



**ROBERT TALLES DA COSTA CASTRO**

**SUPERDOSAGENS DE FITASE COMBINADA COM A  
VITAMINA D EM RAÇÕES PARA FRANGO DE CORTE**

**LAVRAS – MG  
2019**

**ROBERT TALLES DA COSTA CASTRO**

**SUPERDOSAGENS DE FITASE COMBINADA COM A VITAMINA D EM RAÇÕES  
PARA FRANGO DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini  
Orientador

**LAVRAS - MG  
2019**



Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Castro, Robert Talles da Costa.

Superdosagens de fitase combinada com avitaminose d em  
rações para frango de corte / Robert Talles da Costa Castro. - 2019.  
53 p.

Orientador(a): Antonio Gilberto Bertechini.

Coorientador(a): Alexandre de Oliveira Teixeira, Suely de  
Fátima Costa.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de  
Lavras, 2019.

Bibliografia.

1. Hidroxi-colecalciferol. 2. Problemas ósseos. 3. Enzima. I.  
Bertechini, Antonio Gilberto. II. Teixeira, Alexandre de Oliveira. III.  
Costa, Suely de Fátima. IV. Título.

**ROBERT TALLES DA COSTA CASTRO**

**SUPERDOSAGENS DE FITASE COMBINADA COM A VITAMINA D EM RAÇÕES  
PARA FRANGO DE CORTE**

**OVERDOSE OF PHYTASE COMBINED WITH D VITAMIN IN RATIONS TO  
BROILER CHICKEN**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 29 de agosto de 2019  
Dr. Antônio Gilberto Bertechini - UFLA  
Dr. Alexandre de Oliveira Teixeira - UFSJ  
Dr(a). Suely de Fatima Costa - UFLA

Prof. Dr. Antônio Gilberto Bertechini  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2019**

**AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus e a Nossa Senhora por sempre me conduzir e me iluminar.

À minha família pelo apoio e ajuda sempre quando necessitei, sendo a base de todas as escolhas e minha base para vida.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade e pela contribuição em minha formação profissional.

Às entidades Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e demais entidades que foram as fontes de financiamento e auxílio a minha pós-graduação e aos meus projetos.

Ao meu orientador Antônio Gilberto Bertechini pela orientação, pelos conhecimentos profissionais e conselhos de vida proporcionados durante todos esses anos, sendo que toda oportunidade, conhecimento e experiência profissional que tive até o presente momento da vida devo a maior parte a ele.

Aos membros da banca examinadora pelo aceite de participação e de contribuição ao trabalho.

A minha namorada Amanda Moura Borges, aos meus amigos, em especial meu padrinho Mateus e meus “irmãos” Camilo Dal Bó, Lucas Alexandre, Luis Filipe, Otavio Faria, Caio Paschoalino e Andressa, que sempre me ajudaram e me apoiaram durante esse percurso.

Ao NECTA, onde tive oportunidade de crescer profissionalmente e pessoalmente durante todo esse tempo.

E a todos e todas que contribuíram com meu trabalho ou com apoio nessa etapa da minha vida.

Deixo aqui meu **MUITO OBRIGADO!**

## RESUMO

Objetivou-se com esse estudo avaliar rações para aves com super dosagem de fitase associada à vitamina D semi-ativa (hidroxi-colecalciferol), sobre características de mineralização óssea, rendimento de carcaça e desempenho de frangos de corte. O experimento foi conduzido em um galpão convencional, no sistema cama, com comedouros tipo tubular e bebedouro tipo nipple com duração de 42 dias. Foram utilizados 2.160 pintos machos de um dia, ROSS (AP 95) distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em 72 parcelas experimentais onde receberam oito tratamentos com nove repetições de 30 aves cada. Os tratamentos foram: T1-controle positivo atendendo as exigências nutricionais (ROSTAGNO et al., 2017), T2 -controle negativo reduzindo 0,15% de Pd e 0,19% de Ca, (os demais tratamentos também tiveram redução dos níveis de Ca e Pd), T3, T4 e T5- com adição de Fitase (1000 FYT/Kg, 2500FYT/Kg e 4000 FYT/Kg, respectivamente) e T6, T7 e T8 - foi adicionado além da Fitase a Vitamina D semi-ativa (1000 FYT/Kg e 69 µg/kg da Vitamina, 2500FYT/Kg e 69 µg/kg de Vitamina e 4000 FYT/Kg e 69 µg/kg de Vitamina, respectivamente). A ração e a água foram fornecidos *ad libitum*. O desempenho foi analisado pelo consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) aos 21 e 42 dias. Aos 21 dias foram abatidas cinco aves e aos 42 dias 3 aves por parcela (peso médio ± 5%) para ser feito o rendimento de carcaça e avaliação de porcentagens de, cinzas, CA e P, índice de Seedorf e resistência a ruptura óssea das tíbias. Os dados foram submetidos à ANOVA e quando significativos foi aplicado teste de TUKEY para as características de desempenho e SNK para características de qualidade ósseas com 5% de significância, analisados utilizando o programa estatístico SAS 9. Avaliando o desempenho de 1 a 21 e 1 a 42 dias somente controle negativo foi pior ( $P < 0,05$ ) para as características de GP e CR. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) nos rendimentos de carcaça e partes. Na avaliação de qualidade óssea de 1 a 21 dias o controle negativo foi pior entre os demais ( $P < 0,05$ ). Nas avaliações de 1 a 42 dias a %cinzas do T8 foi superior ( $P < 0,05$ ) ao tratamento negativo e T3, para %Ca, %P, resistência a ruptura óssea e índice de Seedorf novamente o controle negativo foi inferior aos demais ( $P < 0,05$ ). Para os tratamentos sem adição da vitamina D (T2, T3, T4 e T5) houve aumento linear ( $< 0,05$ ) no GP de 1 a 21 dias e de 1 a 42 dias. Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) em relação a adição de vitamina D em nenhuma característica de desempenho, porém, utilizando 2.500 FYT/Kg da fitase no período de 1 a 42 dias resultou em acréscimo no ganho de peso das aves. Com isso evidenciamos que utilizando 1000 FYU/Kg de Fitase sem adição da Vitamina D foi suficiente para recuperar o desempenho e qualidade óssea das aves, a Vitamina D e a Fitase não melhoraram os rendimentos de carcaça e partes.

**Palavras-chave:** Hidroxi-colecalciferol.Problemas ósseos.Enzima.Fitato.

#### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the superdoses of phytase combined with semi-active Vitamin D (hydroxy-cholecalciferol), on bone mineralization characteristics, carcass yield and performance of broilers. The experiment was conducted out in a conventional shed in the floor system, with tubular feeders and nipple drinker lasting 42 days. A total of 2,160 one-day-old male ROSS chicks (AP 308) were distributed in randomized design (RD), 72 experimental plots where they received eight treatments with nine replications of 30 birds each. The treatments were: T1 - positive control meeting the nutritional requirements (ROSTAGNO et al., 2017), T2 - negative control reducing 0.15% Pd and 0.19% Ca, (the other treatments also had reduced levels of Ca and Pd), T3, T4 and T5 - had Phytase addition (1000 FYT / Kg, 2500FYT / Kg and 4000 FYT / Kg, respectively) and T6, T7 and T8 - in addition to Phytase was added semi-active Vitamin D (1000 FYT / Kg and 69 ppb Vitamin, 2500 FYT / Kg and 69 ppb Vitamin and 4000 FYT / Kg and 69 ppb Vitamin, respectively). Feed and water were provided *ad libitum*. Performance was analyzed by feed intake (CR), weight gain (GP) and feed conversion (CA) at 21 and 42 days. At 21 days five birds were slaughtered and at 42 days 3 birds per parcel (mean weight  $\pm$  5%) to be made the carcass yield and evaluation of percentages of ashes, CA and P, Seedor index and bone rupture strength tibias. Data were submitted to ANOVA and when significant TUKEY test was applied for performance characteristics and SNK for bone quality characteristics with 5% significance, analyzed using the SAS 9 statistical program. Evaluating performance from 1 to 21 and 1 to 42 days only the negative control was worse ( $P < 0.05$ ) for GP and CR characteristics. There was no difference ( $P < 0.05$ ) in carcass, breast, thigh, over-thigh and wing yields. In the bone quality assessment from 1 to 21 days, the negative control was worse among the others ( $P < 0.05$ ). In evaluations from 1 to 42 days the % ash of T8 was superior ( $P < 0.05$ ) to the negative treatment and T3 and for % Ca, % P, bone rupture resistance and seeder index again the negative control was inferior to the others. ( $P < 0.05$ ). Using treatments without addition of vitamin D (T2, T3, T4 and T5) a linear regression can be done showing the increase of the Phytase enzyme for GP from 1 to 21 days and from 1 to 42 days. There was no significant difference regarding the addition of vitamin D in any performance characteristics, however, using 2,500 FYT / kg of Phytase in the period from 1 to 42 days obtained an increase in weight gain. Evidence that using 1000 FYU / Kg of Phytase with additives from Vitamin D to be used to recovery and quality the bones of birds, the Vitamin D and a Phytase not improve carcass and parts yield.

**Keywords:** Hydroxy-cholecalciferol. Bone problems. Enzyme. Phytate.



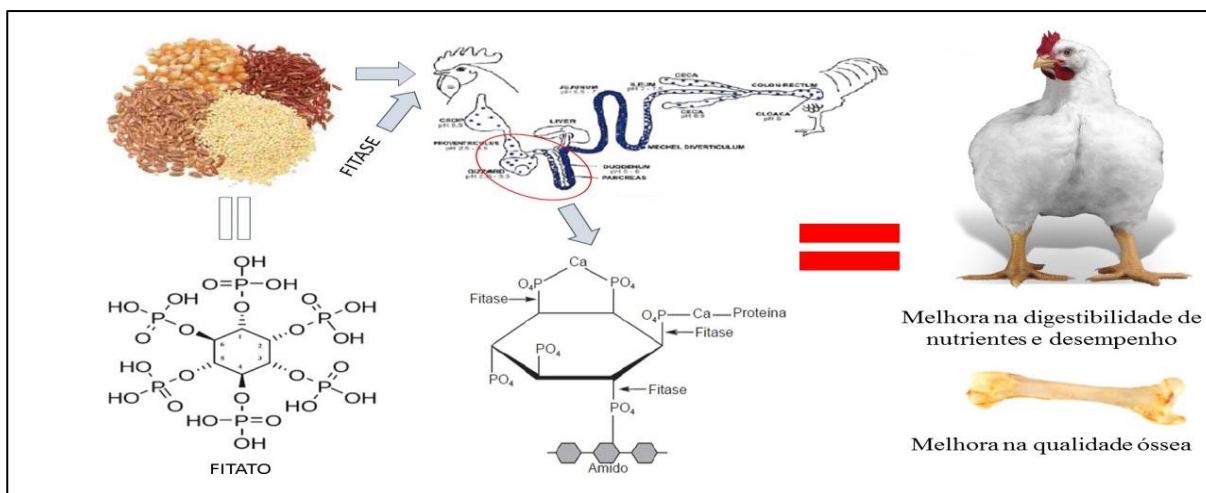
## Resumo Interpretativo e Resumo Gráfico

Elaborado por **Robert Talles da Costa Castro** e orientado por **Antônio Gilberto Bertechini**

Os frangos de corte das linhagens modernas usados na produção industrial de carne vêm passando por forte pressão de seleção utilizando o ganho de peso e a conversão alimentar como medidas principais. Com isso outras características importantes estão sendo negligenciadas causando problemas fisiológicos nessas aves. A qualidade óssea é um deles sendo que os animais apresentam alta velocidade de crescimento sem haver o desenvolvimento ósseo adequado, afetando o seu desempenho e aumentando a mortalidade e o descarte de aves (ALVES et al., 2013; VIEITES et al., 2017). Diversos fatores afetam a qualidade óssea das aves sendo a nutrição, considerada a ferramenta principal para esse controle. Neste sentido a enzima exógena fitase, tem sido estudada, como principal aliada da nutrição do fósforo, com função principal de liberar o fósforo, cálcio e outros minerais complexados nos alimentos de origem vegetal (BERTECHINI, 2013). Já a vitamina D tem como uma de suas funções aumentar e ativar a absorção de Ca de forma direta e P de forma indireta no intestino, porém, quando fornecida na dieta essa vitamina precisa passar por duas reações para se tornar ativa. Já a forma semi-ativa (25-hidroxicalciferol) é mais rápida no processo de ativação da proteína transportadora de cálcio para os animais (BRITO et al., 2010). A maioria dos estudos com Fitase e Vitamina D semi-ativa vem sendo conduzidos de forma separada e sem ênfase na formação óssea dos frangos de corte. Dessa forma, objetivou-se com esse estudo avaliar a super dosagem de fitase associada à Vitamina D semi-ativa, sobre características de mineralização óssea e desempenho de frangos de corte.

A super-dosagem da fitase não influenciou no ganho de peso, melhora em conversão alimentar, em consumo de ração, rendimentos de carcaça ou nas características ósseas no período de 1 a 21 e 1 a 42 dias.

A adição da vitamina D semi-ativa no nível de fitase de 2.500 FYT/Kg mostrou um ganho de peso considerável com importância prática.



## SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE.....	9
1. INTRODUÇÃO .....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1. Afecções Ósseas em Frangos de corte .....	10
2.2. Fitase na Nutrição de Frangos de Corte .....	12
2.3. Vitamina D na Nutrição de Frangos de Corte .....	14
REFERÊNCIAS.....	16
SEGUNDA PARTE.....	21
1. ARTIGO. Superdosagens de fitase combinada a 25-OHD <sub>3</sub> sobre desempenho, rendimento de carcaça e medidas de qualidade ósseas em frangos de corte.....	21

## PRIMEIRA PARTE

### 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor de frangos de corte e o maior exportador (ABPA 2018), com uma cadeia muito bem organizada e marcada por constantes evoluções técnicas. A incessante competição com as outras proteínas animais gerou necessidade de diminuição de custos e evolução de genética, nutrição, manejo e sanidade.

O fator genético, pela pressão de seleção do frango de corte moderno baseada principalmente em medidas de ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça faz com que outras características importantes sejam negligenciadas causando deficiências fisiológicas nessas aves.

Uma das deficiências geradas são as afecções esqueléticas, ocasionando perdas nos frigoríficos brasileiros de cerca de 12 milhões de kg de carne/ano (LOPES et, al. 2009). Segundo Zhang et al., (2006) analisando toda a cadeia mundial, além de prejuízos *post mortem*, é visto que estes animais não desempenham seu melhor potencial e/ou animais morrem e são descartados por não conseguirem acompanhar a evolução do lote por afecções ósseas, causando prejuízos de cerca de 1 bilhão de dólares.

Essa deficiência é causada pela falta de mineralização adequada nos ossos, principalmente de Cálcio (Ca) e Fósforo (P), já que eles compõem a maior parte da matriz óssea. Uma maneira funcional de tentar minimizar esse problema é trabalhar com uma nutrição adequada, atendendo os níveis de exigência dos animais.

A realidade vista na prática é que as dietas para frangos de corte são principalmente a base de alimentos de origem vegetal, milho e farelo de soja, com cerca de 2/3 de P disponível. Esses alimentos contêm em sua composição o ácido fítico, que é uma forma dos vegetais reservarem P.

O ácido fítico é constituído por seis grupos de fosfato negativamente ligados a doze átomos de hidrogênio em um anel de inositol. Essa molécula possui elevado poder de quelatação, altamente ionizáveis, se ligando aos minerais formando complexos insolúveis e os indisponibilizando. Ele se complexa com P, Ca nutrientes e outros minerais disponíveis e os tornam indisponíveis para absorção no intestino dos animais, com isso excretando maior quantidade de P e N livre no ambiente. Comprometendo a matriz óssea, conseqüentemente, os ossos não desempenham suas funções adequadamente de proteção, suporte para contração muscular, depósito mineral e hematopoese. Afetando o máximo desempenho produtivo.

A fitase tem a capacidade de hidrolisar o ácido fítico, disponibilizando para a absorção os minerais e nutrientes. Porém essa enzima não é sintetizada ou produzida em quantidade adequada pelos frangos de corte, sendo necessário a adição na sua alimentação.

A vitamina D também tem expressiva participação no metabolismo ósseo, sendo diretamente responsável pelo crescimento esquelético participando da síntese da proteína transportadora de cálcio. Mobilizando cálcio do osso para o fluido extracelular, ocorrendo a partir de uma ação conjunta do 1,25-dihidroxicolecalciferol e do paratormônio e na biossíntese de colágeno, principal componente da matriz extracelular do tecido ósseo.

Na avicultura industrial a vitamina D deve ser suplementada na dieta, por essas aves não terem contato com raios solares e não produzirem tal vitamina *In vivo*. Existem várias formas de suplementação dessa vitamina, porém a forma semi-ativa (25-hidroxicolecalciferol) tem suas vantagens. Em comparação com a vitamina D3 (coleciferol) existe um menor gasto energético para se tornar ativa, já em comparação com a forma ativa (1,25-Hidroxicolecalciferol) ela é menos tóxica.

Portanto o presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a associação de super dosagens de fitase combinadas com a vitamina D semi - ativa, sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e partes e as características de qualidade óssea de frangos de corte.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Afecções Ósseas em Frangos de corte**

Os frangos de corte das linhagens modernas usados na produção industrial de carne passaram por forte pressão de seleção utilizando o ganho de peso e a conversão alimentar como medidas principais. Com isso outras características importantes para crescimento e evolução óssea foram negligenciadas causando afecções fisiológicas nessas aves.

A má qualidade óssea é um deles, sendo que os animais apresentam alta velocidade de crescimento sem haver o desenvolvimento ósseo adequado, afetando o seu desempenho e aumentando a mortalidade e o descarte de aves (ALVES et al., 2013; VIEITES et al., 2017).

Dos animais utilizados na pecuária as aves são os que apresentaram maior evolução, linhagens modernas de frangos de corte apresentam uma taxa de crescimento no tecido muscular extremamente elevada; iniciando em fase muito precoce pós eclosão sobre um suporte esquelético ainda imaturo (GONZALES; MENDONÇA, 2006). Esses ossos estão intimamente relacionados ao crescimento do animal e passa por adaptações constantes na sua

constituição, podendo estar hipertrofiado quando é mais exigido, ou atrofiado quando em desuso. (BARBOSA et al., 2010)

Além do fator genético, principal causador dos distúrbios ósseos, outros fatores também tem sua importância, como sexo (RATH et al., 1999), idade (YALÇIN et al., 2001), nutrição (BORGATTI et al., 2009) e temperatura ambiente (BRUNO et al., 2007), têm sido associados às diferenças na qualidade do osso.

As afecções ósseas resultam em diminuição do bem-estar das aves, uma vez que prejudicam o deslocamento para alimentação e reposição hídrica (CONTE et al., 2002) (PAZ et al., 2008)

Segundo Morris (1993) além de comprometer o bem-estar das aves, estimou-se que as anormalidades ósseas causem prejuízos de bilhões de dólares por ano para a indústria avícola.

Entre várias patologias causadas por má qualidade óssea como, raquitismo, condrodistrofia, osteocondrose, espondilolistese, algumas tem uma importância econômica maior. Segundo Paz et al. (2008), cerca de 50 a 80% dos problemas ósseos nos lotes industriais de frangos de corte comerciais são causados pela discondroplasia tibial e degeneração femoral.

Essa discondroplasia é caracterizada por uma massa cartilaginosa anormal, cor branca opaca, sem vascularização e pouco mineralizada na cartilagem de crescimento da epífise proximal ou distal da tibia, causando desconforto, claudicações nas aves e lotes desuniformes (PAZ et al., 2008).

A discondroplasia em frangos pode envolver a cartilagem de conjugação (zona de crescimento de qualquer osso), mas ocorre mais frequentemente na parte proximal da tibia. Normalmente a discondroplasia é bilateral. Esse distúrbio aparece frequentemente entre a 3ª e 8ª semanas de vida do frango, sendo os machos mais suscetíveis (GONZALES & MENDONÇA JR, 2006).

Já a degeneração femoral, ocorre em animais jovens, pode se manifestar de maneira uni ou bi-lateral, ocorrendo alterações não só na região da cabeça do fêmur, como também no colo. Esta patologia apresenta baixa densidade óssea com colapso no arranjo do osso trabecular. Na necropsia dos frangos de corte pode-se observar a desarticulação das pernas com separação da cartilagem articular do fêmur de sua placa de crescimento e em casos graves a cartilagem de articulação é inexistente (BERNARDI, 2011).

Além dos prejuízos financeiros causados, deve se destacar que os consumidores estão cada vez mais preocupados e atentos quanto ao modo pelo qual o seu alimento foi produzido (SOUZA E VIEITES 2014). Os lotes avícolas que apresentam elevados percentuais de lesões

induzem a população concluir que os animais foram produzidos com baixo nível de bem-estar (MENDES *et al.*, 2012).

## 2.2. Fitase na Nutrição de Frangos de Corte

Diversos fatores afetam a qualidade óssea das aves, sendo a nutrição considerada a ferramenta principal para esse controle. Neste sentido a enzima exógena fitase, tem sido estudada, como principal aliada da nutrição de monogástricos, com função principal de liberar o fósforo, cálcio e outros minerais e nutrientes complexados nos alimentos de origem vegetal (BERTECHINI, 2013).

Nas dietas formuladas para frangos de corte, a inclusão do fósforo é fundamental, pois, tem função importante na manutenção, no desenvolvimento e no reparo de tecidos; junto com o cálcio participa da mineralização óssea onde se pode encontrar até 80% do P no organismo (FRANCE J. *et al.*, 2010).

O fosfato bicálcico é a fonte mais usada nas dietas das aves para fornecer P, na forma inorgânica, que é de alta disponibilidade para o animal, mas, ao se encontrar com o ácido fítico, complexo que provém dos ingredientes vegetais das rações, diminuiu àquela disponibilidade (TIZZIANI, 2014)

As rações de monogástricos são constituídas basicamente de alimentos de origem vegetal, que apresentam aproximadamente 33% do fósforo armazenados na forma de ácido fítico, e sob a forma iônica, formando sais insolúveis (fitatos) com cálcio, cobre, magnésio, ferro, zinco, potássio além de complexar-se com proteínas, aminoácidos e carboidratos, impedindo absorção desses nutrientes, inibindo também a atividade de algumas enzimas digestivas como a pepsina, tripsina e alfa-amilase (SELLE; RAVINDRAN, 2007; LELIS *et al.*, 2010).

Segundo Vieira (2015) as aves sintetizam fitase em quantidades ineficientes em seu aparelho digestório, assim não conseguem aproveitar o P do ácido fítico, portanto, existe a necessidade da inclusão da fitase.

Sabe-se que o excesso de fósforo disponível são eliminados nas excretas causam problemas ao ambiente, que provocam diminuição da quantidade de oxigênio (O<sub>2</sub>) nas águas dos rios e lagos causando eutroficação e o acúmulo de metais pesados no solo, além da lixiviação destes para o lençol freático e da contaminação do solo (CONTE *et al.*, 2000; SARTAJ; FERNANDES; PATNI, 2009).

Além disso, é sabido que as reservas do mineral estão se esgotando, o que encarece os custos de produção e obriga o uso de fontes alternativas do mineral (BERTECHINI, 2013).

Com esse contexto a funcionalidade das fitases é hidrolisar o fósforo fítico e promover maior aproveitamento do P da ração, o que leva à diminuição na quantidade de inclusão de fosfato bicálcico na dieta.

Inúmeros autores, dentre eles Silva (2006), Laurentiz et al. (2009) e Silva (2006), demonstraram que dietas com redução de P disponível e Proteína Bruta (PB), suplementadas com fitase, proporcionaram redução dos níveis de P e nitrogênio nas excretas das aves, sem perda no desempenho.

A primeira geração de fitase comercial foi lançada no mercado a partir de 1991 sendo de origem fungica (*Aspergillusniger*) e em 1999 foi descoberta a de origem bacteriana (*Escherichia coli*). A classe mais estudada pertence ao grupo das histidina fosfatases ácidas, e pode ser dividida de acordo com o local de realização da primeira hidrólise na molécula de fitato, liberando o ortofosfato inorgânico: 3-fitases EC (3.1.3.8), agem inicialmente sobre o carbono 3 da molécula de fitato e 6-fitases EC (3.1.3.26), que atuam inicialmente sobre o carbono 6 do fitato (SANTOS, 2009).

As primeiras gerações de fitase apresentavam capacidade de hidrolisar entre 35-40% do fitato, liberando por volta de 0,1% de fósforo disponível com inclusão de 500 FTU/kg. Entretanto, as novas gerações (terceira e quarta) são capazes de hidrolisar até 70% do fitato com a mesma inclusão de 500 FTU/kg (COWIESON et al., 2012).

Com o uso de técnicas de recombinação de DNA é possível se obter a fitase a partir de bactérias, fungos e leveduras (MACAULEY-PATRICK et al., 2005).

Por definição a atividade da fitase é expressa em FTU, FYU ou simplesmente U, ou seja, unidade de fitase ativa, definida como a quantidade de enzima necessária para liberar 1µmol de fósforo inorgânico por minuto a partir de 0,0051 mol.L<sup>-1</sup> em substrato de fitato de sódio a temperatura de 37 °C e pH 5,5 (ENGELEN et al., 1994).

As fitases comerciais apresentam uma matriz nutricional a qual indica o quanto pode ser aproveitado os nutrientes a partir da sua inclusão desta enzima na dieta. Com a oscilação no preço de ingredientes utilizados como fonte de fósforo, a utilização dessa enzima tornou-se muito eficiente (DERSJANT-LI et al., 2015).

A inclusão da fitase nas dietas tem como objetivo aumentar o aproveitamento de minerais como cálcio e fósforo, que são os principais constituintes da matriz inorgânica do ossos, pois o desbalanço desses minerais na dieta de frangos de corte é uma das principais razões que pode gerar problemas ósseos, causando piora no desempenho e maior índice de

mortalidade. Estima-se que os prejuízos possam chegar até 40% da renda bruta de um lote em que a carcaça pode ser condenada total ou parcialmente no abatedouro (COOK, 2000).

### 2.3. Vitamina D na Nutrição de Frangos de Corte

Têm-se as diferentes formas e fontes de vitamina D, que tem expressiva participação no metabolismo ósseo, sendo diretamente responsável pelo crescimento esquelético, que dá suporte às aves para obtenção do máximo desempenho produtivo (BRITO et al., 2010).

Existem basicamente dois tipos de vitamina D, o ergocalciferol vegetal irradiado ( $D_2$ ) e o colecalciferol animal ( $D_3$ ). Para suínos, as formas dietéticas de  $D_2$  e  $D_3$  são eficientemente utilizadas, contudo, as aves aproveitam melhor a forma  $D_3$  (PEIXOTO *et al.*, 2012).

No intestino, a vitamina D participa da síntese da proteína transportadora de cálcio, sendo tal proteína também encontrada nos rins. Essa proteína atua na mobilização do cálcio do osso para o fluido extracelular, ocorrendo a partir de uma ação conjunta do 1,25-dihidroxicolecalciferol e do paratormônio e na biossíntese de colágeno, principal componente da matriz extracelular do tecido ósseo (SMITH et al., 1988).

A vitamina D atua basicamente em três locais: no intestino, nos ossos e nos rins, sendo que no duodeno participa da síntese da proteína transportadora de cálcio e esta mesma proteína também é encontrada nos rins. Além dessa proteína, a fosfatase alcalina e a adenosina trifosfatase cálcica também respondem ao estímulo da vitamina D.

No tecido ósseo, a mobilização do cálcio do osso para o fluido extracelular ocorre a partir da ação conjunta do composto ativo da vitamina D, 1,25-dihidroxicolecalciferol, e do hormônio da paratireoide (paratormônio). Além disso, a vitamina D participa da biossíntese do colágeno (MACARI et al., 2002).

A vitamina D pode ser obtida pela alimentação ou ser produzida pelo organismo, desde que haja luz suficiente, 11 a 45 minutos/dia para frangos de corte (PIZAURO JUNIOR, CIANCAGLINI e MACARI 2002). Locais como os aviários climatizados, onde não existe radiação devido às cortinas serem pretas e permanecerem fechadas desde a chegada até a saída dos frangos, os animais devem receber suplementação via dieta.

Segundo Castro (2011), a molécula da vitamina  $D_2$  difere da  $D_3$  não apenas pela origem, mas por apresentar um carbono a mais (sendo 28 carbonos na sua estrutura), um grupo metil extra e uma dupla ligação entre os carbonos 22 e 23. As vitaminas  $D_2$  e  $D_3$  não são biologicamente ativas, sendo convertidas *in vivo* a forma ativa por duas reações sequenciais de hidroxilação.



A vitamina D ingerida necessita ser metabolizada em 25-hidroxicolecalciferol no fígado, e posteriormente, em seu metabólito ativo, o 1,25-dihidroxicolecalciferol, nos rins, para ser utilizada pelo organismo. Atualmente estes metabólitos estão disponíveis comercialmente (GARCIA et al, 2013).

O NRC (1994) recomenda 200 UI (0,005 mg) de vitamina D<sub>3</sub> por kg de ração em todas as fases de criação de frangos de corte. Para Rostagno et al. (2017), as exigências nutricionais de vitamina D<sub>3</sub> para frangos de corte são: 3.385 UI/kg de ração na fase pré-inicial (1 a 7 dias), 3.054 UI/kg de ração na fase inicial (8 a 21 dias), ou seja, mais de dez vezes o valor preconizado anteriormente.

Os principais metabólitos de vitamina D produzidos artificialmente pela indústria e encontrados no mercado são: 1 $\alpha$ -hidroxicolecalciferol, 25-hidroxicolecalciferol e 1,25-hidroxicolecalciferol.

Nos últimos anos, a vitamina D<sub>3</sub> e seus metabólitos têm sido estudados na avicultura, com o propósito de investigar a interação entre nutrição, desempenho e características ósseas (VIEITES et al, 2014).

Garcia et al. (2013) mencionou que existe uma importante relação entre a deficiência da vitamina D e o aumento dos problemas ósseos em frangos de corte, uma vez que, em tal situação, ocorre diminuição na absorção de cálcio, levando a desmineralização dos ossos e, conseqüentemente, diminuição do teor de cinzas, cálcio, fósforo, queda na resistência óssea e aparecimento de problemas locomotores.

A literatura é rica em informações sobre as formas de vitamina D e do uso de fitase. Por outro lado, a ideia da superdosagem da fitase associada com a vitamina D, ainda existe dúvidas.

## REFERÊNCIAS

- ABPA. **Relatório Anual de 2016**. São Paulo: Associação Brasileira de Proteína Animal, 2016.
- ABPA. **Relatório Anual de 2017**. São Paulo: Associação Brasileira de Proteína Animal, 2017.
- Almeida Paz I. C. L. et al. Study on the bone mineral density of broiler suffering femoral joint degenerative lesions. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, Campinas, v. 10, n. 2, jun. 2008.
- ALVES, M.c.f. et al. EQUILÍBRIO E PROBLEMAS LOCOMOTORES EM FRANGOS DE CORTE / EQUILIBRIUM CONDITION AND LOCOMOTION PROBLEMS IN BROILERS. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Tupã, v. 7, n. 1, p.35-44, fev. 2013.
- ROSS MANUAL DE MANEJO DE FRANGOS DE CORTE**. Huntsville: Aviagen, 2015.
- BARBOSA, Anderson de Almeida et al. Avaliação da qualidade óssea mediante parâmetros morfométricos, bioquímicos e biomecânicos em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 4, p.772-778, jun. 2010.
- BERNARDI, Rodrigo. **PROBLEMAS LOCOMOTORES EM FRANGOS DE CORTE**. 2011. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2011.
- BERTECHINI, Antonio Gilberto. **Nutrição de monogástrico**. Lavras: Ufla, 2012. 373 p.
- BORGATTI, Laura Maria de Oliveira et al. Biodisponibilidade relativa de fósforo em ingredientes com baixo teor de fitato determinada com base na mineralização óssea de frangos de corte: Relative bioavailability of phosphorus in low phytate ingredients based on bone mineralization in poultry. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Pirassununga, v. 38, n. 10, p.1901-1906, out. 2009.
- BRITO, Jerônimo Ávito Gonçalves de et al. Efeito da vitamina D3 e 25-hidroxi-colecalciferol sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a morfologia intestinal de frangos de corte: Effect of vitamin D3 and 25-hidroxicholecalciferol on performance, carcass yield and

intestinal morphology in broiler chickens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Lavras, v. 39, n. 12, p.2656-2663, dez. 2010.

Bruno, L.D.G. et al. Influence of early qualitative feed restriction and environmental temperature on long bone development of broiler chickens. **Journal Of Thermal Biology**, Maringá, v. 32, n. 6, p.349-354, ago. 2007.

CASTRO, Luiz Cláudio Gonçalves de. O sistema endocrinológico vitamina D. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 55, n. 8, p.566-575, nov. 2011.

CONTE, Ademir José et al. Efeito da Fitase e Xilanase sobre o Desempenho e as Características ósseas de Frangos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Farelo de Arroz: Effect of Phytase and Xylanase on the Performance and Bone Characteristics of Broiler Chicks Fed Diets with Rice Bran. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Lavras, v. 32, n. 5, p.1147-1156, nov. 2002.

COOK, M. E. Skeletal Deformities and Their Causes: Introduction. **Poultry Science**, Madison, v. 79, n. 7, p.982-984, 01 jul. 2000.

COTO, Cesar et al. Effects of Dietary Levels of Calcium and Nonphytate Phosphorus in Broiler Starter Diets on Live Performance, Bone Development and Growth Plate Conditions in Male Chicks Fed a Wheat Based Diet. **International Journal Of Poultry Science**, v. 7, n. 2, p.101-109, nov. 2008.

COWIESON, A. J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M. R. Supplementation of Corn–Soy-Based Diets with an Eschericia coli-Derived Phytase: Effects on Broiler Chick Performance and the Digestibility of Amino Acids and Metabolizability of Minerals and Energy. **Poultry Science**, Uk, v. 85, n. 8, p.1389-1397, 01 ago. 2006.

DERSJANT-LI, Y et al. Phytase in non-ruminant animal nutrition: a critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors. **J Sci Food Agric**, Uk, v. 95, n. 5, p.878-896, 30 mar. 2015.

MACAULEY-PATRICK, Sue et al. Protein Production Using ThePichiaPastoris Expression System. **Yeast**, Usa, v. 22, n. 4, p.249-270, fev. 2005.

DSM. **DSM Vitamin Supplementation Guidelines 2011**. 2011. Disponível em: <[https://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en\\_US/documents/OVN\\_supplementation\\_guidelines.pdf](https://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en_US/documents/OVN_supplementation_guidelines.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2011.

ENGELLEN, A. J. et al. Simple and rapid determination of phytase activity. **J Aoac Int.**, p.760-764, jun. 1994.

FRANCE, J. et al. Models for the Study of Phosphorus Metabolism In Ruminants And Monogastrics. Phosphorus and Calcium Utilization and Requirements in Farm Animals. **Cabi**, Piracicaba, v. 32, n. 2, p.18-44, out. 2010.

GUERRA, Ana Flávia Q. Garcia et al. Utilização da vitamina D3 e seus metabólitos na alimentação de frangos de corte sobre parâmetros imunológicos e morfometria intestinal. **Pesq. Vet. Bras.**, Maringá, v. 34, n. 5, p.477-484, maio 2014.

GARCIA, Ana Flávia Quiles Marques et al. Use of Vitamin D3 and Its Metabolites in Broiler Chicken Feed on Performance, Bone Parameters and Meat Quality. **Asian-australas J Anim Sci.**, v. 26, n. 3, p.408-415, mar. 2013.

GONZALES, E.; MENDONÇA, Jr. Problemas locomotores em frangos de corte. **Simpósio Brasil Sul de Avicultura**, Chapecó, v. 7, n. 1, p.79-94, jun. 2006.

LAURENTIZ, A. C. et al. Desempenho, composição da cama, das tíbias, do fígado e das excretas de frangos de corte alimentados com rações contendo fitase e baixos níveis de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 10, p.1938-1947, 2009.

LELIS, Guilherme Rodrigues et al. Suplementação dietética de fitase sobre o metabolismo de nutrientes de frangos de corte. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 39, n. 8, p.1768-1773, 2010.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Campinas: Facta, 2002. 975 p.

MENDES, A. S. et al. Mensuração de problemas locomotores e de lesões no coxim plantar em frangos de corte: Measurement of locomotor problems and pad lesions in broilers. **Arch. Zootec.**, Córdoba, v. 61, n. 234, p.217-228, jun. 2012.

MORRIS, M. P. National Survey of Leg Problems. **Broiler Ind**, Usa, v. 5, n. 2, p.20-24, maio 1993.

COUNCIL, National Research. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National Academic Press, 1994.

PAZ, Ibiara Correia de Lima Almeida et al. DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DE PERUS DE CORTE VACINADOS E NÃO VACINADOS CONTRA COCCIDIOSE. **Agrarian**, v. 2, n. 4, p.131-141, jan. 2009.

PEIXOTO, Paulo V. et al. Hipervitaminose D em animais: Vitamin D poisoning in animals. **Pesq. Vet. Bras**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 7, p.573-594, jul. 2012.

PIZAURO JUNIOR, Jm; CIANCAGLINI, P; MACARI, M. Discondroplasia tibial: mecanismos de lesão e controle. **Brazilian Journal Of Poultry Science**, Campinas, v. 4, n. 3, p.169-186, jan. 2002.

RATH, Nc et al. Cell death in avian tibial dyschondroplasia. **Avian Dis.**, Usa, p.72-79, mar. 1998.

RATH, Nc et al. Comparative differences in the composition and biomechanical properties of tibiae of seven- and seventy-two-week-old male and female broiler breeder chickens. **Poult Sci.**, Usa, p.1232-1239, ago. 1999.

ROSTAGNO, Horácio Santiago et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 4. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2017. 435 p.

SANTOS, Tiago Tedeschi dos. Utilização de Fitases na Suinocultura. **Suinocultura Industrial**, Campinas, v. 2, n. 19, out. 2009.

SARTAJ, M; FERNANDES, L; PATNI, N. K.. Performance of forced, passive, and natural aeration methods for composting manure slurries. **As. J. Food Ag-ind.**, Usa, v. 40, n. 2, p.457-463, abr. 2009.

SEEDOR, J. G.. The Biophosphonate Alendronate (MK-217) inhibits bone loss due to ovariectomy in rats. **J. Bone Miner. Res**, Usa, v. 6, p.339-346, jan. 1991.

SELLE, P. H.; RAVINDRAN, G. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science Andtechnology**, v. 135, p.1-41, 2007.

SILVA, Y. L.. Redução de proteína e fósforo em dietas com fitase para frangos de corte dos 22 a 42 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 1, p.127-136, jan. 2012.

SILVA, Y. L.. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.: Desempenho e teores de minerais na cama.. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p.840-848, jun. 2006.

SMITH, E. L. et al. **Bioquímica Mamíferos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

SOUZA, C. S.; VIEITES, F. M. Vitamin D3 And Its Metabolites For Broilers. **Arch Zootec**, v. 63, p.11-24, jun. 2014.

TIZZIANI, T. **Níveis de fósforo disponível em rações suplementadas com fitase para frangos de corte dos 22 aos 42 dias mantidos em ambiente de alta temperatura**. 2014. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Veterinaria, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

VIEIRA, S. L. et al. Phosphorus equivalency of a *Citrobracter braakii* phytase in broilers. **The Journal Of Applied Poultry Research**, Usa, v. 24, n. 3, p.335-342, set. 2015.

VIEITES, F. M.. 1,25-Dihidroxivitamina-D3 Sobre As Características Ósseas De Frangos De Corte Fêmeas. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, São Paulo, v. 69, n. 5, p.1285-1293, jan. 2017.

VIEITES, F. M. Desempenho, Rendimento De Carcaça E Cortes Nobres De Frangos De Corte Alimentados Com Rações Suplementadas Com *SolanumGlaucophyllum*. **Semin. Ciênc. Agrar.**, v. 35, p.1617-1626, 2014.

YALÇIN, S. et al. Effects Of Strain, Maternal Age And Sex On Morphological Characteristics And Composition Of Tibial Bone In Broilers. **British Poultry Science**, v. 42, n. 2, p.184-190, jun. 2001.

**SEGUNDA PARTE****1. ARTIGO. Superdosagens de fitase combinada a 25-OHD<sub>3</sub> sobre desempenho, rendimento de carcaça e medidas de qualidade ósseas em frangos de corte.**

Castro, R.T.C.; Bertechini, A.G.

**Artigo redigido conforme normas da revista *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*.**

**Super dosagens de fitase combinada a 25-OHD<sub>3</sub> sobre desempenho, rendimento de carcaça e medidas de qualidade ósseas em frangos de corte.**

Robert Talles da Costa Castro<sup>1</sup> e Antônio Gilberto Bertechini<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup> Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, CEP: 37200-000, Minas Gerais, Brasil. E-mail para correspondência: robert\_talles@hotmail.com.

## RESUMO

Objetivou-se com esse estudo avaliar a super dosagem de fitase associada à Vitamina D semi-ativa (hidroxi-colecalciferol), sobre características de mineralização óssea, rendimento de carcaça e desempenho de frangos de corte. O experimento foi conduzido em um galpão convencional, no sistema cama, com comedouros tipo tubular e bebedouro tipo nipple com duração de 42 dias. Foram utilizados 2.160 pintos machos de um dia, ROSS (AP 95) distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em 72 parcelas experimentais onde receberam oito tratamentos com nove repetições de 30 aves cada. Os tratamentos foram: T1-controle positivo atendendo as exigências nutricionais (ROSTAGNO et al., 2017), T2 - controle negativo reduzindo 0,15% de Pd e 0,19% de Ca, (os demais tratamentos também tiveram redução dos níveis de Ca e Pd), T3, T4 e T5- obtiveram adição de Fitase (1000 FYT/Kg, 2500FYT/Kg e 4000 FYT/Kg, respectivamente) e T6, T7 e T8 - foi adicionado além da Fitase a Vitamina D semi-ativa (1000 FYT/Kg e 69 µg/kg da Vitamina, 2500FYT/Kg e 69 µg/kg de Vitamina e 4000 FYT/Kg e 69 µg/kg de Vitamina, respectivamente). A ração e a água foram fornecidos *ad libitum*. O desempenho foi analisado pelo consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) aos 21 e 42 dias. Aos 21 dias foram abatidas cinco aves e aos 42 dias 3 aves por parcela (peso médio ± 5%) para ser feito o rendimento de carcaça e avaliação de porcentagens de, cinzas, CA e P, índice de Seedorf e resistência a ruptura óssea das tíbias. Os dados foram submetidos à ANOVA e quando significativos foi aplicado teste de TUKEY para as características de desempenho e SNK para características de qualidade ósseas com 5% de significância, analisados utilizando o programa estatístico SAS 9. Avaliando o desempenho de 1 a 21 e 1 a 42 dias somente o controle negativo foi pior ( $P < 0,05$ ) para as características de GP e CR. Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) nos rendimentos de carcaça e partes. Na avaliação de qualidade óssea de 1 a 21 dias o controle negativo foi pior entre os demais ( $P < 0,05$ ). Nas avaliações de 1 a 42 dias a %cinzas do T8 foi superior ( $P < 0,05$ ) ao tratamento negativo e T3, para %Ca, %P, resistência a ruptura óssea e índice de Seedorf novamente o controle negativo foi inferior aos demais ( $P < 0,05$ ). Para os tratamentos sem adição da vitamina D (T2, T3, T4 e T5) houve aumento linear ( $< 0,05$ ) no GP de 1 a 21 dias e de 1 a 42 dias. Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) em relação a adição de vitamina D em nenhuma característica de desempenho, porém, utilizando 2.500 FYT/Kg da fitase no período de 1 a 42 dias resultou em acréscimo no ganho de peso das aves. Com isso evidenciamos que utilizando 1000 FYU/Kg de Fitase sem adição da Vitamina D foi suficiente para recuperar o desempenho e qualidade óssea das aves, a Vitamina D e a Fitase não melhoraram os rendimentos de carcaça e partes.

**Palavras-chave:** Hidroxi-colecalciferol. Problemas ósseos. Enzima. Fitato.



## INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor de frangos de corte e o maior exportador (ABPA 2018), com uma cadeia muito bem organizada e marcada por constantes evoluções técnicas. A incessante competição com as outras proteínas animais gerou necessidade de diminuição de custos e evolução de genética, nutrição, manejo e sanidade.

O fator genético, pela pressão de seleção do frango de corte moderno baseada principalmente em medidas de ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça faz com que outras características importantes sejam negligenciadas causando deficiências fisiológicas nessas aves.

Uma das deficiências geradas são as afecções esqueléticas, ocasionando perdas nos frigoríficos brasileiros de cerca de 12 milhões de kg de carne/ano (LOPES et, al. 2009). Segundo Zhang et al., (2006) analisando toda a cadeia mundial, além de prejuízos *post mortem*, é visto que estes animais não desempenham seu melhor potencial e/ou animais morrem e são descartados por não conseguirem acompanhar a evolução do lote por afecções ósseas, causando prejuízos de cerca de 1 bilhão de dólares.

Essa deficiência é causada pela falta de mineralização adequada nos ossos, principalmente de Cálcio (Ca) e Fósforo (P), já que eles compõem a maior parte da matriz óssea. Uma maneira funcional de tentar minimizar esse problema é trabalhar com uma nutrição adequada, atendendo os níveis de exigência dos animais.

A realidade vista na prática é que as dietas para frangos de corte são principalmente a base de alimentos de origem vegetal, milho e farelo de soja, com cerca de 2/3 de P disponível. Esses alimentos contêm em sua composição o ácido fítico, que é uma forma dos vegetais reservarem P.

O ácido fítico é constituído por seis grupos de fosfato negativamente ligados a doze átomos de hidrogênio em um anel de inositol. Essa molécula possui elevado poder de quelatação, altamente ionizáveis, se ligando aos minerais formando complexos insolúveis e os indisponibilizando. Ele se complexa com P, Ca nutrientes e outros minerais disponíveis e os tornam indisponíveis para absorção no intestino dos animais, com isso excretando maior quantidade de P e N livre no ambiente. Comprometendo a matriz óssea, conseqüentemente, os ossos não desempenham suas funções adequadamente de proteção, suporte para contração muscular, depósito mineral e hematopoese. Afetando o máximo desempenho produtivo.

A fitase tem a capacidade de hidrolisar o ácido fítico, disponibilizando para a absorção os minerais e nutrientes. Porém essa enzima não é sintetizada ou produzida em quantidade adequada pelos frangos de corte, sendo necessário a adição na sua alimentação.

A vitamina D também tem expressiva participação no metabolismo ósseo, sendo diretamente responsável pelo crescimento esquelético participando da síntese da proteína transportadora de cálcio. Mobilizando cálcio do osso para o fluido extracelular, ocorrendo a partir de uma ação conjunta do 1,25-dihidroxicolecalciferol e do paratormônio e na biossíntese de colágeno, principal componente da matriz extracelular do tecido ósseo. (BUZINARO 2006).

Na avicultura industrial a vitamina D deve ser suplementada na dieta, por essas aves não terem contato com raios solares e não produzirem tal vitamina *In vivo*. Existem várias formas de suplementação dessa vitamina, porém a forma semi-ativa (25-hidroxicolecalciferol) tem suas vantagens. Em comparação com a vitamina D<sub>3</sub> (coleciferol) existe um menor gasto energético para se tornar ativa, já em comparação com a forma ativa (1,25-Hidroxicolecalciferol) ela é menos tóxica.

Portanto o presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar a associação de super dosagens de fitase combinadas com a vitamina D semi - ativa, sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e partes e as características de qualidade óssea de frangos de corte.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Localização e período experimental

O ensaio experimental foi realizado no CPTA (Centro de Pesquisa e Tecnologia Avícola), localizado na BR 265, Km 340, no município de Lavras, Minas Gerais, em convênio com a Universidade Federal de Lavras.

No experimento foi avaliado os parâmetros de desempenho, características ósseas e rendimento de carcaça e partes das aves. O experimento foi realizado com duração 42 dias. Todos os procedimentos realizados foram avaliados e aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal de Lavras sob protocolo n° 049/2019.

### Enzima e Vitamina D

A enzima utilizada foi a RONOZYME® HiPhos, uma 6-fitase em pó, oriunda de *Citrobacter braakii* com atividade enzimática mínima de 10.000 FYU/g.

A vitamina utilizada foi Hy-D, uma forma semi-ativa, metabólito específico da vitamina D<sub>3</sub> também chamado de 25-hidroxi-colecalciferol.

## Experimento

### Procedimentos experimentais e dietas

Foram utilizados 2160 pintos de um dia machos da linhagem Ross AP 95 distribuídos em 72 boxes, sendo oito tratamentos com nove repetições. As condições das aves foram

homogêneas, criadas e selecionadas por mesma idade e peso antes do início do experimento, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado.

As rações foram à base de milho e farelo de soja, seguindo um programa alimentar com rações, pré-inicial (1-7dias) (Tabela 1), inicial (8-21dias) (Tabela 2), crescimento (22-35dias) (tabela 3) e final (36-42dias) (tabela 4), atendendo as exigências nutricionais segundo as tabelas brasileiras (ROSTAGNO et al., 2017) exceto por Ca e Pd, que foi reduzido 0,15% de P e 0,19% de Ca. Somente o Tratamento 1 (controle positivo) atendeu todas as exigências. A ração e a água foram fornecidos *ad libitum*.

Os tratamentos foram: T1 - controle positivo atendendo as exigências nutricionais segundo as tabelas brasileiras (ROSTAGNO et al., 2017), do T2 ao T8 - foi reduzido 0,15% de Pd e 0,19% de Ca. T3, T4 e T5 - contendo adição de Fitase (1000 FYT/Kg, 2500FYT/Kg e 4000 FYT/Kg, respectivamente) e T6, T7 e T8 - adicionado além da Fitase a Vitamina D semi-ativa (1000 FYT/Kg e 69 µg/kg da Vitamina, 2500FYT/Kg e 69 µg/kg de Vitamina e 4000 FYT/Kg e 69 µg/kg de Vitamina, respectivamente).

Os animais foram alojados em galpão convencional, equipado com sistema de ventilação e aspersão para controle da temperatura do ar, seguindo as recomendações do manual da linhagem para as diferentes fases de criação (COBB GUIDELINES, 2018). Durante a fase inicial o aquecimento das aves foi realizado por meio de fôrnilha à lenha, mantendo a temperatura dentro da instalação em  $32^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ , reduzindo gradativamente dois graus a cada semana, a fim de atender as necessidades das aves. As aves foram criadas sobre piso cobertos com cama de maravalha nova, divididos em boxes (2 x 1,1m), equipados com um comedouro tubular (25Kg) e quatro bebedouros tipo *nipple*. O programa de iluminação adotado foi de 24 horas de luz do primeiro ao sétimo dia de idade e posteriormente do oitavo

dia até o final do experimento foi fornecido 16 horas de luz e 8 horas de escuro. Todas as aves foram vacinadas no incubatório para Marek e Gumboro vetorizada.

### **Medidas de desempenho analisados**

Consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) foram mensurados aos 21 e 42 dias de idade, sendo avaliados em dois períodos experimentais distintos (1-21 e 1-42d). O CR foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida no início do período e a sobra no final do período. O GP foi calculado pela pesagem das aves subtraindo o peso final pelo peso inicial. A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o CR pelo GP.

A mortalidade das aves foi monitorada duas vezes ao dia e quando verificada mortalidade, foi realizado o cálculo para correção da CA segundo metodologia proposta por Sakomura & Rostagno (2016). A viabilidade foi considerada para o período experimental total.

### **Rendimento de carcaça, coxa, sobre-coxa, asa e peito**

Aos 42 dias de idade três animais por parcela, com pesos próximos à média ( $\pm 5\%$ ), foram selecionados, pesados individualmente e abatidos por deslocamento cervical. As carcaças (sem vísceras, pescoço e pés) foram pesadas e expressas em porcentagem do peso vivo da ave. O peito, asa, sobrecoxa e posteriormente coxa foram separados da carcaça, pesado e seu peso expresso em porcentagem do peso da carcaça, obtendo-se assim posteriormente os índices rendimento de carcaças (RC), rendimento de peitos (RP), rendimento de asas (RASA), rendimento de sobre-coxa (RSC) e rendimento de coxa (RCO).

## Qualidade óssea

Aos 21 dias de idade cinco aves com peso próximo a média ( $\pm 5\%$ ) da parcela foram abatidas, assim como aos 42 dias de idade três aves com peso próximo ao peso da parcela ( $\pm 5\%$ ) foram abatidas e as tíbias esquerda das mesmas foram coletadas e imediatamente armazenadas em freezer ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) para posterior análise da qualidade óssea. As tíbias direita foram utilizadas para obtenção da porcentagem de matéria mineral (% cinzas, %Ca e %P) e peso da matéria mineral por tíbia (MM g/tíbia). As tíbias foram limpas manualmente, sendo retirado o tecido aderido ao osso, secas em estufa  $105^{\circ}\text{C}$  por 12 horas, desengorduradas por meio de extrator de gordura utilizando éter etílico por aproximadamente 12 horas, secas ao ar e novamente conduzidas à estufa  $105^{\circ}\text{C}$  para secagem e manutenção do peso. As amostras foram pesadas em pool (três tíbias) por meio de balança analítica e levadas à mufla por 6 horas para obtenção e determinação do conteúdo de matéria mineral.

A partir da solução mineral vão ser quantificados os teores de fósforo, pelo método colorimétrico, e o de cálcio, pelo método de absorção atômica. Os teores de cálcio e de fósforo na tíbia serão expressos em gramas e em porcentagem da matéria seca da tíbia pré-desengordurada.

As tíbias esquerdas foram utilizadas para mensuração de peso (g), comprimento (mm) para obtenção do índice de Seedorf (IS) e resistência à quebra (Kgf). O peso foi mensurado por meio de balança digital e o comprimento por meio de paquímetro digital. A resistência à quebra foi mensurada utilizando prensa mecânica universal, pelo método de flexão, com carga de força de 200 Kgf em velocidade de  $5\text{mm s}^{-1}$ , sendo considerado o valor máximo de força utilizado para ruptura como resistência à quebra (RQ). Foi realizado o cálculo do IS como

medida correlacionada à densidade óssea, por meio da Equação 1, proposta por Seedor, Quarruccio & Thompson (1991):

$$IS = \frac{\textit{peso}(g)}{\textit{comprimento}(cm)} ;$$

Equação 1

O valor assumido para cada análise foi à média dos resultados obtidos para as três tíbias.

### **Análise e Estatística**

Para todas as características a parcela foi considerada como unidade experimental. Os resultados foram submetidos à ANOVA utilizando o pacote estatístico SAS® (2002) e quando significativo foi utilizado o teste Student-Newman-Keuls (SNK) à 5% para as características de qualidade óssea e Tukey à 5% de probabilidade para comparação das médias nas características de desempenho.

## **RESULTADOS**

Os resultados de desempenho das aves na fase de 1 a 21 dias comparando o uso de três níveis de fitase e adição da vitamina D com o controle positivo e negativo estão apresentados na tabela 5. O controle negativo apresentou o menor ganho de peso e menor consumo de ração, sem ser afetado a conversão alimentar. Os tratamentos, controle positivo e os tratamentos com o uso da fitase nos vários níveis de suplementação foram semelhantes, indicando recuperação da matriz com o menor nível de suplementação (1000 FYT/kg). A conversão alimentar não foi influenciada pelos tratamentos em estudo.

A adição da vitamina D aos tratamentos com os diversos níveis de suplementação de fitase não influenciou no desempenho das aves. Nesse caso pode-se verificar que não houve interação entre os níveis de suplementação da fitase e a vitamina D.

O desempenho no período de 1 a 42 dias de idade das aves considerando os tratamentos controle positivo, negativo e os níveis de suplementação da fitase estão apresentados na tabela 6. A redução dos níveis de Ca e P no controle negativo prejudicou o consumo e o ganho de peso das aves. Os outros tratamentos foram semelhantes no desempenho. O menor nível de suplementação da fitase recuperou os déficits do controle negativo. O incremento dos níveis de fitase possibilitou também o incremento no consumo de ração ( $Y=5E-08X^2+0,0002936 X + 4,741$ ,  $R^2=0,93$ ) e no ganho de peso ( $Y=-3E-08X^2 + 0,0002 X + 3,196$ ,  $R^2=0,92$ ) das aves, com efeitos lineares.

Não foram observados efeitos adicionais no desempenho das aves com a inclusão da vitamina D nos tratamentos com os níveis crescentes da fitase.

Na tabela 7 comparando os tratamentos verificam-se efeitos significativos sobre as medidas. Para porcentagem de cinzas na tíbia os tratamentos 1,4,5,7 e 8 foram melhores comparados ao controle negativo, sendo que os dois níveis com menor adição de fitase independente da adição da vitamina D não foram suficientes para recuperar o déficit de cinzas nas tíbias.

Na avaliação de retenção de Ca e P nas tíbias não houve diferença entre os tratamentos.

Para Índice de Seedor o tratamento 5 com maior nível de fitase sem o Hy-D foi superior aos tratamentos 2, 3 e 4 e semelhante aos tratamentos 1, 6, 7 e 8. Todos os



tratamentos foram superiores ao tratamento controle negativo, mostrando que com a vitamina D nos níveis de 1000 e 2500 FYT/Kg de fitase houve um ganho na densidade óssea.

Na avaliação de resistência de força máxima das tíbias todos os tratamentos foram superiores ao controle negativo.

Na tabela 8 comparando os tratamentos de 1 - 8 verificam-se efeitos significativos sobre as medidas. Para porcentagem de cinzas na tíbia o tratamento 8 foi melhor comparado aos tratamentos 1, 2 e 3 sendo semelhante aos demais. O tratamento negativo foi pior comparado a todos os tratamentos.

Na avaliação de retenção de Ca nas tíbias o tratamento 8 foi superior ao controle negativo.

O resultado para retenção de P nas tíbias mostrou que todos os tratamentos foram superiores ao controle negativo.

Para Índice de Seedor e resistência de força máxima das tíbias todos os tratamentos foram superiores ao tratamento controle negativo.

Não foram observados efeitos significativos dos tratamentos sobre as medidas de rendimentos de carcaça e cortes (Tabela 9).

## DISCUSSÃO

Muitos estudos mostram que a suplementação com fitase em dietas com níveis reduzidos em P e Ca aumenta o desempenho dos frangos de corte como (SELLE E RAVIDRAN 2007), entretanto alguns autores sugerem que os níveis de suplementação de fitase na indústria precisa ser reavaliada, pois há ganhos maiores com níveis mais elevados de fitase, por exemplo, Onyango et al. (2005) relataram aumento no ganho de peso quando aumentada a Fitase de 500 para 1000 FTU/kg em dietas deficientes em P, semelhante ao presente trabalho que com 1000 FTU/Kg conseguiu recuperar o desempenho dos animais comparando ao controle positivo. Ravindran et al. (2006), Rutherford et al. (2012) e Pirgozliev et al. (2010) relataram aumento do CR utilizando de 250 a 2500 FTU / kg, que por sua vez aumentou o ganho de peso. Já Cowieson et al. (2006) relataram melhorias no ganho de peso com o aumento da suplementação de fitase em doses de 150 a 2400 FTU / kg da dieta. A deficiência de P na dieta promove redução das concentrações dos hormônios triiodotironina (T3), tetraiodotironina (T4) e hormônio do crescimento (GH) à nível sérico. A redução na concentração desses hormônios está relacionada com redução no desempenho das aves afetando as características de desempenho (DESSIMONI et al., 2019). Pirgozliev et al. (2010), em suplementação utilizando 2500 FTU/Kg de fitase em dieta deficiente em P encontraram ganho de peso maior até mesmo do que o controle positivo, atendendo as exigências nutricionais. Chung et al. (2013) relataram que não houve efeito no CR e GP de frangos de corte alimentados com suplementação de fitase, já no presente estudo o GP pode parcialmente ser atribuído ao aumento do consumo de ração e melhor aproveitamento do fósforo.

Cowieson et al. (2006) relataram que os frangos alimentados em dietas com deficiência em P suplementadas com 2400 FTU/Kg tiveram conversão alimentar de 14% melhor em comparação com aves alimentadas com uma dieta com níveis adequados. Pirgozliev et al. (2010) também relataram melhora na conversão alimentar em comparação com dietas deficientes em P com suplementação menor de fitase, diferente desse trabalho. Essas divergências em alguns trabalhos podem ser explicadas não pela adição de fitase, mas pelo desbalanço da relação Ca / P (COWIESON et al., 2006), ou pela diferença de origem das enzimas, por exemplo a bacteriana que atua em uma faixa de pH mais ampla (H. LALPANMAWIA et al., 2014).

Rao et al. (1999) não relataram nenhuma influência da suplementação de fitase na porcentagem de cinzas nas tíbias, semelhante ao resultado de 1 a 21 dias que na avaliação de retenção de Ca e P nas tíbias não houve diferença entre os tratamentos. Mas existem vários relatos de influência positiva na mineralização óssea de frangos de corte alimentados com dieta deficiente em P, com suplementação de fitase em comparação ao CP e CN (ROUSSEAU et al., 2012). No presente trabalho avaliando 1 a 21 dias, a porcentagem de cinzas na tíbia teve melhora nos dois níveis mais altos de fitase comparando ao CN. Contudo comparando os tratamentos de 1 a 42 dias verifica-se efeitos significativos sobre as medidas. Para porcentagem de cinzas na tíbia o tratamento com maior nível de fitase combinado a vitamina D foi mais bem comparado aos tratamentos 1, 2 e 3 sendo semelhante aos demais, o mesmo tratamento com maior nível de fitase combinada a vitamina D mostrou melhora no resultado de porcentagem de Ca comparado ao CN, já o resultado para retenção de P nas tíbias mostrou que todos os tratamentos foram superiores ao controle negativo. Já Ahmad et

al. (2000) e Lan et al. (2012) melhoraram as características ósseas usando fitase com nível deficiente de P comparado ao CN e sendo semelhantes ao CP.

Denbow et al. (1998) relataram resultados que apontam aumento da concentração de P, com maiores quantidades de enzima tendo efeitos positivos na força de ruptura da tíbia. Semelhante as conclusões alcançadas por Richter (1993), Denbow et al. (1995), Qian et al. (1996), Pillai et al. (2006), Venäläinen et al. (2006), assim como Jiang et al. (2009).

Harter-Denis et al. (2000, 2001) relataram que a redução no teor de Pd de 0,45% a 0,25% na dieta inicial reduziu significativamente a quebra óssea. E a suplementação de fitase aumentou a resistência da força de ruptura óssea de 3,2 para 4,9 kg. Usando a dieta com diferentes concentrações de P na dieta para frangos de corte aos 21-42 dias de idade, a força de resistência aumenta linearmente de 24,21 kg para 40,53 kg, proporcional ao P do conteúdo, comportamento diferente do presente trabalho que não mostrou aumento na resistência a ruptura óssea com níveis maiores de fitase.

Quanto ao rendimento de carcaça e partes Kozłowski, Jankowski & Jeroch (2010) e Junqueira et al. (2011) evidenciaram resultados semelhantes a esta pesquisa, não encontrando diferenças para rendimento de carcaça e partes com o uso de fitase. Uma explicação, é que as dietas desse estudo foram isoenergéticas e isoproteicas, diferindo apenas no nível de Ca e Pd, sendo que essa variação não influenciou nas medidas de carcaça analisadas (BERTERCHINI, 2013).

Em relação a vitamina D semi ativa, avaliando o desempenho da mesma nas aves Garcia et al. (2013) evidenciou melhora somente para CR de 1 a 21 dias comparando a vitamina D na forma de colecalciferol, no seu estudo não houve diferença na fase de 1 a 42 dias para CR, GP e CA. Isso pode ser explicado porque na fase inicial as aves não têm

quantidades de enzimas adequadas para realizar hidroxilação no fígado, que favorece a administração de metabólitos mais ativos (SWIATKIEWIEZ et al., 2006). Alguns autores como McCarthy et al. (1984) e Zanuzzi et al. (2011) mostram toxicidade em casos de uso prolongado de alguns metabólitos da vitamina D, podendo causar uma diminuição na ingestão de alimentos e conseqüentemente, diminuição no desempenho.

Nas avaliações de 1 a 21 dias para qualidade óssea os valores observados neste estudo de IS, % Cinzas, % Ca e % P nas tíbias, foram semelhantes aos encontrados na literatura (ASLAM et al., 1998; FRITTS e WALDROUP, 2003; DRIVER et al., 2006; HAN et al., 2009; GARCIA et al., 2013), sem efeito da vitamina D. Avaliando de 1 a 42 dias somente houve melhora da vitamina D nas características de % de cinzas e % de Ca em comparação ao CN.

Foi visto na presente trabalho que a utilização de 1000 FYU/Kg na dieta, recuperou o desempenho observado nas aves que receberam os níveis normais de Ca e P. As características de qualidade da carcaça não foram afetadas com o uso das superdosagens de Fitase e vitamina D semiativa. A utilização da superdose de 1000 FYU/Kg não possibilitou maiores níveis de cinzas ósseas nas aves.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior (CAPES) pelo apoio na presente pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA. **Relatório Anual de 2016**. São Paulo: Associação Brasileira de Proteína Animal, 2016.

ABPA. **Relatório Anual de 2017**. São Paulo: Associação Brasileira de Proteína Animal, 2017.

AHMAD, Tanveer et al. Effect of microbial phytase produced from a fungus *Aspergillus niger* on bioavailability of phosphorus and calcium in broiler chickens. **Animal Feed Science And Technology**, Faisalabad, v. 83, n. 2, p.103-114, fev. 2000.

Almeida Paz I. C. L. et al. Study on the bone mineral density of broiler suffering femoral joint degenerative lesions. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, Campinas, v. 10, n. 2, jun. 2008.

ALVES, M.c.f. et al. EQUILÍBRIO E PROBLEMAS LOCOMOTORES EM FRANGOS DE CORTE/EQUILIBRIUM CONDITION AND LOCOMOTION PROBLEMS IN BROILERS. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Tupã, v. 7, n. 1, p.35-44, fev. 2013.

Aslam SM, Garlich JD, Qureshi MA. Vitamin D deficiency alters the immune responses of broiler chicks. **Poultry Science**, North Carolina, v. 77, n. 6, p.842-849, jun. 1998.

**ROSS MANUAL DE MANEJO DE FRANGOS DE CORTE.** Huntsville: Aviagen, 2015. Disponível em: <<http://pt.aviagen.com/brands/ross/products/ross-408>>. Acesso em: 22 jul. 2017.

BARBOSA, Anderson de Almeida et al. Avaliação da qualidade óssea mediante parâmetros morfométricos, bioquímicos e biomecânicos em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 4, p.772-778, jun. 2010.

BERNARDI, Rodrigo. **PROBLEMAS LOCOMOTORES EM FRANGOS DE CORTE.** 2011. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2011.

BERTECHINI, Antônio Gilberto. **Nutrição de monogástrico.** Lavras: Ufla, 2012. 373 p.

BORGATTI, Laura Maria de Oliveira et al. Biodisponibilidade relativa de fósforo em ingredientes com baixo teor de fitato determinada com base na mineralização óssea de frangos de corte: Relativebioavailabilityofphosphorus in lowphytateingredientsbasedonbonemineralization in poultry. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Pirassununga, v. 38, n. 10, p.1901-1906, out. 2009.

BRITO, Jerônimo Ávito Gonçalves de et al. Efeito da vitamina D3 e 25-hidroxi-colecalciferol sobre o desempenho, o rendimento de carcaça e a morfologia intestinal de frangos de corte: Effectofvitamin D3 and 25-hidroxi-cholecalciferol on performance, carcassyieldand intestinal morphology in broilerchickens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Lavras, v. 39, n. 12, p.2656-2663, dez. 2010.

Bruno, L.D.G. et al. Influence of early qualitative feed restriction and environmental temperature on long bone development of broiler chickens. **Journal Of Thermal Biology**, Maringá, v. 32, n. 6, p.349-354, ago. 2007.

CASTRO, LuizCláudioGonçalves de. O sistema endocrinológico vitamina D. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v. 55, n. 8, p.566-575, nov. 2011.

CHUNG, T. K. et al. Effect of two microbial phytases on mineral availability and retention and bone mineral density in low-phosphorus diets for broilers. **British Poultry Science**, v. 54, n. 3, p.362-373, 10 maio 2013.

CONTE, Ademir José et al. Efeito da Fitase e Xilanase sobre o Desempenho e as Características ósseas de Frangos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Farelo de Arroz: Effect of Phytase and Xylanase on the Performance and Bone Characteristics of Broiler Chicks Fed Diets with Rice Bran. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Lavras, v. 32, n. 5, p.1147-1156, nov. 2002.

COOK, M. E.. Skeletal Deformities and Their Causes: Introduction. **Poultry Science**, Madison, v. 79, n. 7, p.982-984, 01 jul. 2000.

COTO, Cesar et al. Effects of Dietary Levels of Calcium and Nonphytate Phosphorus in Broiler Starter Diets on Live Performance, Bone Development and Growth Plate Conditions in Male Chicks Fed a Wheat Based Diet. **International Journal Of Poultry Science**, v. 7, n. 2, p.101-109, nov. 2008.

COWIESON, A. J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M. R.. Supplementation of Corn–Soy-Based Diets with an Eschericia coli-Derived Phytase: Effects on Broiler Chick Performance and the Digestibility of Amino Acids and Metabolizability of Minerals and Energy. **Poultry Science**, Uk, v. 85, n. 8, p.1389-1397, 01 ago. 2006.

SOUSA, Jpl de et al. The effect of dietary phytase on broiler performance and digestive, bone, and blood biochemistry characteristics. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 17, n. 1, p.327-330, mar. 2015.

DM, Denbow et al. Improving phosphorus availability in soybean meal for broilers by supplemental phytase. **Poult Sci.**, Usa, v. 74, n. 11, p.1831-1842, nov. 1995.

DM, Denbow et al. Soybeans transformed with a fungal phytase gene improve phosphorus availability for broilers. **PoultSci.**, Usa, v. 77, n. 6, p.878-881, jun. 1998.



DESSIMONI, Gabriel Villela et al. Effect of supplementation with *Escherichia coli* phytase for broilers on performance, nutrient digestibility, minerals in the tibia and diet cost: Efeito da suplementação com fitase *Escherichia coli* para frangos de corte sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes, minerais na tíbia e custo da dieta. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 40, n. 2, p.767-780, mar. 2019.

DERSJANT-LI, Y et al. Phytase in non-ruminant animal nutrition: a critical review on phytase activities in the gastrointestinal tract and influencing factors. **J Sci Food Agric**, Uk, v. 95, n. 5, p.878-896, 30 mar. 2015.

DRIVER, J. P. et al. The Effect of Maternal Dietary Vitamin D<sub>3</sub> Supplementation on Performance and Tibial Dyschondroplasia of Broiler Chicks. **Poultry Science**, Usa, v. 87, n. 1, p.39-47, 01 jan. 2006.

DSM. **DSM Vitamin Supplementation Guidelines 2011**. 2011. Disponível em: <[https://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en\\_US/documents/OVN\\_supplementation\\_guidelines.pdf](https://www.dsm.com/content/dam/dsm/anh/en_US/documents/OVN_supplementation_guidelines.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2011.

ENGELN, A. J. et al. Simple and rapid determination of phytase activity. **J Aoac Int.**, p.760-764, jun. 1994.

FRANCE, J. et al. Models For The Study Of Phosphorus Metabolism In Ruminants And Monogastrics. Phosphorus And Calcium Utilization And Requirements In Farm Animals. **Cabi**, Piracicaba, v. 32, n. 2, p.18-44, out. 2010.

FRITTS C. A.; Waldroup P. W. Effect of Source and Level of Vitamin D on Live Performance and Bone Development in Growing Broilers. **Poultry Science Association**, Arkansas, v. 5, n. 2, p.45-52, jun. 2003.

GUERRA, Ana Flávia Q. Garcia et al. Utilização da vitamina D<sub>3</sub> e seus metabólitos na alimentação de frangos de corte sobre parâmetros imunológicos e morfometria intestinal. **Pesq. Vet. Bras.**, Maringá, v. 34, n. 5, p.477-484, maio 2014.

GARCIA, Ana Flávia Quiles Marques et al. Use of Vitamin D3 and Its Metabolites in Broiler Chicken Feed on Performance, Bone Parameters and Meat Quality. **Asian-australas J AnimSci.**, v. 26, n. 3, p.408-415, mar. 2013.

SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. **Problemas locomotores em frangos de corte.** Chapecó: Núcleo de Médicos Veterinários., 2006. 5 p.

HAN, J. C. et al. Effects of 1alpha-hydroxycholecalciferol on growth performance, parameters of tibia and plasma, meat quality, and type IIb sodium phosphate cotransporter gene expression of one- to twenty-one-day-old broilers. **PoultSci**, Yangling, v. 88, n. 2, p.323-329, fev. 2008.

HARTER-DENNIS, Jeannine. Phytase application variations in broiler diets and legislative update. Biotechnology in the Feed Industr. **Alltech's 16th Annual Symposium**, Nottingham, p.163-174, 2000.

HARTER-DENNIS, Jeannine; TIMMONS, Jennifer; DRIVER, John. Effect of application variation and side activities on the efficacy of phytase in broiler diets. Science and Technology in the Feed Industry. **Alltech's 16th Annual Symposium**, Nottingham, p.243-253, 2001.

JIANG, S.. Non-phytate phosphorus requirements and efficacy of a genetically engineered yeast phytase in male Lingnan Yellow broilers from 1 to 21 days of age. **J AnimPhysiolAnimNutr**, Guangzhou, v. 95, n. 1, p.47-55, fev. 2011.

JUNQUEIRA, Otto Mack et al. Effect of phytase supplementation on performance, bone densitometry and carcass yield in broilers chicks: Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho, densitometria óssea e rendimento de carcaça de frangos de corte. **Acta Sci., Anim. Sci.**, Maringá, v. 33, n. 3, set. 2011.

KOZIOWSKI, K.; JANKOWSKI, J.; JEROCH, H.. Efficacy of different levels of Escherichia coli phytase in broiler diets with a reduced P content. **Pol J Vet Sci.**, Poland, v. 13, n. 3, p.431-436, jun. 2010.

LAN, G.. Effects of freeze-dried Mitsuoellalaludini culture and Natuphos(®) phytase supplementation on the performance and nutrient utilisation of broiler chickens. **J Sci Food Agric**, Malásia, v. 92, n. 2, p.266-273, 30 jan. 2012.

LAURENTIZ, A. C. et al. Desempenho, composição da cama, das tíbias, do fígado e das excretas de frangos de corte alimentados com rações contendo fitase e baixos níveis de fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 10, p.1938-1947, 2009.

LALPANMAWIA, H. et al. Efficacy of phytase on growth performance, nutrient utilization and bone mineralization in broiler chicken. **Animal Feed Science And Technology**, Bangalore, v. 192, n. 7, p.84-89, jun. 2014.

LELIS, Guilherme Rodrigues et al. Suplementação dietética de fitase sobre o metabolismo de nutrientes de frangos de corte. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 39, n. 8, p.1768-1773, 2010.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Campinas: Facta, 2002. 975 p.

MACAULEY-PATRICK, Sue et al. Heterologous protein production using the Pichiapastoris expression system. **WilerInterscience**, Yeast, p.249-270, 09 fev. 2005.

MCCARTHY, Jt; BARHAM, Ss; KUMAR, R. 1,25-Dihydroxyvitamin D3 rapidly alters the morphology of the duodenal mucosa of rachitic chicks: evidence for novel effects of 1,25-dihydroxyvitamin D3. **J SteroidBiochem**, v. 21, n. 3, p.253-258, set. 1984.

MENDES, A. S. et al. Mensuração de problemas locomotores e de lesões no coxim plantar em frangos de corte: Measurement of locomotor problems and pad lesions in broilers. **Arch. Zootec.**, Córdoba, v. 61, n. 234, p.217-228, jun. 2012.

MORRIS, M. P. National Survey of Leg Problems. **BroilerInd**, Usa, v. 5, n. 2, p.20-24, maio 1993.

COUNCIL, National Research. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National Academic Press, 1994.

ONYANGO, em; BEDFORD, Mr; ADEOLA, O. The yeast production system in which *Escherichia coli* phytase is expressed may affect growth performance, bone ash, and nutrient use in broiler chicks. **PoultSci**, Usa, v. 83, n. 3, p.421-427, mar. 2004.

PAZ, Ibiara Correia de Lima Almeida et al. DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DE PERUS DE CORTE VACINADOS E NÃO VACINADOS CONTRA COCCIDIOSE. **Agrarian**, v. 2, n. 4, p.131-141, jan. 2009.

PEIXOTO, Paulo V. et al. Hipervitaminose D em animais: Vitamin D poisoning in animals. **Pesq. Vet. Bras**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 7, p.573-594, jul. 2012.

PILLAI, P. B. et al. Efficacy of an *Escherichia coli* Phytase in Broilers Fed Adequate or Reduced Phosphorus Diets and Its Effect on Carcass Characteristics. **Poultry Science**, Usa, v. 85, n. 10, p.1737-1745, out. 2006.

PIRGOZLIEV V. et al. The effect on performance, energy metabolism and hepatic carotenoid content when phytase supplemented diets were fed to broiler chickens. **Research In Veterinary Science**, Usa, v. 89, n. 2, p.203-205, out. 2010.

PIRGOZLIEV, V. et al. Effects of dietary phytase on performance and nutrient metabolism in chickens. **British Poultry Science**, Scotland, v. 49, n. 2, p.144-154, 17 ago. 2009.

PIZAURO JUNIOR, Jm; CIANCAGLINI, P; MACARI, M. Discondroplasia tibial: mecanismos de lesão e controle. **Brazilian Journal Of Poultry Science**, Campinas, v. 4, n. 3, p.169-186, jan. 2002.

QIAN, H et al. Effects of supplemental phytase and phosphorus on histological and other tibial bone characteristics and performances of broilers fed semi-purified diets. **PoultSci**, Usa, v. 75, n. 5, p.618-626, maio 1996.

RAO, S.vrama; REDDY, V Ramasubba; REDDY, V Ravindra. Non-phytin phosphorus requirements of commercial broilers and White Leghorn layers. **Animal Feed Science And Technology**, Usa, v. 80, n. 1, p.1-10, 15 jul. 1999.

RATH, Nc et al. Cell death in avian tibialdyschondroplasia. **Avian Dis.**, Usa, p.72-79, mar. 1998.

RATH, Nc et al. Comparative differences in the composition and biomechanical properties of tibiae of seven- and seventy-two-week-old male and female broiler breeder chickens. **Poult Sci.**, Usa, p.1232-1239, ago. 1999.

RAVINDRAN, V.; COWIESON, Aj; SELLE, Ph. Influence of dietary electrolyte balance and microbial phytase on growth performance, nutrient utilization, and excreta quality of broiler chickens. **Poult Sci.**, New Zealand, v. 87, n. 4, p.677-688, abr. 2008.

RAVINDRAN, V.; SELLE, Ph; BRYDEN, Wl.. Effects of phytase supplementation, individually and in combination, with glycanase, on the nutritive value of wheat and barley. **Poult Sci.**, Australia, p.1588-1595, nov. 1999.

RAVINDRAN, V. et al. Microbial phytase improves performance, apparent metabolizable energy, and ileal amino acid digestibility of broilers fed a lysine-deficient diet. **Poult Sci.**, Australia, v. 80, n. 3, p.338-344, dez. 2001.

RICHTER, G et al. Use of microbial phytase at different phosphorus supply levels in broiler fattening: Effect on fattening performance and tibia stability. **Arch Tierenahr**, Usa, v. 45, n. 3, p.235-244, out. 1993.

ROSTAGNO, Horácio Santiago et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 4. ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2017. 435 p.

ROUSSEAU, X. et al. Phosphorus utilization in finishing broiler chickens: effects of dietary calcium and microbial phytase. **Poult. Sci.**, Usa, v. 91, n. 10, p.2829-2837, jan. 2012.

RUTHERFURD, S. M. et al. Effect of a novel phytase on growth performance, apparent metabolizable energy, and the availability of minerals and amino acids in a low-phosphorus

corn-soybean meal diet for broilers. **Poultry Science**, Usa, v. 91, n. 5, p.1118-1127, out. 2012.

SANTOS, Tiago Tedeschi dos. Utilização de Fitases na Suinocultura. **Suinocultura Industrial**, Campinas, v. 2, n. 19, out. 2009.

SAKOMURA, Nilva Kazue; ROSTAGNO, Horacio Santiago. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. **Funep**, Jaboticabal, 283 p. 2007.

SARTAJ, M; FERNANDES, L; PATNI, N. K.. Performance of forced, passive, and natural aeration methods for composting manure slurries. **As. J. Food Ag-ind.**, Usa, v. 40, n. 2, p.457-463, abr. 2009.

SEEDOR, J. G.. The Biophosphonate Alendronate (MK-217) inhibits bone loss due to ovariectomy in rats. **J. Bone Miner. Res**, Usa, v. 6, p.339-346, jan. 1991.

SELLE, P. H.; RAVINDRAN, G. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science Andtechnology**, v. 135, p.1-41, 2007.

SILVA, Y. L.. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade.: Desempenho e teores de minerais na cama.. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p.840-848, jun. 2006.

SILVA, Y. L.. Redução de proteína e fósforo em dietas com fitase para frangos de corte dos 22 a 42 dias de idade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 1, p.127-136, jan. 2012.

SMITH, E. L. et al. **Bioquímica Mamíferos**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

SOUZA, C. S.; VIEITES, F. M. Vitamin D3 And Its Metabolites For Broilers. **Arch Zootec**, Usa, v. 63, p.11-24, jun. 2014.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS**. SAS/STAT® 9. 0 User's guide. 9 ed. Usa: Cary: Sas Institute Inc, 2002.

SWIATKIEWICZ, Sylwester; KORELESKI, J.; KOPOWSKI, J.. Effect of phytase and 25-hydroxycholecalciferol on performance and bone quality in broiler chickens. **MedycynaWeterynaryjna**, v. 32, n. 1, p.81-84, jan. 2006.

TIZZIANI, T. **Níveis de fósforo disponível em rações suplementadas com fitase para frangos de corte dos 22 aos 42 dias mantidos em ambiente de alta temperatura.** 2014. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2014.

VENÄLÄINEN, E.; VALAJA, J.; JALVA, T..Effects of dietary metabolisable energy, calcium and phosphorus on bone mineralisation, leg weakness and performance of broiler chickens. **Brit PoultSci**, v. 47, p.301-310, out. 2006.

VIEIRA, S. L. et al. Phosphorus equivalency of a *Citrobacterbraakii* phytase in broilers. **The Journal Of Applied Poultry Research**, Usa, v. 24, n. 3, p.335-342, set. 2015.

VIEITES, F. M.. 1,25-Dihidroxitamina-D3 Sobre As Características Ósseas De Frangos De Corte Fêmeas. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, São Paulo, v. 69, n. 5, p.1285-1293, jan. 2017.

VIEITES, F. M. Desempenho, Rendimento De Carcaça E Cortes Nobres De Frangos De Corte Alimentados Com Rações Suplementadas Com *SolanumGlaucophyllum*. **Semin. Ciênc. Agrar.**, v. 35, p.1617-1626, 2014.

YALÇIN, S. et al. Effects Of Strain, Maternal Age And Sex On Morphological Characteristics And Composition Of Tibial Bone In Broilers. **British Poultry Science**, v. 42, n. 2, p.184-190, jun. 2001.

ZANUZZI, C. N.; NISHIDA, F.; PORTIANSKY, P. A..Effects of *Solanumglaucophyllum* toxicity on cell proliferation and apoptosis in the small and large intestine of rabbits. **Res Vet Sci.**, v. 93, n. 5, p.336-342, jan. 2012.

Tabela 1. Composição percentual de ingredientes e níveis nutricionais das dietas de 1 a 7 dias.

Ingredientes (%)	Pré-Inicial (1-7d)							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Milho	52.239	53.795	53.785	53.770	53.755	53.760	53.745	53.730
Farelo de soja	40.476	40.207	40.207	40.207	40.207	40.207	40.207	40.207
Óleo de soja	2.907	2.380	2.380	2.380	2.380	2.380	2.380	2.380
Fosfato bicálcico	1.762	1.011	1.011	1.011	1.011	1.011	1.011	1.011
Calcário	1.033	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016
NaCl	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507	0.507
DL-Metionina 99%	0.395	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393	0.393
L-Lisina99%	0.237	0.242	0.242	0.242	0.242	0.242	0.242	0.242
Treonina 98.5%	0.164	0.164	0.164	0.164	0.164	0.164	0.164	0.164
Premixvitamínico <sup>a</sup>	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130
Premixmineral <sup>b</sup>	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Salinomicina 12%	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Colina 60%	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Fitase <sup>c</sup>	-	-	0.010	0.025	0.040	0.010	0.025	0.040
Vitamina D <sub>3</sub> <sup>d</sup>	-	-	-	-	-	0.025	0.025	0.025
Composição								
E.M. Kcal/kg	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
PB (%)	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00	24.00
Met (%)	0.687	0.687	0.687	0.687	0.687	0.687	0.687	0.687
Met/Cis (%)	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989	0.989
Lis (%)	1.330	1.330	1.330	1.330	1.330	1.330	1.330	1.330
Tre (%)	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880
Ca (%)	0.950	0.770	0.770	0.770	0.770	0.770	0.770	0.770
Pdisponível (%)	0.475	0.325	0.325	0.325	0.325	0.325	0.325	0.325
Na (%)	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220

<sup>a</sup>Composição por kg da dieta: Vitamina A - 11.000 UI; Vitamina D<sub>3</sub> - 4.000 UI; Vitamina E - 55 UI; Vitamina K<sub>3</sub> - 3 mg; Vitamina B<sub>1</sub> - 2,3 mg; Vitamina B<sub>2</sub> - 7 mg; Vitamina B<sub>6</sub> - 4 mg; Vitamina B<sub>12</sub> - 25 ug; Biotina - 0,250mg; Ácido Fólico - 2 mg; Niacina - 60 mg; Ácido Pantotênico - 12 mg e Selênio - 0,3 mg.

<sup>b</sup>Composição por kg da dieta: Manganês - 130 mg; Ferro - 100 mg; Zinco - 130 mg; Cobre - 20 mg; Iodo - 2 mg.

<sup>c</sup>Fitase (RonozymeHiphos) atividade = 10.000 FYU/g (Novozymes A/S, Bagsvaerd, Denamarca).

<sup>d</sup>Vitamina D (Hy-D) 69 µg/kg (DSM Nutritional Products)



Tabela 2. Composição percentual de ingredientes e níveis nutricionais das dietas de crescimento de 8 a 21 dias.

Ingredientes (%)	Inicial (8-21d)							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Milho	46.166	47.708	47.698	47.683	47.668	47.673	47.658	47.643
Farelo de soja	43.240	42.975	42.975	42.975	42.975	42.975	42.975	42.975
Óleo de soja	5.625	5.104	5.104	5.104	5.104	5.104	5.104	5.104
Fosfato bicálcico	1.528	0.778	0.778	0.778	0.778	0.778	0.778	0.778
Calcário	1.039	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021	1.021
NaCl	0.509	0.508	0.508	0.508	0.508	0.508	0.508	0.508
DL-Metionina 99%	0.360	0.358	0.358	0.358	0.358	0.358	0.358	0.358
L-Lisina99%	0.133	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138	0.138
Treonina 98.5%	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120	0.120
Premixvitamínico <sup>a</sup>	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130
Premixmineral <sup>b</sup>	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Salinomicina 12%	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Colina 60%	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Fitase <sup>c</sup>	-	-	0.010	0.025	0.040	0.010	0.025	0.040
Vitamina D <sub>3</sub> <sup>d</sup>	-	-	-	-	-	0.025	0.025	0.025
Composição	-	-	-	-	-	-	-	-
E.M. Kcal/kg	-	-	-	-	-	-	-	-
PB (%)	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100	3100
Met (%)	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80	23.80
Met/Cis (%)	0.660	0.659	0.659	0.659	0.659	0.659	0.659	0.659
Lis (%)	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966
Tre (%)	1.306	1.306	1.306	1.306	1.306	1.306	1.306	1.306
Ca (%)	0.862	0.862	0.862	0.862	0.862	0.862	0.862	0.862
Pdisponível (%)	0.907	0.727	0.727	0.727	0.727	0.727	0.727	0.727
Na (%)	0.432	0.282	0.282	0.282	0.282	0.282	0.282	0.282

<sup>a</sup>Composição por kg da dieta: Vitamina A - 11.000 UI; Vitamina D3 - 4.000 UI; Vitamina E - 55 UI; Vitamina K3 - 3 mg; Vitamina B1 - 2,3 mg; Vitamina B2 - 7 mg; Vitamina B6 - 4 mg; Vitamina B12 - 25 ug; Biotina - 0,250mg; Ácido Fólico - 2 mg; Niacina - 60 mg; Ácido Pantotênico - 12 mg e Selênio - 0,3 mg.

<sup>b</sup>Composição por kg da dieta: Manganês - 130 mg; Ferro - 100 mg; Zinco - 130 mg; Cobre - 20 mg; Iodo - 2 mg.

<sup>c</sup>Fitase (RonozymeHiphos) atividade = 10.000 FYU/g (Novozymes A/S, Bagsvaerd, Denamarca).

<sup>d</sup>Vitamina D (Hy-D) 69 µg/kg (DSM Nutritional Products)

Tabela 3. Composição percentual de ingredientes e níveis nutricionais das dietas de crescimento de 22 a 35 dias.

Ingredientes (%)	Crescimento (22-35d)							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Milho	51.055	52.609	52.599	52.584	52.569	52.574	52.559	52.544
Farelo de soja	39.393	39.127	39.127	39.127	39.127	39.127	39.127	39.127
Óleo de soja	5.940	5.419	5.419	5.419	5.419	5.419	5.419	5.419
Fosfato bicálcico	1.323	0.572	0.572	0.572	0.572	0.572	0.572	0.572
Calcário	0.973	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955	0.955
NaCl	0.486	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485	0.485
DL-Metionina 99%	0.334	0.332	0.332	0.332	0.332	0.332	0.332	0.332
L-Lisina99%	0.155	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160	0.160
Treonina 98.5%	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116	0.116
Premixvitamínico <sup>a</sup>	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
PremixMineral <sup>b</sup>	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Salinomicina 12%	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
Colina 60%	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Fitase <sup>c</sup>	-	-	0.010	0.025	0.040	0.010	0.025	0.040
Vitamina D <sub>3</sub> <sup>d</sup>	-	-	-	-	-	0.025	0.025	0.025
Composição								
E.M. Kcal/kg	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
PB (%)	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40
Met (%)	0.621	0.620	0.620	0.620	0.620	0.620	0.620	0.620
Met/Cis(%)	0.914	0.914	0.914	0.914	0.914	0.914	0.914	0.914
Lis (%)	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235	1.235
Tre (%)	0.815	0.815	0.815	0.815	0.815	0.815	0.815	0.815
Ca (%)	0.822	0.642	0.642	0.642	0.642	0.642	0.642	0.642
Pd (%)	0.384	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234
Na (%)	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211	0.211

<sup>a</sup>Composição por kg da dieta: Vitamina A - 11.000 UI; Vitamina D3 - 4.000 UI; Vitamina E - 55 UI; Vitamina K3 - 3 mg; Vitamina B1 - 2,3 mg; Vitamina B2 - 7 mg; Vitamina B6 - 4 mg; Vitamina B12 - 25 µg; Biotina - 0,250mg; Ácido Fólico - 2 mg; Niacina - 60 mg; Ácido Pantotênico - 12 mg e Selênio - 0,3 mg.

<sup>b</sup>Composição por kg da dieta: Manganês - 130 mg; Ferro - 100 mg; Zinco - 130 mg; Cobre - 20 mg; Iodo - 2 mg.

<sup>c</sup>Fitase (RonozymeHiphos) atividade = 10.000 FYU/g (Novozymes A/S, Bagsvaerd, Denamarca).

<sup>d</sup>Vitamina D (Hy-D) 69 µg/kg (DSM Nutritional Products)

Tabela 4. Composição percentual de ingredientes e níveis nutricionais das dietas Finais de 36 a 42 dias.

Ingredientes (%)	Final (36-42d)							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Milho	58.007	59.561	59.551	59.536	59.521	59.526	59.511	59.496
Farelo de soja	32.046	31.781	31.781	31.781	31.781	31.781	31.781	31.781
Óleo de soja	5.950	5.429	5.429	5.429	5.429	5.429	5.429	5.429
Fosfato bicálcico	1.019	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268
Calcário	0.797	0.779	0.779	0.779	0.779	0.779	0.779	0.779
NaCl	0.461	0.460	0.460	0.460	0.460	0.460	0.460	0.460
DL-Metionina 99%	0.268	0.266	0.266	0.266	0.266	0.266	0.266	0.266
L-Lisina99%	0.162	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166
Treonina 98.5%	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095
Premixvitamínico <sup>a</sup>	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070
Premixmineral <sup>b</sup>	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Salinomicina 12%	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025
Colina 60%	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
Fitase <sup>c</sup>	-	-	0.010	0.025	0.040	0.010	0.025	0.040
Vitamina D <sub>3</sub> <sup>d</sup>	-	-	-	-	-	0.025	0.025	0.025
Composição	-	-	-	-	-	-	-	-
E.M. Kcal/kg	-	-	-	-	-	-	-	-
PB (%)	3250	3250	3250	3250	3250	3250	3250	3250
Met (%)	19.54	19.54	19.54	19.54	19.54	19.54	19.54	19.54
Met/Cis (%)	0.525	0.524	0.524	0.524	0.524	0.524	0.524	0.524
Lis (%)	0.790	0.790	0.790	0.790	0.790	0.790	0.790	0.790
Tre (%)	1.067	1.067	1.067	1.067	1.067	1.067	1.067	1.067
Ca (%)	0.704	0.704	0.704	0.704	0.704	0.704	0.704	0.704
P disponível (%)	0.661	0.481	0.481	0.481	0.481	0.481	0.481	0.481
Na (%)	0.309	0.159	0.159	0.159	0.159	0.159	0.159	0.159

<sup>a</sup>Composição por kg da dieta: Vitamina A - 11.000 UI; Vitamina D3 - 4.000 UI; Vitamina E - 55 UI; Vitamina K3 - 3 mg; Vitamina B1 - 2,3 mg; Vitamina B2 - 7 mg; Vitamina B6 - 4 mg; Vitamina B12 - 25 ug; Biotina - 0,250mg; Ácido Fólico - 2 mg; Niacina - 60 mg; Ácido Pantotênico - 12 mg e Selênio - 0,3 mg.

<sup>b</sup>Composição por kg da dieta: Manganês - 130 mg; Ferro - 100 mg; Zinco - 130 mg; Cobre - 20 mg; Iodo - 2 mg.

<sup>c</sup>Fitase (RonozymeHiphos) atividade = 10.000 FYU/g (Novozymes A/S, Bagsvaerd, Denamarca).

<sup>d</sup>Vitamina D (Hy-D) 69 µg/kg (DSM Nutritional Products)

**Tabela 5.** Desempenho dos frangos de corte de acordo com os tratamentos para a fase de 1 a 21 dias.

Tratamentos	CR, kg	GP,kg	CA
Controle positivo (CP)	1,384a	1,127a	1,228a
Controle negativo (CN)	1,212b	0,958b	1,265a
CN + 1000 FYT/kg	1,362a	1,110a	1,227a
CN + 2500 FYT/kg	1,375a	1,131a	1,216a
CN + 4000 FYT/kg	1,405a	1,143a	1,231a
CN + 1000 FYT/kg + Vitamina D <sub>3</sub>	1,380a	1,118a	1,235a
CN + 2500 FYT/kg + Vitamina D <sub>3</sub>	1,398a	1,138a	1,229a
CN + 4000 FYT/kg + Vitamina D <sub>3</sub>	1,410a	1,143a	1,234a
CV,%	5,46	5,79	3,36

<sup>1</sup>Médias com letras diferentes na coluna são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey (P<0,05).

**Tabela 6.** Desempenho dos frangos de corte de acordo com os tratamentos para a fase de 1 a 42 dias.

Tratamentos	CR, kg	GP,kg	CA
Controle positivo (CP)	5,167a	3,465a	1,492a
Controle negativo (CN)	4,710b	3,170b	1,486a
CN + 1000 FYT/kg	5,058a	3,380a	1,497a
CN + 2500 FYT/kg	5,129a	3,422a	1,499a
CN + 4000 FYT/kg	5,189a	3,476a	1,494a

CN + 1000 FYT/kg + Vitamina D <sub>3</sub>	5,105a	3,392a	1,505a
CN + 2500 FYT/kg + Vitamina D <sub>3</sub>	5,185a	3,459a	1,500a
CN + 4000 FYT/kg + Vitamina D <sub>3</sub>	5,160a	3,478a	1,484a
CV,%	3,92	3,67	2,47

<sup>1</sup>Médias com letras diferentes na coluna são estatisticamente diferentes pelo teste Tukey (P<0,05).

**Tabela 7.** Características de qualidade óssea de 1 a 21 dias.

Tratamentos	Cinzas (%)	Ca (%)	P (%)	Índice de Seedor (g/cm)	Resistência Máxima (kg)
Controle positivo (CP)	47,11a	17,22	7,94	0,80ab	22,46a
Controle negativo (CN)	42,90b	16,59	7,50	0,69c	11,00b
CN + 1000 FYT/kg	45,75ab	17,31	8,01	0,76b	20,33a
CN + 2500 FYT/kg	47,36a	17,28	8,00	0,75b	21,25a
CN + 4000 FYT/kg	46,99a	16,92	8,10	0,84a	22,81a
CN + 1000 FYT/kg + Vitamina D <sub>3</sub>	44,86ab	17,46	7,98	0,79ab	19,18a
CN + 2500 FYT/kg + Vitamina D <sub>3</sub>	46,55a	17,74	8,07	0,81ab	19,85a
CN + 4000 FYT/kg + Vitamina D <sub>3</sub>	46,22a	17,41	8,02	0,80ab	23,12a
CV,%	4,59	7,48	6,14	4,87	10,75

<sup>1</sup>Médias com letras diferentes na coluna são estatisticamente diferentes pelo teste SNK (P<0,05).

**Tabela 8.** Características de qualidade óssea de 1 a 42 dias.

Tratamentos	Cinzas (%)	Ca (%)	P (%)	Índice de Seedor (g/cm)	Resistência Máxima (kg)
Controle positivo (CP)	37,31b	14,11ab	7,22a	1,63a	27,45a

Controle negativo (CN)	33,53c	12,46b	6,43b	1,45b	17,20b
CN + 1000 FYT/kg	37,60b	14,00ab	7,40a	1,56a	27,51a
CN + 2500 FYT/kg	39,72ab	14,10ab	7,47a	1,65a	29,90a
CN + 4000 FYT/kg	38,91ab	14,27ab	7,11a	1,69a	30,81a
CN + 1000 FYT/kg + Vitamina D <sub>3</sub>	38,51ab	13,49ab	7,20a	1,67a	28,33a
CN + 2500 FYT/kg + Vitamina D <sub>3</sub>	39,82ab	14,06ab	7,26a	1,68a	31,09a
CN + 4000 FYT/kg + Vitamina D <sub>3</sub>	41,08a	15,31a	7,55a	1,63a	31,58a
CV,%	4,16	7,32	5,00	4,57	10,38

<sup>1</sup>Médias com letras diferentes na coluna são estatisticamente diferentes pelo teste SNK (P<0,05).

**Tabela 9.** Rendimento de carcaça e cortes de acordo com os tratamentos aos 42 dias de idade das aves.

Tratamentos	RC%	RP %	RCO %	RSC %	RASA %
Controle positivo (CP)	70,9	40,6	13,8	17,7	11,1
Controle negativo (CN)	69,7	40,7	14,1	17,1	11,2
CN + 1000 FYT/kg	70,9	39,9	14,2	17,7	11,0
CN + 2500 FYT/kg	71,3	40,9	14,0	17,4	11,0
CN + 4000 FYT/kg	70,8	41,3	13,8	17,5	10,8
CN + 1000 FYT/kg + Vitamina D <sub>3</sub>	71,3	40,5	14,1	17,6	11,3
CN + 2500 FYT/kg + Vitamina D <sub>3</sub>	71,2	40,4	14,0	17,7	10,7
CN + 4000 FYT/kg + Vitamina D <sub>3</sub>	71,3	41,2	13,9	17,0	11,1
CV%	2,85	2,97	3,28	4,93	5,29

<sup>1</sup>Diferenças entre as médias na coluna não significativa pelo teste de Tukey (P>0,05).

