

# Biociência Animal

---

Alécio Matos Pereira  
Tairon Pannunzio Dias e Silva  
Sara Silva Reis  
(Organizadores)



# Biociência Animal

---

Alécio Matos Pereira  
Tairon Pannunzio Dias e Silva  
Sara Silva Reis  
(Organizadores)



2019 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2019 Os Autores  
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora  
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
Diagramação: Natália Sandrini  
Edição de Arte: Lorena Prestes  
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
B615	Biociência animal [recurso eletrônico] / Organizadores Alécio Matos Pereira, Tairon Pannunzio Dias e Silva, Sara Silva Reis. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.  Formato: PDF Requisitos de sistemas: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-785-7 DOI 10.22533/at.ed.857192811  1. Biociência. 2. Zoologia. I. Pereira, Alécio Matos. II. Silva, Tairon Pannunzio Dias e. III. Reis, Sara Silva.  CDD 590
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

O livro de “Biociência Animal” une várias abordagens da utilização do animal para desenvolver o bem-estar humano, ciência animal e segurança alimentar. É um livro versátil que tem 7 capítulos e vários colaboradores especializados na área da ciência animal.

São abordados em seus capítulos assuntos como equoterapia, métodos alternativos para conservação de peças anatômicas, ação da melatonina e do estrógeno sobre o crescimento do tumor e métodos de avaliação da qualidade de carne moída além de outros temas.

A equoterapia, é um método terapêutico que utiliza o cavalo dentro de uma abordagem interdisciplinar nas áreas de saúde, educação e equitação, buscando o desenvolvimento biopsicossocial de pessoas com deficiência e/ou com necessidades especiais alcançando excelentes resultados no desenvolvimento da psicomotricidade e inclusão de jovens com necessidades especiais.

A busca por alternativas ao formol é fundamental para diminuir o seu uso, visto que é uma substância tóxica para o ser humano. Um olhar sobre alternativas para entender o processo mitótico que leva o crescimento dos tumores faz desse capítulo uma fonte para verificar a influência da melatonina e estrógeno no crescimento desse tumor.

O crescimento populacional e a necessidade por alimentos que atendam a crescente demanda, imprime o uso de alternativas alimentares na produção animal. Nesse contexto, o estudo do uso da silagem de grão úmido de milho na alimentação de bovinos de corte torna-se assunto fundamental para o avanço da capacidade produtiva dos animais e rentabilidade do setor, principalmente nos confinamentos.

Um país de mais de 210 milhões de habitantes, com uma demanda crescente por produtos de origem animal, requer um olhar preciso sobre os caminhos da produção dos produtos de origem animal. O capítulo métodos de avaliação da qualidade de carne moída lança um olhar a microbiologia e aos aspectos físico-químicos desse produto tão utilizado na cozinha brasileira

Este livro é destinado a promover fonte de ensino para os estudantes da ciência animal, apresentando uma abordagem eficiente sobre temas relevantes nessa área e enriquecendo em conhecimentos os que minuciosamente estudarem seus capítulos.

Alécio Matos Pereira  
Tairon Pannunzio Dias e Silva  
Sara Silva Reis

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
“UM NOVO OLHAR SOBRE QUATRO PATAS: EQUOTERAPIA”	
Jullyana de Souza Silva	
Amanda Melo Sant'anna Araújo	
Eric Francelino Andrade	
Débora Ribeiro Orlando	
Tânia Pires da Silva	
Claudinete da Assunção Ramos Penha	
Camila Fernandes Oliveira	
Bruna Maria Braga Teixeira	
Igor Vitor Alcântara Calmon	
Karolline Aires da Costa	
Lun Miranda Sales	
Karielly Amaral Andrade	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8571928111</b>	
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>10</b>
AÇÃO DA MELATONINA E DO ESTRÓGENO SOBRE O CRESCIMENTO DO TUMOR DE EHRLICH EM CAMUNDONGOS SWISS	
Danielle Dutra Pereira	
Wanessa Noadya Ketry de Oliveira	
Priscila Maria do Santos Oliveira	
Laíse de Souza Elias	
Jeine Emanuele Santos da Silva	
Thaís Heloise da Silva Almeida	
George Chaves Jimenez	
Joaquim Evêncio Neto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8571928112</b>	
<b>CAPÍTULO 3 .....</b>	<b>23</b>
AVALIAÇÃO DE MÉTODOS ALTERNATIVOS PARA CONSERVAÇÃO DE PEÇAS ANATÔMICAS E SUAS APLICAÇÕES CONSCIENTES NO LABORATÓRIO DE ANATOMIA ANIMAL	
Mariana Biscaro Zófoli	
Jorge Gonçalves Pires	
Camila Ramos De Oliveira Nunes	
Ana Bárbara Freitas Rodrigues	
Stefany Martins De Almeida	
Gina Nunes Teixeira	
Leonardo Siqueira Glória	
Raphael Weller Ferreira Menassa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8571928113</b>	
<b>CAPÍTULO 4 .....</b>	<b>39</b>
CARACTERÍSTICAS ÓSSEAS DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA SUPLEMENTADAS COM 1,25-DIHIIDROXIVITAMINA-D <sub>3</sub> -GLICOSÍDEO DE ORIGEM VEGETAL	
Christiane Silva Souza	
Maria Goreti de Almeida Oliveira	
Sérgio Luiz de Toledo Barreto	
Flávio Medeiros Vieites	
Arele Arlindo Calderano	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8571928114</b>	

<b>CAPÍTULO 5 .....</b>	<b>51</b>
IDENTIFICAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GENÉTICA E CARACTERIZAÇÃO FENOTÍPICA DA RAÇA GIROLANDO NO ESTADO DO AMAZONAS	
Léo Fernando de Faria Salgado	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8571928115</b>	
<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>61</b>
MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE CARNE MOÍDA	
Maria Santos Oliveira	
Felicianna Clara Fonsêca Machado	
Gladiane dos Santos Nunes	
Cristiano Pinto de Oliveira	
Natylane Eufransino Freitas	
Helga Germana de Sousa Ribeiro	
Juanna D'arc Fonsêca dos Santos	
Laíze Falcão de Almeida	
Vanusa Castro de Sousa	
Samara de Castro Sousa	
Larissa Maria Feitosa Gonçalves	
Antonio Augusto Nascimento Machado Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8571928116</b>	
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>83</b>
USO DE SILAGEM DE GRÃO ÚMIDO DE MILHO NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS DE CORTE	
Kárito Augusto Pereira	
Renata Vaz Ribeiro	
Otávio Augusto Martins Oliveira	
Thais Marques Santana	
Alliny das Graças Amaral	
Natalia de Avila Soares	
Mariane Rodrigues Ferreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8571928117</b>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES.....</b>	<b>94</b>
<b>ÍNDICE REMISSÍVO .....</b>	<b>95</b>

## CARACTERÍSTICAS ÓSSEAS DE CODORNAS JAPONESAS EM POSTURA SUPLEMENTADAS COM 1,25-DIHIIDROXIVITAMINA-D<sub>3</sub>-GLICOSÍDEO DE ORIGEM VEGETAL

### Christiane Silva Souza

Pós-Doutoranda em Zootecnia pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Seropédica-RJ, Brasil. \*Autora para correspondência: christianessouza@gmail.com

### Maria Goreti de Almeida Oliveira

Docente do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular da Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa-MG, Brasil.

### Sérgio Luiz de Toledo Barreto

Docente do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa-MG, Brasil.

### Flávio Medeiros Vieites

Docente de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF, Juiz de Fora-MG, Brasil

### Arele Arlindo Calderano

Docente do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa-MG, Brasil.

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar as características ósseas de codornas japonesas alimentadas com ração suplementada com 1,25-dihidroxivitamina-D<sub>3</sub>-glicosídeo (1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>) de origem vegetal. Foi utilizado delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos (0,0; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,00 µg de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>/kg de ração), seis repetições

e seis aves por unidade experimental. Verificou-se que a composição orgânica (proteínas colagenosas e totais) e a resistência à quebra (RQ) dos ossos de codornas japonesas com 47 semanas de idade alteraram-se com o 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> adicional (p<0,05). A RQ das tíbias direitas das aves que receberam ração suplementada com 0,50µg de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> foi 20% maior quando comparada com os demais tratamentos. Pode-se inferir que não houve modificação da qualidade óssea das aves, uma vez que a composição mineral – cinzas, cálcio (Ca), fósforo (P), relação Ca:P, a densidade óssea e os teores de proteínas não colagenosas não se modificaram.

**PALAVRAS-CHAVE:** colágeno, colecalciferol, proteína óssea

### BONE CHARACTERISTICS OF JAPANESE LAYING QUAILS SUPPLEMENTED WITH 1,25-DIHYDROXYVITAMIN-D<sub>3</sub>-GLYCOSIDE OF PLANT ORIGIN

**ABSTRACT:** The objective was to evaluate the bone characteristics of Japanese laying quails supplemented with 1,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub>-glycoside (1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>) of plant origin in feed. It was used a randomized block design, with



five treatments (0.0; 0.25; 0.50; 0.75 and 1.00  $\mu\text{g}$   $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ / kg diet), six replicates and six birds each. It was found that the organic composition (collagenous and total proteins) and bone strength (BS) of the bones of Japanese laying quails with 47 weeks of age modified with  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  additional ( $p < 0.05$ ). The BS of the right tibia of the birds fed with dietary supplementation with 0.50  $\mu\text{g}$  of  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  was 20% higher when compared with the other treatments. It may be point out that there was no change in bone quality of the birds, since the mineral composition – ash, calcium (Ca), phosphorus (P), Ca:P ratio, the bone density and the levels of non collagenous proteins not modified.

**KEYWORDS:** bone protein, cholecalciferol, collagen

## 1 | INTRODUÇÃO

A vitamina D regula a fisiologia osteomineral, em especial o metabolismo do cálcio (Ca) e fósforo (P). Ela é responsável por estimular a reabsorção destes minerais nos ossos e a sua absorção a nível intestinal (CASTRO, 2011; CARVALHO & FERNANDES, 2013).

Existem alguns compostos, com atividade metabólica de vitamina D. Dentre estes, os que apresentam maior atividade referem-se aos de origem animal, colecalciferol (vitamina  $\text{D}_3$ ), seguidos pelo ergocalciferol (vitamina  $\text{D}_2$ ), de origem vegetal (PEIXOTO et al., 2012).

Os metabólitos hidroxilados da vitamina  $\text{D}_3$  já foram identificados em inúmeras plantas, principalmente as pertencentes a família *Solanaceae* (Jäpelt & Jakobsen, 2013). A *Solanum glaucophyllum* (SG) apresenta em sua composição 54,3% de carboidratos, 24,9% de proteínas, 4,1% de água, 17,1% de minerais (Bachmann et al., 2013) e glicosídeos de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  (8,6 a 100 mg/g de folhas secas). A distribuição molecular dos radicais glicosilados na SG é de uma a 12 unidades de hexoses por aglicona (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY – EFSA, 2015).

As formas  $\text{D}_2$  e  $\text{D}_3$  apresentam atividades biológicas essencialmente idênticas, contudo, espécies aviárias utilizam mais eficientemente a  $\text{D}_3$ . Presumivelmente, tal discriminação seja resultado da ligação reduzida dos metabólitos da vitamina  $\text{D}_2$  às proteínas ligadoras da vitamina D no sangue, levando a depuração mais rápida dos metabólitos da  $\text{D}_2$  no plasma (Bar, 2008; Souza & Vieites, 2014). A vitamina  $\text{D}_3$  é cerca de 30 a 40 vezes mais potente que a  $\text{D}_2$  para aves (PIZAURO JR. et al., 2002).

A estrutura química entre as duas formas da vitamina D diferem apenas quanto ao tamanho das cadeias e formam-se no organismo animal mediante ação da radiação ultravioleta sobre os esteróides, ergosteróis e 7-deidrocolesterol (Guerra et al., 2014). Para ser metabolicamente ativa, a vitamina  $\text{D}_3$  sofre transformações

que ocorrem no fígado e rins, através de reações de adição de grupos de hidroxilas na molécula; produzindo o 25-hidroxicolecalciferol –  $25(\text{OH})\text{D}_3$  e o 1,25 dihidroxicolecalciferol –  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ , respectivamente (Hewison, 2011). De maneira geral, as bioatividades das formas da vitamina D seguem a sequência:  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3 > 1\alpha(\text{OH})\text{D}_3 > 25(\text{OH})\text{D}_3 > \text{D}_3 > \text{D}_2$  (HAN et al., 2012).

Em criações comerciais, as aves de postura, permanecem em sistema de confinamento, portanto a conversão de 7-deidrocolesterol não assegura fonte suficiente de colecalciferol para as poedeiras. Assim, a suplementação de vitamina  $\text{D}_3$  nas rações torna-se imprescindível (Rodrigues et al., 2005). Outro fato, que deve ser considerado refere-se à progressiva diminuição na habilidade do fígado em hidroxilar a vitamina  $\text{D}_3$  em  $25(\text{OH})\text{D}_3$  com o avançar da idade (Carvalho & Fernandes, 2013), resultando em inadequada produção de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ .

Nos ossos, o  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  atua no desenvolvimento da placa de crescimento, formação, reabsorção e remodelagem. Ainda, age em sinergismo com o paratormônio, mobilizando Ca e P, mediante indução de diferenciação de células precursoras em osteoclastos; nos osteoblastos maduros, aumentando a expressão da fosfatase alcalina, e de proteínas não colagenosas – osteocalcina e osteopontina (Moreira et al., 2004; Menezes Filho et al., 2008; Dantas et al., 2009; Marques et al., 2010) e na inibição da síntese de colágeno tipo I (CASTRO, 2011).

Desta forma, objetivou-se avaliar a resistência à quebra e a composição orgânica e mineral de tíbias e fêmures de codornas japonesas em postura alimentadas com rações contendo suplemento de 1,25-dihidroxivitamina- $\text{D}_3$ -glicosídeo de origem vegetal.

## 2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, com duração de 63 dias (três períodos de 21 dias). O projeto obteve Registro no Comitê de Ética para Uso de Animais de Produção – CEUAP, DZO/UFV - n.º.: 82/2013.

Foram utilizadas 180 codornas (*Coturnix coturnix japonica*), de 36 a 45 semanas de idade. O delineamento experimental foi em Blocos Casualizados (DBC), sendo cinco tratamentos (0,0; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,00  $\mu\text{g}$  de 1,25-dihidroxivitamina  $\text{D}_3$  ( $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ )/kg de ração); com seis repetições de seis aves por unidade experimental. O critério usado para a formação dos blocos foi o peso das aves (leves e pesadas). A densidade animal por unidade experimental foi de 141,66  $\text{cm}^2$ /ave.

As rações foram formuladas seguindo-se as recomendações de Rostagno et

al., (2011). O produto comercial utilizado como fonte da vitamina D<sub>3</sub> ativa (10 ppm de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>/kg), de origem vegetal – *Solanum glaucophyllum*, foi incluso nas rações em substituição ao material inerte (areia), **Tabela 1**.

O fornecimento de luz foi de 17 horas diárias, sendo controlado por um relógio automático (*timer*), que permitiu o acender e o apagar das luzes durante o período da noite, conforme o procedimento adotado em granjas comerciais.

Ingredientes (kg)	Tratamentos ( $\mu\text{g}$ 1,25(OH) <sub>2</sub> D <sub>3</sub> /kg de ração)				
	0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
Milho	56,990	56,990	56,990	56,990	56,990
Farelo de soja	32,553	32,553	32,553	32,553	32,553
Óleo de soja	1,274	1,274	1,274	1,274	1,274
Calcário	6,802	6,802	6,802	6,802	6,802
Fosfato bicálcico	1,071	1,071	1,071	1,071	1,071
Sal	0,323	0,323	0,323	0,323	0,323
Lisina-HCl	0,193	0,193	0,193	0,193	0,193
DL-metionina	0,372	0,372	0,372	0,372	0,372
L-triptofano	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
L-arginina	0,049	0,049	0,049	0,049	0,049
Premix vitamínico <sup>1</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral <sup>2</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Antioxidante <sup>3</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
<b>Fonte de 1,25-dihidroxitamina-D<sub>3</sub><sup>4</sup></b>	<b>0,000</b>	<b>0,0025</b>	<b>0,005</b>	<b>0,0075</b>	<b>0,010</b>
Inerte <sup>5</sup>	0,100	0,098	0,095	0,093	0,090
Total (kg)	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Composição Calculada</b>					
Proteína bruta (%)	19,70	19,70	19,70	19,70	19,70
Energia metabolizável (kcal/kg)	2800	2800	2800	2800	2800
Cálcio	2,922	2,922	2,922	2,922	2,922
Fósforo disponível (%)	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304
Sódio (%)	0,146	0,146	0,146	0,146	0,146
Lisina digestível (%)	1,097	1,097	1,097	1,097	1,097
Metionina+ Cistina digestível (%)	0,900	0,900	0,900	0,900	0,900
Treonina digestível (%)	0,665	0,665	0,665	0,665	0,665
Triptofano digestível (%)	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230
Arginina digestível (%)	1,273	1,273	1,273	1,273	1,273
Valina digestível (%)	0,829	0,829	0,829	0,829	0,829
Isoleucina digestível (%)	0,762	0,762	0,762	0,762	0,762
Glicina+ Serina digestível (%)	1,634	1,619	1,619	1,619	1,634
Leucina digestível (%)	1,537	1,537	1,537	1,537	1,537
Ácido linoleico (%)	2,048	2,048	2,048	2,048	2,048
Fibra bruta (%)	2,711	2,711	2,711	2,711	2,711

Tabela 1. Composição das rações experimentais, na matéria natural

<sup>1</sup>Composição/kg de produto: Vit. A: 12.000.000 U.I., Vit. D<sub>3</sub>: 3.600.000 U.I., Vit. E: 3.500 U.I., Ácido nicotínico: 40.000 mg, Ácido pantotênico: 12.000 mg, Vit. B<sub>12</sub>: 20.000 mg, Vit. B<sub>2</sub>: 8.000 mg, Vit. B<sub>6</sub>: 5.000 mg, Vit. K: 3.000

mg, Vit. B<sub>1</sub>: 2.500 mg, Ácido fólico: 1.500mg, Biotina: 200 mg, Veículo q.s.p.: 1.000 g. <sup>2</sup>Composição/kg de produto: Manganês: 160 g, Ferro: 100 g, Zinco: 100 g, Cobre: 20 g, Cobalto: 2 g, Iodo: 2 g, Selênio: 150 mg, Veículo q.s.p.: 1000 g. <sup>3</sup>Butil-hidróxi-tolueno, 99%. <sup>4</sup>Produto comercial, fonte de vitamina D<sub>3</sub> ativa de origem vegetal – *Solanum glaucophyllum*, contendo 10 ppm de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>/kg de produto. <sup>5</sup>Areia

Na 47<sup>a</sup>. semana de idade, uma ave/repetição foi pesada, sacrificada por sangria e tiveram as tíbias (30 pares) e os fêmures (30 pares) removidos. Os ossos foram limpos de todo tecido aderente, identificados e congelados (-20°C). As análises da composição orgânica e mineral dos ossos foram realizadas no Laboratório de Bioquímica Animal (LBA), do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular (DBB) da UFV.

Nos ossos *in natura*, procedeu-se a retirada de todo tecido aderente, com auxílio de tesouras e pinças, pesagem em balança analítica ( $\pm 0,0001$ g), bem como as mensurações dos diâmetros (horizontal e vertical) e do comprimento (mm) usando paquímetro digital (Mitutoyo® 0-150mm, precisão 0,001mm). Dividindo-se o peso do osso (mg) pelo seu comprimento (mm), foi calculado o Índice de Seedor (SEEDOR et al., 1991).

As tíbias e os fêmures direitos foram usados na determinação da resistência à quebra, sendo descongelados até a temperatura ambiente e, posteriormente, submetidos a um ensaio de flexão, com o uso de uma máquina universal de ensaios mecânicos Contenco, capacidade de 10 T (UMC 100®). Todos os ossos foram testados na mesma posição, com as suas extremidades apoiadas em dois suportes apropriadamente afastados de acordo com o comprimento, sendo a carga aplicada no centro (região da diáfise do osso), seguindo-se especificações da Sociedade Americana de Engenharia Agrícola (ASAE S459, 1998). A distância entre os apoios (vão) utilizada foi de 2,20 cm para os fêmures, 2,53 cm para os tibiotarsos, e a velocidade foi de 2,00 mm/min. O momento da ruptura do osso foi registrado em quilograma força (kgf).

Após a obtenção da resistência, os ossos foram cortados longitudinalmente, sendo removida a medula óssea com jatos de água destilada. Em seguida, foram desengordurados com éter de petróleo, em aparelho *Soxhlet*, por quatro horas, para a determinação das concentrações de proteínas colagenosas (PC) e não colagenosas (PNC), conforme proposto por Barbosa et al., (2010). Os ossos foram desmineralizados com solução de sal dissódico de ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) para extração de PNC. O fim da extração foi confirmado com ácido oxálico, que permitiu identificar a desmineralização completa. As PNC foram quantificadas pelo método de Bradford (1976), utilizando albumina sérica bovina como padrão.

Depois de desengordurados e desmineralizados, os ossos foram lavados exaustivamente com água destilada e deionizada para retirada do EDTA e então usados para determinação de PC, utilizando o método de *Kjedahl* para estimar o

nitrogênio total (NT). O teor de PC foi obtido, multiplicando-se o NT pelo fator 6,25 (Silva & Queiroz, 2006). Os percentuais das proteínas ósseas foram calculados em relação ao peso seco do osso seco e desengordurado.

Para a determinação do conteúdo mineral, as tíbias e os fêmures esquerdos foram descongelados e submetidos à estufa 105°C por seis horas, e em seguida, desengordurados com éter de petróleo, em aparelho *Soxhlet*, por quatro horas, sendo então obtidos os pesos secos e desengordurados dos ossos. Posteriormente, foram calcinados em mufla a 600°C, por um período de seis horas, para mensuração dos teores de cinzas e posterior preparo de solução mineral (via seca), seguindo-se a metodologia de Silva & Queiroz (2006).

O teor de Ca nas cinzas dos ossos foi determinado por espectrometria de absorção atômica, e o de P por colorimetria. Os valores percentuais dos minerais foram expressos em relação ao peso do osso seco e desengordurado (Barbosa et al., 2010). A relação cálcio:fósforo (Ca:P) foi obtida dividindo-se a percentagem de Ca pela de P nas cinzas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão, considerando o nível de 5,0% de probabilidade. Quando a regressão não foi significativa, optou-se pela aplicação de teste de comparação de médias (Student-Newman-Keuls ou teste t), seguindo as recomendações de Sampaio (2010). As análises foram realizadas utilizando o *software* SISVAR, versão 5.6 (Build 86), de análises estatísticas e planejamento de experimento (FERREIRA, 2014).

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pesos *in natura*, comprimentos, diâmetros horizontais e Índice de Seedor das tíbias e fêmures esquerdos das codornas japonesas não foram influenciados pela suplementação com 1,25-dihidroxitamina-D<sub>3</sub> (Tabela 1). Possivelmente as aves foram capazes de metabolizar suficiente 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> a partir do colecalciferol dietético, e/ou utilizar a quantidade adicional do referido metabólito na manutenção óssea.

Variável	Osso	µg 1,25-dihidroxitamina-D <sub>3</sub> / kg de ração					CV (%)
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	
Tíbias							
Peso da ave (g) <sup>ns</sup>	-	221,16	222,70	217,32	216,71	218,77	5,31
Peso <i>in natura</i> (g) <sup>ns</sup>	TD	0,83	0,84	0,79	0,84	0,78	13,03
Peso <i>in natura</i> (g) <sup>ns</sup>	TE	0,80	0,81	0,77	0,77	0,78	13,87
Comprimento (mm) <sup>ns</sup>	TD	51,20	50,19	49,84	51,24	50,14	3,13
Comprimento (mm) <sup>ns</sup>	TE	50,91	50,48	49,44	49,45	50,02	4,45
Índice Seedor <sup>ns</sup>	TD	15,88	16,64	15,73	16,51	15,61	11,34
Índice Seedor <sup>ns</sup>	TE	15,78	16,04	16,00	15,83	16,01	10,20

Diâmetro horizontal (mm) <sup>ns</sup>	TD	2,68	2,82	2,65	2,77	2,69	8,03
Diâmetro horizontal (mm) <sup>ns</sup>	TE	2,77	2,78	2,65	2,85	2,75	5,17
Diâmetro vertical (mm) <sup>ns</sup>	TD	2,74	2,93	2,68	2,82	2,69	6,42
Diâmetro vertical (mm) <sup>ns</sup>	TE	2,91	2,92	2,77	3,05	2,94	9,53
Resistência à quebra (kgf) <sup>1*</sup>	TD	3,33 ab	3,50 ab	4,50 a	2,75 b	3,58 ab	30,73
<b>Fêmures</b>							
Peso <i>in natura</i> (g) <sup>ns</sup>	FD	0,74	0,83	0,75	0,63	0,77	20,85
Peso <i>in natura</i> (g) <sup>ns</sup>	FE	0,68	0,80	0,79	0,74	0,71	11,53
Comprimento (mm) <sup>ns</sup>	FD	41,46	41,59	40,54	41,42	41,32	2,67
Comprimento (mm) <sup>ns</sup>	FE	41,04	41,16	41,03	41,50	41,59	3,69
Índice Seedor <sup>ns</sup>	FD	17,81	19,84	18,45	18,31	18,75	10,32
Índice Seedor <sup>ns</sup>	FE	16,51	19,42	19,33	17,91	17,09	10,03
Diâmetro horizontal (mm) <sup>ns</sup>	FD	3,04	3,24	3,00	3,17	3,04	5,29
Diâmetro horizontal (mm) <sup>ns</sup>	FE	3,04	3,15	2,94	3,12	2,91	4,79
Diâmetro vertical (mm)*	FD	2,93 b	3,14 ab	3,01 b	3,25 a	2,94 b	5,20
Diâmetro vertical (mm) *	FE	3,12 ab	3,19 ab	3,09 ab	3,33 a	2,98 b	6,37
Resistência à quebra (kgf) <sup>ns</sup>	FD	2,33	3,17	3,80	2,20	3,40	33,34

Tabela 1. Peso *in natura*, comprimento, diâmetros, Índice Seedor e resistência à quebra dos ossos de codornas japonesas alimentadas com ração contendo 1,25-dihidroxitamina-D<sub>3</sub>-glicosídeo de origem vegetal

TD = tibia direita; TE = tibia esquerda; FD = fêmur direito; FE = fêmur esquerdo; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo (p>0,05). <sup>1\*</sup>Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si, pelo Teste t (p>0,05). \*Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si, pelo Teste Student-Newman-Keuls – SNK (p>0,05).

Os diâmetros verticais dos fêmures (direitos e esquerdos) foram alterados com a adição da vitamina D<sub>3</sub> ativa (p<0,05), sendo os maiores valores observados em 0,75 µg de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>/kg de ração. A resistência à quebra (RQ) das tíbias direitas foi influenciada com o acréscimo de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> nas rações (p<0,05). O fornecimento de 0,50 µg de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> mostrou-se a melhor opção, pois aumentou em mais de 20% a RQ, em relação aos demais tratamentos. Frost & Roland (1990) também verificaram aumento na RQ de tíbias de poedeiras Hy-line W36, com 65 semanas de idade, alimentadas com suplemento de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> (0,0, 0,5 e 1,0 µg) nas rações.

Os resultados para RQ observados neste estudo estão de acordo com os descritos por Bachmann et al. (2013), que estudaram a adição de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> proveniente de folhas secas de *Solanum glaucophyllum* – SG (10 µg), de extratos purificados (9,50 µg e 37,90 µg de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>), e do metabólito de origem sintética (5,0 µg de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>) nas rações para frangos de corte. Os pesquisadores relataram que a resistência à ruptura, bem como a rigidez das tíbias, foram maiores para os tratamentos com adição do metabólito, quando comparado ao controle. As folhas de SG apresentaram valores semelhantes àqueles com uso de vitamina D<sub>3</sub> sintética.

O Índice de Seedor (IS) é utilizado como indicativo da densidade óssea, de

modo que, quanto maior esse índice, maior a densidade da peça e vice-versa. Não foram constatadas quaisquer alterações nos valores de IS dos ossos estudados, tais resultados indicam a integridade no preenchimento da matriz orgânica óssea. Rivera et al., (2014) estudaram diferentes combinações de níveis de Ca e P e suplemento de vitamina D<sub>3</sub> e 25(OH)D<sub>3</sub> para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade. Os autores relataram maior densitometria radiográfica nas tíbias das aves alimentadas com 3,8% de Ca, 0,36% P e adição de 25(OH)D<sub>3</sub>, como fonte isolada da vitamina D.

Os pesos secos e desengordurados (PSD), bem como os valores de proteínas não colagenosas (PNC) dos ossos avaliados não foram alterados em função do incremento dietético de vitamina D<sub>3</sub> ativa (Tabela 2). Ao contrário do observado para a fração insolúvel em EDTA (PC) e quantidade de proteínas ósseas totais – PT (p<0,05).

Nas tíbias, os menores percentuais de PC e PT foram observados no fornecimento de 0,50 µg de 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>/kg de ração, de modo similar ao observado nos fêmures.

A osteocalcina representa 10 a 20% do total das PNC, e sua síntese é aumentada pelo 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> (Avolio et al., 2008; Araújo et al., 2012). Entretanto, isso não foi verificado, indicando que não houve desequilíbrio metabólico a ponto de interferir nessa variável nas condições avaliadas. As PNC contribuem para uma variedade de funções no osso, tais como a estabilização da matriz, calcificação e outras atividades regulatórias do metabolismo. As Gla-proteínas, que compõem parte das PNC podem inibir a mineralização óssea ou estimular a ação dos osteoclastos (Araújo et al., 2011).

Variável	Osso	µg 1,25-dihidroxitamina-D <sub>3</sub> / kg de ração					CV (%)
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	
<b>Tíbias</b>							
PSD <sup>1</sup> (g) <sup>ns</sup>	TD	0,42	0,46	0,49	0,41	0,44	17,24
PNC <sup>2</sup> (%) <sup>ns</sup>	TD	0,53	0,45	0,53	0,57	0,48	14,27
PC <sup>3</sup> (%) <sup>*</sup>	TD	24,02 a	22,51 ab	20,37 b	22,81 ab	22,19 ab	8,94
PT <sup>4</sup> (%) <sup>*</sup>	TD	24,55 a	22,96 ab	20,90 b	23,38 ab	22,67 ab	8,71
<b>Fêmures</b>							
PSD <sup>1</sup> (g) <sup>ns</sup>	FD	0,36	0,41	0,45	0,37	0,42	16,86
PNC <sup>2</sup> (%) <sup>ns</sup>	FD	0,61	0,52	0,48	0,59	0,51	23,70
PC <sup>3</sup> (%) <sup>*</sup>	FD	25,98 a	22,53 ab	19,39 b	24,93 a	24,09 a	11,29
PT <sup>4</sup> (%) <sup>*</sup>	FD	26,59 a	23,05 ab	19,87 b	25,52 a	24,60 a	11,35

Tabela 2. Peso seco e desengordurado, percentuais de proteínas não colagenosas, colagenosas e totais nos ossos codornas japonesas em postura alimentadas com ração contendo 1,25-dihidroxitamina-D<sub>3</sub>-glicosídeo de origem vegetal

<sup>1</sup>PSD = peso seco e desengordurado; <sup>2</sup>PNC = proteínas não colagenosas; <sup>3</sup>PC = proteínas colagenosas; <sup>4</sup>PT = proteínas totais; TD = tíbia direita; FD = fêmur direito; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo (p>0,05). \*Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si, pelo Teste Student-Newman-Keuls – SNK (p>0,05).

No que se refere ao conteúdo mineral, as quantidades de Ca, P e a relação Ca:P nos ossos das codornas japonesas não foram influenciados pelo suplemento de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  (Tabela 3). Os resultados da composição inorgânica corroboram com os observados para PNC, denotando não modificação da matriz óssea.

Variável Tíbias	Osso	$\mu\text{g } 1,25\text{-dihidroxitamina-D}_3 / \text{kg de ração}$					CV (%)
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00	
PSD <sup>1</sup> (g) <sup>ns</sup>	TE	0,42	0,44	0,44	0,39	0,44	14,75
Cinzas (g) <sup>ns</sup>	TE	0,1794	0,1869	0,1734	0,1666	0,1805	14,14
Cinzas (%) <sup>ns</sup>	TE	43,29	42,13	39,42	42,62	41,63	6,87
Cálcio (%) <sup>ns</sup>	TE	33,30	37,98	34,98	34,66	29,44	15,73
Fósforo (%) <sup>ns</sup>	TE	14,29	15,34	14,78	14,90	12,22	12,83
Ca:P <sup>ns</sup>	TE	2,33	2,47	2,34	2,33	2,40	7,54
<b>Fêmures</b>							
PSD <sup>1</sup> (g) <sup>ns</sup>	FE	0,34	0,38	0,45	0,34	0,39	23,18
Cinzas (g) <sup>ns</sup>	FE	0,1504	0,1536	0,1710	0,1406	0,1500	16,85
Cinzas (%) <sup>ns</sup>	FE	43,71	42,40	38,26	42,02	39,57	9,79

Tabela 3. Conteúdo mineral nos ossos de codornas japonesas em postura alimentadas com ração contendo  $1,25\text{-dihidroxitamina-D}_3\text{-glicosídeo}$  de origem vegetal

<sup>1</sup>PSD = peso seco e desengordurado; TE = tíbia esquerda; FE = fêmur esquerdo; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo ( $p > 0,05$ ). \*Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si, pelo Teste Student-Newman-Keuls – SNK ( $p > 0,05$ ).

As relações Ca:P observadas nesse experimento foram próximas da relatada por Thorp & Waddington (1997) e Field (2000) como ótima para normal mineralização dos ossos, de 2:1. De acordo com Han et al., (2015) o metabolismo da vitamina D influencia-se pelas quantidades de Ca e P nas dietas. Sheikhlar & Navid (2009) investigaram as características ósseas de codornas de corte até três semanas de idade, que receberam dietas com adição de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$  e deficientes em Ca (0,71%) e  $\text{P}_{\text{disp}}$  (0,37%) e constataram que  $6,5 \mu\text{g}$  do metabólito aumentou a concentração de cinzas e Ca nos ossos das aves.

Embora os valores de Ca (2,92%) e  $\text{P}_{\text{disp}}$  (0,30%) ofertados nas rações estarem em conformidade com o preconizado para o atendimento das exigências dessas aves, não foi verificada alteração nos valores das cinzas e minerais, em função do fornecimento adicional do  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ . Desse modo, pode-se inferir que o máximo valor suplementar ( $1,0 \mu\text{g}$ ) não foi suficiente para promover maior retenção mineral.

#### 4 | CONCLUSÕES

A composição orgânica (PC e PT) e a resistência à quebra dos ossos de codornas japonesas com 47 semanas de idade alteraram-se com o suplemento de  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3\text{-glicosídeo}$  de origem vegetal. Entretanto, não houve modificação



da qualidade óssea das aves, uma vez que a composição mineral (cinzas, Ca e P, Ca:P), a densidade (IS) e as frações solúveis em EDTA (PNC) não se modificaram.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **ASAE Standard S459. Shear and three-point bending test of animal bone**. Saint Joseph: ASAE, p. 581-583, 1998.

ARAÚJO, G. M.; VIEITES, F. M.; BARBOSA, A. A. et al. Variação aniônica da dieta sobre características ósseas de frangos de corte: resistência à quebra, composição orgânica e mineral. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.4, p.954-961, 2011.

ARAÚJO, G. M.; VIEITES, F. M.; SOUZA, C. S. Importância do desenvolvimento ósseo na avicultura. **Archivos de Zootecnia**, v.61(R), p.79-89, 2012.

AVOLIO, G.; BRANDÃO, C. M. A.; OLIVEIRA, J. X. et al. O papel da vitamina D<sub>3</sub> e da osteocalcina no metabolismo ósseo: uma análise necessária para se otimizar a osseointegração. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, v.26, n.3, p.347-350, 2008.

BACHMANN, H.; OFFORD-CAVIN, E.; PHOTHIRATH, P. et al. 1,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub>-glycoside of herbal origin exhibits delayed release pharmacokinetics when compared to its synthetic counterpart. **Journal of Steroid Biochemistry and Molecular Biology**, v.136, p. 333-336, 2013.

BAR, A. Calcium homeostasis and vitamin D metabolism and expression in strongly calcifying laying birds. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, v.151, p.477-490, 2008.

BARBOSA, A. A.; MORAES, G. H. K.; TORRES, R. A. et al. Avaliação da qualidade óssea mediante parâmetros morfométricos, bioquímicos e biomecânicos em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.772-778, 2010.

BRADFORD, M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, n.2, p.248-254, 1976.

CARVALHO, L. S. S.; FERNANDES, E. A. Formação da casca de ovos de reprodutoras e poedeiras comerciais. **Medicina Veterinária**, v.7, n.1, p.25-44, 2013.

CASTRO, L. C. G. O sistema endocrinológico vitamina D. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v.55, n.8, p.566-575, 2011.

DANTAS, A. T.; DUARTE, A. L. B.; MARQUES, C. D. L. A vitamina D na artrite reumatoide e no lupus eritematoso. **Temas de Reumatologia Clínica**, v.10, n.2, p.53-59, 2009.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY – EFSA. Scientific Opinion on the safety of *Solanum glaucophyllum* standardised leaves as feed material. **EFSA Journal**, v.13, n.1, p.3967, 2015.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência & Agrotecnologia**, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

FIELD, R. A. Ash and calcium as measures of bone in meat and bone mixtures. **Meat Science**, v.55, n.3, p.255-264, 2000.

FROST, T. J.; ROLAND, D.A. Influence of vitamin D<sub>3</sub>, 1 $\alpha$ -hydroxyvitamin D<sub>3</sub>, and 1,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub> on eggshell quality, tibia strength, and various production parameters in commercial laying hens. **Poultry Science**, v.69, p.2008-2016, 1990.

- GUERRA, A. F. Q. G.; MURAKAMI, A. E.; SANTOS, T. C. et al. Utilização da vitamina D<sub>3</sub> e seus metabólitos na alimentação de frangos de corte sobre parâmetros imunológicos e morfometria intestinal. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.34, n.5, p.477-484, 2014.
- HAN, J.; LIU, Y.; YAO, J. et al. Dietary calcium levels reduce the efficacy of one alpha-hydroxycholecalciferol in phosphorus-deficient diets of broilers. **Journal of Poultry Science**, v.49, p.34-38, 2012.
- HAN, J. C.; MA, K.; WANG, J. G. et al. Effects of non-phytate phosphorus and 1 $\alpha$ -Hydroxycholecalciferol on growth performance, bone mineralization, and carcass traits of broiler chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.17, n.4, p.503-510, 2015.
- HEWISON, M. Vitamin D and immune function: an overview. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.71, p.50-61, 2011.
- JÄPELT, R. B.; JAKOBSEN, J. Vitamin D in plants: a review of occurrence, analysis, and biosynthesis. **Frontiers in Plant Science**, v.4, 2013. DOI: 10.3389/fpls.2013. 00136.
- MARQUES, C. D. L.; DANTAS, A. T.; FRAGOSO, T. S. et al. A importância dos níveis de vitamina D nas doenças autoimunes. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v.50, n.1, p.67-80, 2010.
- MENEZES FILHO, H. C.; SETIAN, N.; DAMIANI, D. Raquitismo e metabolismo ósseo. **Pediatria**, v.30, n.1, p.41-55, 2008.
- MOREIRA, R. O.; DUARTE, M. L. F.; FARIAS, M. L. F. Distúrbios do eixo cálcio-PTH-vitamina D nas doenças hepáticas crônicas. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**, v.48, n.4, p.443-450, 2004.
- PEIXOTO, P. V.; KLEM, M. A. P.; FRANÇA, T. N. et al. Hipervitaminose D em animais. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.32, n.7, p.573-594, 2012.
- PIZAURO JUNIOR, J. M.; CIANCAGLINI, P.; MACARI, M. Discondroplasia tibial: mecanismos de lesão e controle. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, n.3, p.169-185, 2002.
- RIVERA, D. F. R.; BERTECHINI, A. G.; OLIVEIRA, T. F. B. et al. Combinations of cholecalciferol and 25-hydroxycholecalciferol as vitamin D sources in white laying hen feed diets. **Ciência & Agrotecnologia**, v.38, n.6, p.573-580, 2014.
- RODRIGUES, E. A.; JUNQUEIRA, O. M.; CANCHERINI, L. C. et al. Desempenho e qualidade da casca para poedeiras recebendo vitamina D nas rações pré-postura e postura. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.27, n.1, p.55-59, 2005.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa-MG: UFV/DZO, 2011. 252p.
- SAMPAIO, I. B. M. **Estatística aplicada à experimentação animal**. 3.ed. Belo Horizonte-MG: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2010. 264p.
- SEEDOR, J. G.; QUARRACCIO, H. H.; THOMPSON, D. D. The bisphosphonate alendronate (MK-217) inhibits bone loss due to ovariectomy in rats. **Bone and Mineral Research**, v.6, p.339-346, 1991.
- SHEIKHLAR, A. NAVID, S. Effect of dietary 1,25-dihydroxycholecalciferol concentration on growth performance and bone characteristics of Japanese quail fed diet deficient in calcium and phosphorus. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.8, n.10, p.1517-1520, 2009.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 235p.

SOUZA, C. S.; VIEITES, F. M. Vitamin D<sub>3</sub> e seus metabólitos para frangos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.63(R), p.11-24, 2014.

THORP, B. H.; WADDINGTON, D. Relationships between the bone pathologies, ash and mineral content of long bones in 35-day-old broiler chickens. **Research in Veterinary Science**, v.62, p.67-73, 1997.

## ÍNDICE REMISSIVO

### ELEMENTO QUÍMICO

1,25-dihidroxitamina-D3-glicosídeo 39, 41, 45, 46, 47

#### A

Alimentação animal 83, 84, 93

Alimentação de bovinos 83, 84, 88, 89

Anatomia animal 23, 25

Avaliação da qualidade 48, 61, 63

#### B

Bovinos 60, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93

Bovinos de corte 83, 89

#### C

Camundongos swiss 10, 11

Características ósseas 39, 47, 48

Caracterização fenotípica 51

Carne moída 61, 62, 63, 65, 66, 67, 69, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 81, 82

Codornas japonesas 39, 41, 44, 45, 46, 47

Colágeno 39, 41

Colecalciferol 39, 40, 41, 44

Composição genética 51

Contaminação 25, 62, 69, 70, 74, 75, 77, 79, 85

#### D

Desenvolvimento biopsicossocial 1, 2

Deteção 38, 62, 63, 67, 72, 76, 79, 82

Deterioração 24, 62, 63, 64, 78

Digestibilidade 83, 84, 87, 88, 89, 90, 92

#### E

Ensilagem 84, 85, 88, 91, 92

Equoterapia 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9

Estrógeno 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20

#### F

Fenótipo 51, 53

Formaldeído 23, 24, 25, 27, 38

## **G**

Glicerina loira 23, 24, 26, 29, 36, 37, 38

Grão úmido de milho 83, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92

Grupo genético 51, 53, 54, 55, 56, 59

## **I**

Interdisciplinar 1, 2, 81

## **M**

Melatonina 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

Melhoramento animal 51

## **P**

Patógenos 61, 62, 67, 75

Peças anatômicas 23, 25, 37, 38

Pinelectomia 10, 12, 14, 15, 18

Postura 3, 9, 39, 41, 46, 47, 49

Proteína óssea 39

## **R**

Raça girolando 51

## **S**

Silagem 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93

Sobrevida 10, 11, 13

## **T**

Terapia 1, 2, 4, 5, 6, 11, 80

Tumor 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

## **V**

Volatilização 24, 27, 28, 35, 36, 37, 38

