

1 **NÍVEIS E FONTES DE VITAMINA D SOBRE DESEMPENHO E**
2 **DESENVOLVIMENTO ÓSSEO DE LINHAGENS DE FRANGOS DE CORTE**

3
4 *LEVELS AND SOURCES OF VITAMIN D ON PERFORMANCE AND BONE*
5 *DEVELOPMENT OF STRAINS IN BROILERS*

6
7 **R. P de OLIVEIRA¹, E. T. SANTOS², S. SGAVIOLI*², D. M. C. CASTIBLANCO², S.**
8 **M. BARALDI-ARTONI², D. E de FARIA³.**

9
10 ¹Universidade Federal de Grande Dourados, Dourados, MS.

11 ²Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, SP.

12 ³Universidade do Estado de São Paulo, Pirassununga, SP.

13
14 **RESUMO**

15 A disponibilidade e o nível adequado de vitamina D atendem à demanda fisiológica
16 para formação óssea, e reduzem a ocorrência de problemas locomotores em frangos de corte.
17 Com o objetivo de avaliar três diferentes níveis de vitamina D sobre o desempenho, força de
18 ruptura e conteúdo mineral das tíbias de três diferentes linhagens de frangos de corte, foram
19 utilizado 1.440 pintos de um dia, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado
20 em esquema fatorial 3x3, com três linhagens (Ross 308, Cobb 500 e Hybro) e três níveis de
21 inclusão de vitamina D₃ (1250 UI vitamina D₃, 3000 UI vitamina D₃ e 69 mg de
22 hidroxicolecalciferol 25(OH) D₃, fornecidos na ração até o 21º dia de vida, com oito
23 repetições de 30 aves por parcela, totalizando 160 aves por tratamento. Não houve diferenças
24 (P>0,05) entre os níveis de vitamina D, e as linhagens para o desempenho e força de ruptura,
25 exceto para o consumo de ração para o fator linhagem (P<0,05), com maior consumo de ração
26 do Cobb, devido provavelmente ao seu maior potencial de crescimento. Com relação ao
27 conteúdo mineral das tíbias, as fontes e ou níveis de vitamina D não influenciaram de maneira
28 significativa (P>0,05) as quantidades de cálcio e fósforo nas tíbias. No entanto, para as
29 linhagens houve diferença significativa (P<0,05) aos 14 dias de idade, com maior quantidade
30 de cálcio para o Ross 308 e maior quantidade de fósforo para o Hybro, devido à variação

31 genética no metabolismo do cálcio e do fósforo em frangos de corte. Em conclusão a adição
32 de 1250 UI de vitamina D/kg de ração é suficiente para garantir o desempenho e o
33 desenvolvimento ósseo de frangos de corte, independente da linhagem a ser utilizada,
34 mediante ao ajuste correto dos níveis de Ca e P.

35

36 **PALAVRAS-CHAVE:** Cálcio. Força de ruptura. Fósforo. Hidroxicolicalciferol. Linhagens.

37

38 ABSTRACT

39 The availability and appropriate level of vitamin D to reach physiological demand for
40 bone formation and reduce the occurrence of locomotors problems in broilers. The aim of this
41 study was to evaluate three different levels of vitamin D on performance breaking strength
42 and mineral content of tibia of three different strains of broilers, it was used 1,1400 chicken
43 of one day of age. The complete random design used was in factorial 3X3, with three strains
44 (Ross 308, Cobb 500 and Hybro) and three inclusion levels of vitamin D3 (1250 IU vitamin
45 D3; 3000 IU vitamin D3 and 69 mg of 25-hydroxycholecalciferol (OH) D3), provided in the
46 diet until 21 day of life, with eight replicates of 30 birds per group, a total of 160 birds per
47 treatment. There was no difference ($P > 0.05$) between the levels of vitamin D, in the strains
48 for the performace and breaking strength, except for feed intake for the strain factor ($P < 0.05$),
49 with higher feed intake of Cobb, probably due to its higher growth potential. With relation to
50 the mineral content of the tibia, the sources and levels of vitamin D had no influence
51 significant ($P > 0.05$) the quantities of calcium and phosphorus in the tibia bones. However,
52 for strains was significant difference ($P < 0.05$) at 14 days of age, with higher amounts of
53 calcium to Ross 308 and higher amount of phosphorus to Hybro. This can be explained
54 because of the genetic variation in metabolism of calcium and phosphorus in broilers. In
55 conclusion the addition of 1250 IU vitamin D/kg of feed is sufficient to ensure performance
56 and bone development of broilers independent of the strain to be used by proper adjustment of
57 the levels of Ca and P.

58

59 **KEY-WORDS:** Breaking strength. Calcium. Phosphorus. Strains. 25-hidroxicholecalciferol.

60

61

INTRODUÇÃO

62 O frango de corte moderno possui um excelente potencial genético, que quando aliados
63 a um manejo nutricional e sanitário adequados permite elevado ganho de peso em curto prazo.
64 No entanto, o desenvolvimento do tecido ósseo não tem acompanhado esse aumento no ganho
65 de massa muscular, o que pode gerar problemas locomotores e outras desordens metabólicas.
66 Estes problemas são preocupantes para a indústria avícola devido à falta de bem-estar animal,
67 aos altos índices de descarte nos abatedouros, ocasionados por carcaças mal desenvolvidas e

68 por perdas relativas ao desempenho das aves (KESTIN et al., 1992; GARNER et al., 2002;
69 KNOWLES et al., 2008).

70 Segundo Coto et al. (2008) as perdas estimadas decorrentes de problemas locomotores
71 em frangos de corte nos EUA, são de 80 milhões de dólares por ano. O maior impacto destas
72 perdas ocorre no abatedouro por condenações de carcaças com processos inflamatórios nas
73 articulações, dermatites e escoriações, provocadas pelo excesso de decúbito das aves que
74 apresentaram dificuldade locomotora e por isso durante a criação são por vezes pisoteadas
75 pelas aves saudáveis (OVIEDO-RONDÓN, 2008).

76 O manejo nutricional pode ser uma ferramenta decisiva na diminuição dessas
77 anormalidades ósseas. Estudos apontam que o meio nutricional mais eficaz para se combater
78 problemas ósseos envolve a suplementação dietética com vitamina D (LEDWABA, 2003;
79 PIZAURO et al., 2002; KEVIN & EDWARDS, 1996). Em estudos realizados se observou
80 que metabólitos da vitamina D₃ mostraram-se eficazes em relação à discondroplasia tibial
81 (EDWARDS, 1989, 1990; RENNIE et al., 1993; RENNIE & WHITEHEAD, 1996).

82 A forma ativa da vitamina D, a 1,25-diidroxivitamina D₃ 1,25(OH)₂D₃ é um importante
83 regulador do desenvolvimento do tecido ósseo, do metabolismo e da homeostase do cálcio,
84 possuindo então papel fundamental na regulação do crescimento e diferenciação celular do
85 tecido ósseo (KEVIN & EDWARDS, 1996, NELSON et al., 2005, OVIEDO-RONDON et
86 al., 2005; WHITEHEAD et al., 2004). A forma 25(OH)D₃ tem atividade duas vezes melhor
87 que a vitamina D₃ (colecalfiferol), além de apresentar característica favorável em termos de
88 absorção pelas células do intestino, quando comparado com o colecalfiferol (TORRES et al.,
89 2009).

90 De acordo com o NRC (1994) a exigência de vitamina D₃ para frangos de corte é de 5
91 mg/kg (200 UI/kg), mas pesquisas mais recentes sugerem um aporte mais elevado da

92 vitamina, como por exemplo, Kasim & Edwards (2000) estimaram a exigência em cerca de 25
93 mg/kg.

94 Vale ressaltar que a exigência de vitamina D₃ está relacionada com a quantidade de Ca e
95 P disponíveis na dieta. Waldroup et al. (1965) mostraram que o requisito pode variar de 5
96 mg/kg sob teores de Ca e P normais e, mais de 40 mg/kg quando as quantidades ou
97 proporções de Ca e P foram abaixo do ideal. Williams et al. (2000) e Bar et al. (2003)
98 sugeriram que as necessidades de cálcio para genótipos modernos de frango de corte está
99 próximo de 13 g/kg do que o valor de 10 g/kg sugerido pelo NRC (1994).

100 Alguns autores já estudaram a interação entre linhagens de frango de corte e fontes e
101 níveis de vitamina D₃ (VELTEMANN & JENSEN, 1981; ELLIOT & EDWARDS, 1994;
102 EDWARDS, 1990, 2000; SHAFEY et al., 1990), porém nos estudos realizados os autores não
103 descrevem as linhagens utilizadas, ou estas não são utilizadas com frequência no Brasil,
104 portanto, desconhecem-se os efeitos da hidroxicolecalciferol 25(OH) D₃ sobre as linhagens
105 utilizadas atualmente no Brasil (Ross 308, Cobb 500 e Hybro).

106 Mediante a estas informações se torna necessário à realização de pesquisas que
107 relacionem fontes de vitamina D₃, com o desempenho e desenvolvimento e crescimento ósseo
108 em frangos de corte. A proposta do estudo foi avaliar o desempenho e o desenvolvimento das
109 tíbias de frangos de corte de diferentes linhagens, alimentados com dietas contendo diferentes
110 fontes e inclusões de vitamina D₃, até os 21 dias de idade.

111

112

MATERIAL E MÉTODOS

113 Aves e manejo

114 Foram utilizados 1.440 pintos de um dia de idade, machos, das linhagens Ross 308,
115 Cobb 500 e Hybro, cujos pesos médios foram de 0,47 g, 0,46 g, e de 0,48 g respectivamente,
116 provenientes de matrizes com 60 a 62 semanas de idade. As aves foram criadas em um galpão

117 experimental, com programa de iluminação contínua e fornecimento de ração e água à
118 vontade, até os 21 dias de idade. Aos sete dias de idades todas as aves foram vacinadas contra
119 as doenças Newcastle, Bronquite aviária e Gumboro. Durante todo o período experimental foi
120 mantido o conforto térmico das aves através do manejo de cortinas e campânulas.

121

122 **Delineamento e tratamentos experimentais**

123 O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema
124 fatorial 3x3, com três linhagens (Ross 308, Cobb 500 e Hybro) e três níveis de inclusão de
125 vitamina D₃ (1250 UI vitamina D₃; 3000 UI vitamina D₃ e 69 mg de HyD 25(OH) D₃, com
126 oito repetições de 30 aves por parcela, totalizando 160 aves por tratamento.

127

128 **Dietas Experimentais**

129 As dietas foram formuladas a base de milho e farelo de soja, de acordo com as
130 exigências nutricionais para a fase pré-inicial (1 a 7 dias) e inicial (8 a 21 dias), de acordo
131 com as recomendações de Rostagno et al. (2005), exceto para o cálcio e o fósforo, 0,80 e
132 0,50%, respectivamente, de acordo com as recomendações de Edwards (1983, 2000) (Tabelas
133 1 e 2).

134

135 **Características avaliadas**

136 **Desempenho**

137 Ao final do período experimental (21 dias de idade) realizou-se o controle do ganho de
138 peso, consumo de ração e conversão alimentar.

139

140 **Força de ruptura**

141 Foi avaliada a força de ruptura da tíbia esquerda de oito aves por repetição aos 21 dias
142 de idade, por ensaio mecânico (flexão em três pontos e compressão axial) em máquina

143 universal EMIC[®], modelo DL 3000. Os ossos foram apoiados em dois suportes (dois pontos),
144 sendo a distância de vão de apoio ajustada conforme o tamanho do menor osso. A força foi
145 aplicada no osso em um terceiro ponto, no meio geométrico entre os dois apoios (terço médio
146 do osso). O ensaio foi destrutivo e registrou a força de ruptura. A carga de 1000N foi aplicada
147 à velocidade de 54 mm/min, sendo os resultados expressos em kgf/cm².

148

149 **Conteúdo mineral**

150 Após a realização da análise de força de ruptura as tíbias foram utilizadas nas análises
151 de cálcio e fósforo. As análises dos minerais das amostras dos diferentes tratamentos foram
152 realizadas no laboratório de Nutrição Animal, da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal/SP,
153 de acordo com as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002), sendo expressos em %
154 em relação à matéria seca desengordurada.

155

156 **Análise Estatística**

157 Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento *General Linear*
158 *Model* (GLM) do programa SAS[®] (SAS Institute, 2002), em caso de efeito significativo a uma
159 probabilidade de 5% foi realizado o teste de Tukey.

160

161 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

162 Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre os fatores analisados, linhagem,
163 fontes e/ou níveis de vitamina D₃ sobre as características de ganho de peso e conversão
164 alimentar de 1 a 21 dias de idade (Tabela 3). O consumo de ração (Tabela 3) foi significativo
165 ($P<0,05$) para as linhagens, com maior consumo de ração para a linhagem Cobb 500. Moreira
166 et al. (2004) trabalharam com as linhagens Ross, Cobb e Hybro, avaliando índices
167 zootécnicos e verificaram que o Cobb apresentou maior consumo de ração em relação as

168 demais linhagens, semelhante aos resultados obtidos no estudo. Estes resultados se devem ao
169 potencial genético do Cobb ser superior as demais linhagens estudadas, pois apesar do maior
170 consumo de ração para o Cobb, não houve diferença significativa ($P>0,05$) para a conversão
171 alimentar entre as linhagens, pois apesar do ganho de peso não ter sido significativo ($P=0,09$),
172 este foi maior para o Cobb, não afetando a conversão alimentar.

173 Sabe-se que, no processo de seleção adotado pelas empresas de melhoramento
174 genético de frangos de corte, as aves com maior potencial para ganho de peso permanecem no
175 processo. Portanto, o maior potencial de crescimento das aves Cobb era esperado, uma vez
176 que essa linhagem é resultante de anos de seleção de material genético, com característica de
177 crescimento rápido e alta capacidade de ganho de peso.

178 Não houve efeito significativo ($P>0,05$) para as características de desempenho frente
179 aos tratamentos com vitamina D₃. Como os níveis de cálcio (Ca) e fósforo (P) da dieta foram
180 adequados, infere-se que a vitamina D não afetou diretamente a deposição tecidual. A
181 interferência no ganho de peso e no rendimento de carcaça poderia acontecer se os níveis de
182 Ca e P estivessem desbalanceados, pois, nesta condição, a vitamina D compensaria este
183 desequilíbrio, aumentando a absorção intestinal e diminuindo a excreção renal, para garantir a
184 homeostase destes minerais no organismo (WALDENTEST, 2006).

185 Entretanto, Whitehead et al. (2004) ao estudar altos níveis de vitamina D, de 200, 800,
186 5000 e 10000 UI em tratamentos com: 0,80% de Ca e 0,35 e 0,50% de P; 1,30% de Ca e 0,35
187 e 0,50% de P até os 14 dias para frangos de corte, observaram aumento significativo no peso
188 corporal e da resistência óssea, proporcionalmente ao aumento da adição da vitamina D,
189 independente do nível de Ca e P. Foi demonstrado por Khan et al. (2010), ao estudarem
190 menores níveis de vitamina D (200, 1500, 2500 e 3500 UI de colecalciferol) que os melhores
191 resultados para as variáveis de peso corporal, conversão alimentar aos 28 e 42 dias, foram
192 obtidos para o nível máximo utilizado de vitamina D utilizado, de 3500 UI.

193 A deficiência de vitamina D pode acarretar problemas locomotores em frangos de
194 corte, aumentando a incidência de discondroplasia tibial e diminuindo a resistência óssea de
195 (EDWARDS, 2000). Frente a isso, fez-se necessário a avaliação da resistência óssea das tíbias,
196 por meio da força de ruptura. No entanto, não houve efeito significativo ($P>0,05$) das
197 diferentes fontes de vitamina D para a força de ruptura das tíbias dos frangos de corte nas
198 diferentes idades (7, 14 e 21 dias de idade). Semelhantes aos resultados Garcia et al. (2013)
199 não encontraram diferença significativa para a resistência óssea, fornecendo colecalciferol
200 (D_3), e seus metabólitos $1,25(OH)_2D_3$, $25(OH)D_3$ e $1\alpha(OH)D_3$. Segundo Aburto et al. (1998),
201 os efeitos da vitamina D_3 e dos metabólitos podem variar dependendo da resposta biológica,
202 devido a fatores externos, como os ambientais e internos como a variação genética. Portanto,
203 de acordo com os dados de força de ruptura, em dietas com níveis adequados de Ca e P, a
204 inclusão de 1250 UI de vitamina D/kg de ração, é suficiente para o desenvolvimento das tíbias
205 das aves, mantendo a força de ruptura.

206 A absorção de cálcio no intestino pode ser aumentada utilizando-se os metabólitos da
207 vitamina D. Isso ocorre devido à redução da formação de complexos de cálcio e, portanto,
208 pode contribuir com o desenvolvimento ósseo das aves (APPLEGATE et al., 2003; MILLER
209 et al., 2006). No entanto, não houve aumento na quantidade de cálcio das tíbias das aves
210 alimentadas com $25(OH)_2D_3$ ($P>0,05$). Porém, quando observado as linhagens aos 14 dias de
211 idade (Tabela 4), a quantidade de cálcio e fósforo nas tíbias foi significativa ($P<0,05$). A
212 linhagem Ross 308 foi a que apresentou a maior quantidade de cálcio (7,39 mg/kg) aos 14
213 dias de idade, em comparação as demais linhagens. Para o fósforo a linhagem que apresentou
214 a maior quantidade (3,34 mg/kg) do mineral nas tíbias foi a Hybro (Tabela 4). Isso pode ser
215 explicado devido à variação genética no metabolismo do cálcio e do fósforo em frangos de
216 corte (BECKER et al., 1991; CAHANER et al., 1986; SHAFETY et al., 1990).

217 SHAFEY et al., 1990 verificaram a interação entre a suplementação de vitamina D (4
218 e 8 mg de colecalciferol/kg de ração) e linhagens de frango de corte comercial, em que
219 ocorreu aumento significativo ($P < 0,05$) de Ca e P nas tíbias, no entanto, os autores não
220 revelaram as linhagens utilizadas no estudo.

221

222 CONCLUSÕES

223 A adição de 1250 UI de vitamina D/kg de ração é suficiente para garantir o
224 desempenho e o desenvolvimento ósseo de frangos de corte, independente da linhagem a ser
225 utilizada, mediante ao ajuste correto dos níveis de Ca e P.

226

227 REFERÊNCIAS

228 ABURTO, A.; EDWARDS JR, H. M.; BRITTON, W. M. The Influence of vitamin A on the
229 utilization and amelioration of toxicity of cholecalciferol, 25 hydroxycholecalciferol, and
230 1,25-dihydroxycholecalciferol in young broilerchickens. **Poultry Science**, v. 77, p. 585-593,
231 1998.

232 APPLGATE, T. J.; ANGEL, R.; CLASSEN, H. L. Effect of dietary calcium, 25-
233 hydroxycholecalciferol, and bird strain on small intestinal phytase activity in broiler chickens.
234 **Poultry Science**, v. 82, p. 1140-1148, 2003.

235 BAR, A.; SHINDER, D.; YOSEFI, S.; VAX, E.; PLAVNIK, I. Metabolism and requirements
236 for calcium and phosphorus in the fast-growing chicken as affected by age. **British Journal**
237 **of Nutrition**, v. 89, p. 51-60, 2003.

238 BECKER, W. A.; SPENCER, J. V.; MIROSH, L. W.; VERSTRATE, J. A. Abdominal and
239 carcass fat in five broiler strains. **Poultry Science**, v. 60, p. 693-697, 1991.

240 CAHANER, A.; NITSAN, Z.; NIR, I. Weight and fat content of adipose and nonadipose
241 tissues in broilers selected for or against adipose tissue. **Poultry Science**, 65: 215-222, 1986.

- 242 Comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1506-1519, 2004.
- 243 COTO, Z.; YAN, F.; CERRATE, S.; WANG, Z.; SAKAKLI, P.; HALLEY, J.; WIERNUSZ,
244 C.; MARTINEZ, A.; WALDROUP, P. Effects of Dietary Levels of Calcium and Nonphytate
245 Phosphorus in Broiler Starter Diets on Live Performance, Bone Development and Growth
246 Plate Conditions in Male Chicks Fed a Corn-Based Diet. **International Journal of Poultry
247 Science**, v. 7, n. 7, p.638-645, 2008.
- 248 EDWARDS, H. M. Nutrition and skeletal problems in poultry. **Poultry Science**, v.79, p.
249 1018-1023, 2000.
- 250 EDWARDS, H. M., JR. Efficacy of several vitamin D compounds in the prevention of tibial
251 dyschondroplasia in broiler chickens. **Journal of Nutrition**, v. 120, p. 1054—1061, 1990.
- 252 EDWARDS, H. M., JR. The effect of dietary cholecalciferol, 25-hydroxycholecalciferol and
253 1,25-dihydroxycholecalciferol on the development of tibial dyschondroplasia in broiler
254 chickens in the absence and presence of disulfuram. **Journal of Nutrition**, v. 119, p. 647—
255 652, 1989.
- 256 EDWARDS, H. M.; VELTMAN, J. R. The role of calcium and phosphorus in the etiology of
257 tibial dyschondroplasia in young chicks. **Journal of Nutrition**, v. 113, p.1565-1575, 1983.
- 258 ELLIOT, M. A; EDWARDS, H. M JR. Effect of Genetic Strain, Calcium, and Feed
259 Withdrawal on Growth, Tibial Dyschondroplasia, Plasma 1,25-Dihydroxycholecalciferol, and
260 Plasma 25-Hydroxycholecalciferol in Sixteen-Day-Old Chickens. **Poultry Science**, v. 73, p.
261 509-519, 1994.
- 262 GARCIA, A. F. Q. M.; MURAKAMI, A. E.; AMARAL DUARTE, C. R.; OSPINA ROJAS,
263 I. C.; PICOLI, K. P.; PUZOTTI, M. M. Use of Vitamin D₃ and Its Metabolites in Broiler
264 Chicken Feed on Performance, Bone Parameters and Meat Quality. **Asian-Australasian
265 Journal of Animal Sciences (Print)**, v. 26, p. 408-415, 2013.

- 266 GARNER, J. P.; FALCONE, C.; WAKENELL, P. MARTIN, M.; MENCH, J. A. Reliability
267 and validity of a modified gait scoring system and its use in assessing tibial dyschondroplasia
268 in broilers. **British Poultry Science**, v.43, p.355-363, 2002.
- 269 KASIM, A.; EDWARDS, H. M., JR. Evaluation of cholecalciferol sources using broiler chick
270 bioassays. **Poultry Science**, v. 79, p. 1617-1622, 2000.
- 271 KESTIN, S. C.; KNOWLES, T. G.; TINCH, A. E.; GREGORY, N. G. Prevalence of
272 locomotion problems in broiler chickens and its relationship with genotype. **Veterinary**
273 **Record**, v.131, p.190-194, 1992.
- 274 KEVIN, D. R.; EDWARDS, H. M. JR. Effect of dietary 1,25-dihydroxycholecalciferol level
275 on broiler performance. **Poultry Science**, v.75, p. 90-94, 1996.
- 276 KHAN, S. H.; SHAHID, R.; MIAN, A. A.; SARDAR, R.; ANJUM, M. A. Effect of the level
277 of cholecalciferol supplementation of broiler diets on the performance and tibial
278 dyschondroplasia. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. Poultry Research*
279 *Institute, Murree Road, Shamsabad, Rawalpindi, Pakistan, Faculty of Veterinary Sciences,*
280 *University of Arid Agriculture, Rawalpindi, Pakistan, pag. 584-593, 2010.*
- 281 KNOWLES, T. G. Leg disorders in broiler chickens: prevalence, risk factors and prevention.
282 **Journal of Bone**, v. p.1545, 2008.
- 283 LEDWABA, F. M.; ROBERSON, K. D. Effectiveness of 25- hidroxycholecalciferol in the
284 prevention of tibial dyschondroplasia in Ross cockerels depends on dietary calcium level.
285 **Poultry Science**, v. 82, p. 1769-1777, 2003.
- 286 MILLER, E. H. Vitamin D insufficiency in male osteoporosis. **Clinic Cornerstone**, v. 8, p.
287 14-19, 2006.
- 288 MOREIRA, J.; MENDES, A. A.; ROCA, E. A.; GARCIA, E. A.; NÄÄS, I. A.; GARCIA, R.

- 289 NELSON, T. S.; KIRBY, I. K.; PURDY, J. W.; JOHNSON, Z. B.; BEASLEY, J. N. Effect of
290 age and maternal flock and strain on the incidence of tibial dyschondroplasia in growing
291 chicks. **Avian Diseases**, v. 36, p.1015-1018, 1992.
- 292 NRC, **Nutrient Requirements of Poultry**, 9th rev. edn (Washington, DC, National Academy
293 Press) 1994.
- 294 OVIEDO-RONDÓN, E. O. Leg Health in Large Broilers. NC Broiler Supervisors' Short
295 Course **Poultry Science**, v.55, p.175-185, 2008.
- 296 PIZAURO, J. R.; CIANCAGLINI, P.; MACARI, M. Discondroplasia tibial: mecanismo de
297 lesao e controle; **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.3, p.1-22, 2002.
- 298 RENNIE, J. S., WHITEHEAD, C. C.; THORP, B. H. The effect of dietary 1,25-
299 dihydrocholecalciferol in preventing tibial dyschondroplasia in broilers fed on diets
300 imbalanced in calcium and phosphorus. **British Journal of Nutrition**, v. 69, p. 809-816,
301 1993.
- 302 RENNIE, J. S.; WHITEHEAD, C. C. The effectiveness of dietary 25- and 1-
303 hydroxycholecalciferol in preventing tibial dyschondroplasia in broiler chickens. **British**
304 **Poultry Science**, v. 37, p. 413-421, 1996.
- 305 ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.
306 de; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. de T. **Tabelas brasileiras para aves**
307 **e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2005.
- 308 SAS Institute. **SAS Proprietary Software Release 9.2**. SAS Inst. Inc., Cary, NC. 2002.
- 309 SHAFEY, T. M., McDONALD, M. W., PYM, R. A. Effects of dietary calcium, available
310 phosphorus and vitamin d on growth rate, food utilization, plasma and bone constituents and
311 calcium and phosphorus retention of commercial broiler strains. **British Poultry Science**, v.
312 31, n. 3, p. 587-602, 1990.

- 313 SHAFEY, T. M.; MCDONALD, M. W. Effects of dietary calcium:available phosphorus ratio
314 on calcium tolerance of broiler chickens. **Australian Journal of Experimental**
315 **Agriculture**, v. 30, p. 483-490, 1990.
- 316 SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed.
317 Viçosa: UFV, 2002.
- 318 TORRES, C. A.; VIEIRA, S. L.; REIS, R. N.; FERREIRA, A. K.; SILVA, P. X.; FURTADO
319 F. V. F. Productive performance of broiler breeder hens fed 25-hydroxycholecalciferol.
320 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1286-1290, 2009.
- 321 VELTMANN, JR. J. R.; JENSEN, L. S. Tibial Dyschondroplasia in Broilers: Comparison of
322 Dietary Additives and Strains. **Poultry Science**, v. 60, p. 1473-1478, 1981.
- 323 WALDENSTEDT, L. Nutritional factors of importance for optimal leg health in broilers: A
324 review. **Animal Feed Science and Technology**, v.126, p.291-307, 2006.
- 325 WALDROUP, P. W.; STEARNS, J. E.; AMMERMAN, C. B.; HARMS, R. H. Studies on the
326 vitamin D₃ requirement of the broiler chick. **Poultry Science**, v. 44, p. 543—548, 1965.
- 327 WHITEHEAD, C.C.; MCCORMACK, H. A.; MCTIER, L.; FLEMING, R. H. High vitamin
328 D₃ requirements in broilers for bone quality and prevention of tibial dyschondroplasia and
329 interactions with dietary calcium, available phosphorus and Vitamin A. **British Poultry**
330 **Science**, v. 45, p. 425–436, 2004.
- 331 WILLIAMS, B.; WADDINGTON, D.; SOLOMON, S.; FARQUHARSON, C. Dietary effects
332 on bone quality and turnover, and Ca and P metabolism in chickens. **Research in Veterinary**
333 **Science**, v. 69, p. 81-87, 2000.
- 334 YARGER, J. G., C. L. QUARLES, B. W. HOLLI AND R. W. GRAY. Safety of 25-
335 hydroxycholecalciferol in poultry rations. **Poultry Science**, v. 74, p. 1437-1446, 1995.
- 336

Sódio	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Met+cis digestível	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
Metionina digestível	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Lisina digestível	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Treonina digestível	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
Triptofano digestível	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23

338 ¹Suplemento vitamínico e mineral: quantidade por kg de ração: Vit. A- 9000 UI; Vit. D3- 1250 UI; Vit. E- 20 mg; Vit. K3- 2,5 mg; Vit. B1- 1,5 mg; Vit. B2- 6 mg; Vit. B6- 3
339 mg; Vit. B12- 12 mcg; Niacina- 25 mg; Acido Pantatênico- 12 mg; Biotina- 60 mcg; Ácido Fólico- 0,8 mg; Selênio- 0,25 mg; Ferro- 50 mg; Cobre- 10 mg; Zinco- 50 mg;
340 Manganês- 80 mg; Iodo- 1 mg; Cobalto- 1mg; Antioxidante (BHT)- 120 mg; ² Pré-mistura de Hy.D (0,5 kg/t) proporcionando 69 mg de 25(OH) (D3)/kg de ração. ³ Pré-
341 mistura de colecalciferol (D3) (0,5 kg/t) proporcionando 1750 UI D3/kg de ração.

342

Sódio	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Met+cis digestível	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Metionina digestível	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Lisina digestível	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
Treonina digestível	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Triptofano digestível	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22

344 ¹ Suplemento vitamínico e mineral: quantidade por kg de ração: Vit. A- 9000 UI; Vit. D₃- 1.250 UI; Vit. E- 20 mg; Vit. K3- 2,5 mg; Vit. B1- 1,5 mg; Vit. B2- 6 mg; Vit. B6-
345 3 mg; Vit. B12- 12 mcg; Niacina- 25 mg; Ácido Pantatênico- 12 mg; Biotina- 60 mcg; Acido Fólico- 0,8 mg; Selênio- 0,25 mg; Ferro- 50 mg; Cobre- 10 mg; Zinco- 50 mg;
346 Manganês- 80 mg; Iodo- 1 mg; Cobalto- 1mg; Antioxidante (BHT)- 120 mg; ² Pré-mistura de Hy.D (0,5 kg/t) proporcionando 69 mg de 25(OH) (D3)/kg de ração. ³ Pré-
347 mistura de colecalciferol (D3) (0,5 kg/t) proporcionando 1750 UI D3/kg de ração.

348 **Tabela 3** - Valores médios para consumo de ração (g), ganho de peso (g), conversão
 349 alimentar e resistência óssea.

Tratamentos/ Parâmetros	Consumo de ração (g)	Ganho de peso (g)	Conversão alimentar	Força de ruptura (kgf/cm ²)
Ross 308	849b	659	1,284	2,52
Cobb 500	893a	688	1,299	2,65
Hybro	844b	663	1,273	2,68
1250 vit. D	854	665	1,286	2,58
1250 vit. D + HyD	875	681	1,288	3,03
3000 vit. D + HyD	857	664	1,282	3,03
Probabilidades				
Linhagem (L)	0,01	0,09	0,74	0,13
Vitamina (V)	0,36	0,40	0,98	0,99
L x V	0,27	0,34	0,29	0,43
CV (%)	5,11	4,79	6,03	19,64

350 CV: coeficiente de variação. a-b: médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste de
 351 Tukey a 5% de probabilidade. HyD: hidroxicalciferol.

352
 353
 354
 355
 356
 357
 358
 359
 360
 361
 362
 363
 364
 365
 366
 367
 368

369 **Tabela 4** - Valores médios de cálcio e fósforo nos ossos, na matéria seca desengordurada.

Tratamentos/ Parâmetros	Ca (mg/kg)			P (mg/kg)		
	7 dias	14 dias	21 dias	7 dias	14 dias	21 dias
Ross 308	7,71	7,39a	10,11	4,91	2,66b	5,52
Cobb 500	6,68	4,83c	10,82	4,35	2,88b	5,77
Hybro	6,62	5,58b	11,73	4,69	3,34a	6,22
1250 vit. D	6,79	4,85	10,32	4,70	2,79	5,79
1250 vit. D + HyD	7,39	5,16	11,21	4,69	2,94	5,57
3000 vit. D + HyD	6,84	5,22	11,14	4,56	3,14	6,16
Probabilidades						
Linhagem (L)	0,05	0,02	0,12	0,07	0,01	0,18
Vitamina (V)	0,35	0,33	0,41	0,77	0,21	0,28
L x V	0,20	0,43	0,48	0,10	0,40	0,48
CV (%)	5,61	7,37	8,19	6,49	5,39	9,29

370 CV: coeficiente de variação. a-b: médias seguidas por letras distintas nas colunas diferem significativamente pelo teste de

371 Tukey a 5% de probabilidade. HyD: hidroxicalciferol.

372

373

374