, J.M.; HENSON, J.N.; BOGDONOFF, P.D. 1958. The effects of calcium and phosphorus on the zinc requirements of growing chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.37, p.1232-1233.
- PIMENTEL, J.L.; COOK, M.E.; GREGER, J.L. 1991b. Research note: Bioavailability of zinc-methionine for chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.70, p.1637-1639.
- PIMENTEL, J.L.; COOK, M.E.; GREGER, J.L. 1991a. Immune response of chick fed various levels of zinc. **Poultry Science**, Champaign, v.70, p.947-954.
- ROBERSON, R.H.; SCHAIBLE, P.J. 1958. The zinc requirement of the chick. **Poultry Science**, Champaign, v.37, p.1321-1323.
- ROBERSON, R.H.; SCHAIBLE, P.J. 1960a. The effect of elevated calcium and phosphorus levels on the zinc requirement of the chick. **Poultry Science**, Champaign, v.39, p.837-840.
- ROBERSON, R.H.; SCHAIBLE, P.J. 1960b. The tolerance of growing chicks for high levels of different forms of zinc. **Poultry Science**, Champaign, v-39, p-893-896.
- RODWELL, V.W. 1990. Estrutura e funções das proteínas e enzimas. In: MURRAY, R.K.; GRANNER, D.K.; MAYES, P.A.; RODWELL, V.W. **Harper: Bioquímica**. 6 ed. São Paulo, Ateneu. p.12-94.

- ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., GOMES, P.C., FERREIRA, A S., OLIVEIRA, R. F., LOPES, D. C. Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos, (Tabelas Brasileiras). Viçosa, MG, UFV, 2000.
- SAEG – Sistema para análise estatística e genética, versão 8.0, Viçosa, MG : Fundação Arthur Bernardes, 1999.
- SAVAGE, J.E.; YOHE, J.M.; PICKETT, E.E.; O'DELL, B.L. 1-964. Zinc metabolism in the growing chick. Tissue concentration and effect of phytate on absorption. **Poultry Science**, Champaign, v.43, p.420-426.
- SCOTT, J.T.; CREGER, C.R. 1976. The use of zinc as an effective molting agent in laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.55, p.2089.
- SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C.; YOUNG, R.J. 1969. **Nutrition of the chicken**. Geneva, Humphrey. 511p.
- SILVA, D. J. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa – MG: Imprensa Universitária, 1998, 160 p.
- STAHL, J.L.; COOK, M.E.; SUNDE, M.L. 1986. Zinc supplementation: Its effect on egg production, feed conversion, fertility, and hatchability. **Poultry Science**, Champaign, v.65, p.2104-2109.
- STAHL, J.L.; GREGER, J.L.; COOK, M.E. 1980. Zinc, copper and iron utilization by chicks fed various concentrations of zinc. **British Poultry Science**, Abingdon, v.30, p.123-134.
- STARCKER, B.C.; GLAUBER, J.G.; MADARAS, J.G. 1980. Zinc absorption and its relationship to intestinal metallothionein. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.110, p.1391-1397.
- STOREY, M.L.; GREGER, J.L. 1987. Iron, zinc and copper interactions: Chronic versus acute responses of rats. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.117, p.1434-1442.
- TEIXEIRA, A.S. 1994; Exigências nutricionais de zinco e sua biodisponibilidade em sulfato e óxido de zinco para pintos de corte. **Tese de doutorado – UFRGS**, Porto Alegre.
- TITUS, H.W.; FRITZ, J.C. 1971. **The Scientific Feeding of Chickens**. 5th ed. Danville, The Interstate Printers 336p.
- UNDERWOOD, E.; 1977. **Trace elements in human and animal nutrition**. 4th. New York, Academic Press. 545p.

- VALLEE, B.L.; FALCHUK, K.H. 1993. The biochemical basis of zinc physiology. **Physiological Reviews**, Bethesda, v.73, p.79-118.
- VAN DER KLIS, J.D.; VERSTEGEN, M.W.A.; DE WIT, W. 1990. Absorption of minerals and retention time of dry matter in the gastrointestinal tract of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v.69, p.2185-2194.
- VOHRA, P. & KRATZER, F.H. 1964. Influence of various chelating agents on the availability of zinc. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.82, p.249-256.
- WEDEKIND, K.J. BAKER, D.H. 1990. Zinc bioavailability in feed-grade sources of zinc. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, p.684-689.
- WHITEHEAD, C.C.; DEWAR, W.A.; DOWNIE, J.N. 1971. Effect of dietary fat on mineral retention in chicks. **British Poultry Science**, Abingdon, v.12, p.249-254.
- WILLIAMS, S.N.; MILES, R.D.; QUART, M.D.; CAMPBELL, D.R. 1989. Metabolism and nutrition. Short-term high level zinc feeding and tissue zinc concentration in mature laying hen. **Poultry Science**, Champaign, v.68, p.539-545.

APÊNDICE

Quadro 1 A - Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) das variáveis ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de pintos de corte de 8 a 21 dias de idade e da concentração de zinco no osso (ZnO), zinco no fígado (ZnF) e zinco no soro (ZnS) de pintos de corte de aos 21 dias de idade (Capítulo 1).

F.V	G.L	QM					
		GP	CR	CA	ZNO	ZNF	ZNS
Níveis	5	0,0010 ^{ns}	1505,68 ^{ns}	0,0019 ^{ns}	4976,11 ^{**}	21,69 ^{ns}	0,5721 ^{**}
Sexo	1	0,00032 ^{ns}	8,06 ^{ns}	0,0052 ^{ns}	61,48 [*]	0,5698 ^{ns}	0,0091 ^{ns}
N x Sexo	5	0,00027 ^{ns}	1266,09 ^{ns}	0,0050 ^{ns}	612,98 ^{**}	37,50 ^{ns}	0,0364 ^{ns}
Resíduo	36	0,00086	2322,54	0,0073	12,68	33,51	0,1102
CV		5,3	6,2	6,1	2,4	9,9	16,7

** F significativo a 1 %; * F significativo a 5 %; ^{ns} F não-significativo.

Quadro 2 A - Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) das variáveis ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de pintos de corte de 22 a 42 dias de idade, e da concentração de zinco no osso (ZnO), zinco no fígado (ZnF) e zinco no soro (ZnS) de pintos de corte de aos 42 dias de idade (Capítulo 2).

F.V.	G.L.	QM					
		GP	CR	CA	ZNO	ZNF	ZNS
Níveis	5	0,0186 ^{ns}	34694,76 ^{ns}	0,0069 ^{ns}	2225,53**	32,56 ^{ns}	0,7920**
Sexo	1	0,0335**	33170,15**	0,0093**	3240,77**	139,85 ^{ns}	0,3988 ^{ns}
N x Sexo	5	0,0154 ^{ns}	29392,94 ^{ns}	0,0021 ^{ns}	734,05**	33,49 ^{ns}	0,1191 ^{ns}
Resíduo	36	0,0630	158378,3	0,0095	26,71	9,15	0,1201
CV		4,71	3,38	2,34	3,4	4,0	15,0

** F significativo a 1 %; ^{ns} F não-significativo.

Quadro 3 A - Resumo da análise de variância e coeficientes de variação (CV) das variáveis ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de pintos de corte de 43 a 54 dias de idade e da concentração de zinco no osso (ZnO), zinco no fígado (ZnF) e zinco no soro (ZnS) de pintos de corte de aos 54 dias de idade (Capítulo 3).

F.V.	G.L.	QM					
		GP	CR	CA	ZNO	ZNF	ZNS
Níveis	5	0,0123 ^{ns}	47254,72 ^{ns}	0,0089 ^{ns}	958,36 ^{ns}	4815,53 ^{**}	0,0060 ^{ns}
Sexo	1	0,0158 ^{ns}	87423,16 ^{ns}	0,0027 ^{ns}	3240,77 ^{**}	150,85 ^{**}	0,0098 ^{ns}
N x Sexo	5	0,0020 ^{ns}	7461,241 ^{ns}	0,0282 ^{ns}	526,95 ^{ns}	39,42 ^{ns}	0,0498 ^{ns}
Resíduo	36	0,0067	31144,40	0,0581	31,78	66,69	0,0084
CV		9,0	8,5	10,5	3,2	6,0	14,5

** F significativo a 1 %; ^{ns} F não-significativo.

Quadro 4 A – Temperaturas e Umidades relativas no interior da instalação, durante o período de 8 a 21 dias das aves (Capítulo 1)

DATA	07:00 horas					18:00 horas				
	T B S	T B U	U R	MAX	MIN	T B S	T B U	U R	MAX	MIN
06/05/02	-	-	-	-	-	28	21	53	28	28
07/05/02	26	21	64	28	26	26	21	64	30	26
08/05/02	28	21	53	29	26	28	21	53	29	26
09/05/02	30	21	50	30	26	26	24	85	29	26
10/05/02	30	21	50	30	26	26	24	85	26	24
11/05/02	28	20	47	28	26	28	24	72	27	26
12/05/02	28	25	78	28	26	25	23	85	29	25
13/05/02	26	24	85	28	26	26	23	77	27	26
14/05/02	26	24	85	27	26	26	23	77	27	26
15/05/02	25	23	88	26	25	25	23	85	28	26
16/05/02	25	23	88	27	25	24	22	85	27	25
17/05/02	24	23	92	27	24	29	26	79	27	24
18/05/02	24	22	85	29	23	24	22	85	25	23
19/05/02	26	24	85	27	23	23	22	92	26	23
20/05/02	25	24	92	26	23	-	-	-	-	-
Média	26,50	22,57	74.43	27.86	25,07	26.00	22.78	76.93	27.50	25.28

TBS-Temperatura bulbo seco (°C)

TBU-Temperatura bulbo úmido(°C)

UR-Umidade relativa(%)

MAX-Temperatura máxima(°C)

MIN-Temperatura mínima(°C)

Quadro 5 A – Temperaturas e Umidades relativas no interior da instalação, durante o período de 22 a 42 dias de idade das aves (Capítulo 2).

DATA	07:00 horas					18:00 horas				
	T B S	T B U	U R	MAX	MIN	T B S	T B U	U R	MAX	MIN
28/05/02	-	-	-	-	-	25	22	77	21	20
29/05/02	25	21	70	23	24	26	23	77	25	22
30/05/02	26	23	77	23	25	23	19	68	23	21
31/05/02	26	23	77	23	25	24	19	63	22	24
01/06/02	27	22	64	23	25	26	19	51	20	21
02/06/02	27	22	64	25	26	26	24	85	22	25
03/06/02	27	24	77	24	25	26	25	92	24	25
04/06/02	20	17	74	18	17	26	22	71	21	22
05/06/02	26	22	71	22	24	26	22	71	21	24
06/06/02	26	23	77	22	23	26	23	77	23	24
07/06/02	26	22	71	23	25	26	24	85	22	23
08/06/02	26	22	71	24	25	27	24	78	23	26
09/06/02	27	23	77	24	26	27	25	85	23	24
10/06/02	26	22	71	23	24	27	24	78	24	26
11/06/02	27	22	65	23	24	27	20	52	22	25
12/06/02	26	23	77	22	23	26	21	64	24	23
13/06/02	26	22	71	23	25	26	22	71	23	24
14/06/02	27	22	65	22	24	27	23	71	24	25
15/06/02	27	23	71	22	26	25	22	77	23	26
16/06/02	26	23	77	23	24	24	20	70	20	24
17/06/02	26	22	71	23	25	26	21	64	21	25
18/06/02	26	23	77	22	24	-	-	-	-	-
Média	26,28	22,19	72,14	22,71	24,24	26,19	21,90	72,71	22,43	23,76

TBS-Temperatura bulbo seco (°C)

TBU-Temperatura bulbo úmido(°C)

UR-Umidade relativa(%)

MAX-Temperatura máxima(°C)

MIN-Temperatura mínima(°C)

Quadro 6 A – Temperaturas e Umidades relativas no interior da instalação, durante o período de 43 a 54 dias de idade das aves (Capítulo 3).

DATA	07:00 horas					2318:00 horas				
	T B S	T B U	U R	MAX	MIN	T B S	T B U	U R	MAX	MIN
03/07/02	-	-	-	-	-	22	19	75	25	22
04/07/02	20	18	82	23	15	24	20	70	25	21
05/07/02	20	19	91	23	17	25	21	70	23	20
06/07/02	21	19	82	23	15	24	20	70	25	21
07/07/02	19	17	82	24	14	25	22	77	24	19
08/07/02	23	21	87	23	18	22	19	75	23	20
09/07/02	21	19	82	21	14	25	22	77	25	22
10/07/02	23	21	84	23	18	24	21	77	24	21
11/07/02	20	18	82	23	15	23	19	69	24	20
12/07/02	21	19	82	22	15	21	18	78	23	21
13/07/02	21	19	82	20	15	21	17	67	24	21
14/07/02	18	16	82	21	14	22	18	68	22	19
15/07/02	18	16	82	22	15	-	-	-	-	-
Média	20,42	18,5	83,33	22,33	15,42	23,17	19,67	72,75	23,92	20,58

TBS-Temperatura bulbo seco (°C)

TBU-Temperatura bulbo úmido(°C)

UR-Umidade relativa(%)

MAX-Temperatura máxima(°C)

MIN-Temperatura mínima(°C)