

# Redução da exigência de fósforo disponível em dietas com adição de fitase para frangos de corte machos de oito aos 21 dias de idade

John Armando Parra-Martín\*, D.Sc.<sub>1</sub>, Luiz Fernando Teixeira Albino, D.Sc.<sub>1</sub>, Horacio Santiago Rostagno, Ph.D.<sub>1</sub>, Melissa Izabel Hannas, D.Sc.<sub>1</sub>, Elcer Zamora-Jeréz, D.Sc. (c)<sub>1</sub>

<sub>1</sub> Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil

Recibido: 13 de febrero del 2015 Aprobado: 22 de mayo del 2015

\*Autor de correspondencia: John Armando Parra-Martín. Facultad de Veterinaria y Zootecnia, Universidad Cooperativa de Colombia, Bucaramanga, Colombia. Calle 30A n.º 33-51. Teléfono: (57) 7 6458500. Ext. 7095. Correo electrónico: [john.parram@ucc.edu.co](mailto:john.parram@ucc.edu.co)

Cómo citar este artículo: Parra-Martín JA, Teixeira Albino LF, Rostagno HS, Hannas MI, Zamora-Jeréz E. Redução da exigência de fósforo disponível em dietas com adição de fitase para frangos de corte machos de oito aos 21 dias de idade. *Spei Domus*. 2015;11(22):9-16. doi: <http://dx.doi.org/10.16925/sp.v11i22.1152>

**Resumo. Introdução:** na formulação de rações para frangos de corte (FC), usam-se fontes inorgânicas de fósforo (P). O P fítico (que provém dos vegetais das rações) e os excessos de P inorgânico adicionados são eliminados nas fezes e causam problemas ao ambiente. Objetivou-se avaliar a redução da exigência de fósforo disponível (Pd) FC machos submetidos a três níveis de Pd com fitase (500FTU kg<sup>-1</sup> de ração) no período dos oito aos 21 dias de idade sobre desempenho e parâmetros ósseos. **Materiais e método:** usaram-se 480 FC Cobb\*, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. Os níveis de Pd foram 0,391% (nível da exigência de FC machos de desempenho médio) e mais dois níveis: -10% e +10%. A relação do cálcio com o Pd foi de 2,13:1 (Ca:Pd). Tiveram-se oito repetições e 20 aves por boxe e foi ministrada uma dieta isonutriente. Avaliaram-se peso final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e, nas tíbias, os teores de cinzas, P e Ca. Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA; quando houve diferença significativa (P<0,05), as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de SNK. **Resultados:** o consumo de ração diminuiu (P=0,0265) no nível 110%. Quanto à mineralização óssea, o nível de 90% resultou em menor teor de cinzas (%), de cálcio (% e g) e de P (% e g) (P<0,05). **Conclusão:** é possível diminuir a exigência de Pd em FC machos quando for avaliado seu desempenho. É possível que dietas que contenham 10% a menos da exigência de Pd para FC machos atendam às necessidades de mineralização óssea do animal.

**Palavras-chave:** cálcio, desempenho, enzima, fitato, fosfato bicálcico, mineralização óssea.



## Reducción de la exigencia de fósforo disponible en dietas con adición de fitasa para pollos de engorde machos de 8 a 21 días de edad

**Resumen.** *Introducción:* en la formulación de concentrados para pollos de engorde (FE), se usan fuentes inorgánicas de fósforo (P). El P fítico (que proviene de los vegetales de los concentrados) y los excesos de P inorgánico agregados se eliminan en las heces y causan problemas al ambiente. Su objetivo fue evaluar la reducción de la exigencia de fósforo disponible (Pd) en FE machos sometidos a tres niveles de Pd con fitasa (500FTU kg<sup>-1</sup> de concentrado) entre los 8 y 21 días de edad sobre el desempeño y los parámetros óseos. *Material y método:* se usaron 480 FC Cobb<sup>®</sup>, distribuidos en delineamiento enteramente casualizado. Los niveles de Pd fueron 0,391 % (nivel de exigencia de FE machos de desempeño mediano) y más dos niveles: -10 % e +10 %. La relación del calcio con el Pd fue de 2,13:1 (Ca:Pd). Se hicieron ocho repeticiones y 20 aves por box y se suministró una dieta isonutriente. Se evaluaron peso final, aumento de peso, consumo de concentrado, conversión alimentaria y, en las tibias, los contenidos de cenizas, P y Ca. Los datos recolectados se sometieron a ANOVA; cuando hubo diferencia significativa (P<0,05), los promedios de los tratamientos fueron contrastados por el Test de SNK. *Resultados:* el consumo de concentrado disminuyó (P=0,0265) en el nivel del 110 %. En cuanto a la mineralización ósea, el nivel del 90 % resultó en menor contenido de ceniza (%), de calcio (% e g) y de P (% e g; P<0,05). *Conclusión:* es posible disminuir la exigencia de Pd en FE machos cuando sea evaluado su desempeño. Asimismo, dietas que contengan el 10 % menos de la exigencia de Pd para FE machos atienden a las necesidades de mineralización ósea del animal.

**Palabras clave:** calcio, desempeño, enzima, fitato, fosfato bicálcico, mineralización ósea.

## Reducing the demand for available phosphorus in diets with added phytase for 8-to-21-day-old male broilers

**Abstract.** *Introduction:* in formulating concentrates for broilers (FE), inorganic sources of phosphorus (P) are used. Phytic P (derived from vegetables in concentrates) and excess added inorganic P are eliminated in the stool and cause problems to the environment. The aim of this study was to evaluate the reduction of the demand for available phosphorus (Pd) in 8-to-21-day-old male FE subject to three levels of Pd with phytase (500FTU kg<sup>-1</sup> of concentrate) on performance and bone parameters. *Materials and methods:* 480 Cobb<sup>®</sup> FE were used and distributed according to a completely randomized design. Pd levels were 0.391 % (level of demand for male FE with medium performance) plus two levels: -10 % and +10 %. The ratio between calcium and Pd was 2.13:1 (Ca:Pd). 8 replications of 20 birds per box were performed and an iso-nutrient diet was provided. Final weight, weight gain, concentrate intake, feed conversion, and ash, P and Ca contents in tibias were evaluated. Collected data were submitted to ANOVA; where there was a significant difference (P<0.05), the treatment averages were compared by the SNK test. *Results:* concentrate intake decreased (P=0.0265) at the level of 110 %. As for bone mineralization, the 90 % level resulted in lower ash (%), calcium (% e g) and P (% e g; P<0.05) contents. *Conclusion:* it is possible to decrease the demand for Pd in male FE when their performance has been evaluated. Also, diets containing 10% less than the demand for Pd in male FE meet the needs for animal bone mineralization.

**Keywords:** calcium, performance, enzyme, phytate, dicalcium phosphate, bone mineralization.



## Introdução

No mundo, um terço das carnes consumidas por humanos é de frango [2]. Em 2012, foram produzidas mais de 90 milhões de toneladas desta carne [3].

Na formulação de rações para frangos de corte (FC), é usado o fósforo (P) que é adicionado na ração animal, geralmente na forma de fosfato bicálcico (Fb). No animal, o P é fundamental na manutenção, no desenvolvimento e no reparo de tecidos; junto com o cálcio (Ca), participa na mineralização óssea onde se pode encontrar aproximadamente até 80 % do P no organismo. O restante fica em compostos orgânicos com função metabólica (ATP, DNA, RNA, fosfolípidios das membranas celulares, entre outros), transporte de gorduras e síntese de aminoácidos e proteínas [4]. O Fb fornece P na forma inorgânica (Pi), 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 [5].

Tanto o fósforo fítico quanto o excesso de Pi adicionado são eliminados nas fezes e causam sérios problemas ao ambiente [6], que provocam diminuição da quantidade de oxigênio (O<sub>2</sub>) nas águas dos rios e lagos (eutrofização) e o acúmulo de metais pesados no solo [7], além da lixiviação destes para o lençol freático e da contaminação do solo [8]. Além dessa problemática, as reservas do mineral estão se esgotando [9], o que encarece os custos de produção e obriga o uso de fontes alternativas do mineral. As fitases (*c.45.1.4: myo-inositol hexafosfato fosfohidrolase* [10]) hidrolisam o fósforo fítico e promovem maior aproveitamento do P da ração, o que leva à diminuição na quantidade de inclusão de fosfato bicálcico na dieta.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a redução da exigência de Pd de frangos de corte alimentados com três níveis de fósforo disponível com adição de fitase (500FTU kg<sup>-1</sup> de ração) no período dos oito aos 21 dias de idade no desempenho e em parâmetros ósseos.

## Material e método

O presente estudo esteve de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, estabelecidos pelo Colégio Brasileiro de Experimentação

Animal e com a legislação vigente, e foi aprovado pelo Comitê de Ética para Uso de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (Protocolo 021-2012).

O ensaio foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (Centro de Ciências Agrárias) da Universidade Federal de Viçosa (Minas Gerais, Brasil), no período compreendido entre maio e julho de 2012, na cidade de Viçosa, na Zona da Mata de Minas Gerais, a 20°45'S de latitude e 42°51'WG de longitude, altitude média de 692,73m, clima CWA [11], com temperatura média anual de 294,05°K e precipitação pluviométrica 1203mm<sup>3</sup> por ano. O período experimental foi de 14 dias: do dia oito ao dia 21. Foram utilizados 480 pintos de corte Cobb<sup>®</sup> [12] machos de oito dias de idade e com peso médio de 180g, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. A ração experimental (tabela 1) foi isoenergética e isoproteica, à base de milho e farelo de soja, e formulada para atender às necessidades nutricionais de frangos de corte machos de desempenho médio conforme níveis recomendados, sempre mantendo a relação Ca:Pd em 2,13:1 e assumindo a disponibilidade de P dos ingredientes vegetais a partir de valores existentes; o nível de referência de Pd foi assumido como 100 % e foram formuladas mais duas dietas com níveis: -10 % e +10 %, isto é, 90 %, 100 % e 110 % [1]. Os níveis foram suplementados com fosfato bicálcico e adição de fitase (500FTU kg<sup>-1</sup> de ração), e considerou-se o aporte da matriz da enzima (tabela 2). A enzima utilizada foi uma 6-fitase de origem bacteriana (*Escherichia coli*) expressa na levedura *Pichi pastoris* [13, 14]. As aves receberam ração e água à vontade.

As aves foram alojadas em 24 boxes (2,25m<sup>2</sup> cada) com piso de cimento e maravalha em galpão de alvenaria, com dimensões 4,5m x 19,4m x 2,8m de pé direito, situado no sentido Leste-Oeste, com lanternim, laterais com muretas de 0,5m de altura e o restante fechado com tela de ½" e cortinas com abertura de cima para baixo.

Durante todo o período experimental, adotou-se o programa de luz de 24 horas de luz (natural mais artificial) e utilizaram-se lâmpadas de 60W e lâmpadas infravermelho de 250W para aquecimento. A temperatura diária foi mensurada (às 08h e às 16h) no interior dos galpões com termômetros de máxima e mínima.

Tabela 1. Ração experimental para a fase inicial (oito a 21 dias)

Ingredientes	90 %	100 %	110 %
Milho 7,88 %	59,892	59,892	59,892
Farelo de soja 45 %	35,094	35,094	35,094
Óleo de soja	1,325	1,325	1,325
Areia	0,800	0,505	0,210
Calcário calcítico	0,956	1,040	1,123
Fosfato bicálcico	0,588	0,799	1,011
Sal comum	0,405	0,405	0,405
DL-Metionina 99 %	0,247	0,247	0,247
L-Lisina/HCl 78,4 %	0,182	0,182	0,182
L-Treonina 98,5 %	0,021	0,021	0,021
Suplemento mineral <sup>1</sup>	0,110	0,110	0,110
Suplemento vitamínico <sup>2</sup>	0,110	0,110	0,110
Cloreto de colina 60 %	0,100	0,100	0,100
Salinomicina 12 %	0,055	0,055	0,055
Avilamicina 10 % <sup>4</sup>	0,010	0,010	0,010
BHT	0,010	0,010	0,010
Amido	0,080	0,080	0,080
Fitase	0,010	0,010	0,010
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Níveis calculados e analisados de cálcio e fósforo total</b>			
Energia metabolizável, Mcal/kg	3,000	3,000	3,000
Proteína bruta, %	21,275	21,275	21,275
<i>Cálcio, %</i>	<i>0,750</i>	<i>0,833</i>	<i>0,916</i>
<i>Cálcio analisado, %</i>	<i>0,603</i>	<i>0,683</i>	<i>0,764</i>
<i>Fósforo total calculado, %</i>	<i>0,455</i>	<i>0,494</i>	<i>0,533</i>
<i>Fósforo total analisado, %</i>	<i>0,474</i>	<i>0,512</i>	<i>0,551</i>
<i>Fósforo disponível, %</i>	<i>0,352</i>	<i>0,391</i>	<i>0,430</i>
Lisina digestível, %	1,174	1,174	1,174
Lisina total, %	1,276	1,276	1,276
Metionina + Cistina digestível, %	0,846	0,846	0,846
Metionina + Cistina total, %	0,925	0,925	0,925
Arginina digestível, %	1,361	1,361	1,361
Treonina digestível, %	0,763	0,763	0,763
Treonina total, %	0,867	0,867	0,867
Triptofano digestível, %	0,251	0,251	0,251
Triptofano total, %	0,274	0,274	0,274
Valina digestível, %	0,904	0,904	0,904
Valina total, %	1,012	1,012	1,012

<sup>1</sup> Suplemento mineral aves — Composição por kg de ração: cobre, 1,1g; ferro, 5,5g; iodo 0,11g.; manganês, 7,7g; selênio, 33mg; zinco, 7,15g.; veículo.

<sup>2</sup> Suplemento vitamínico — Composição por kg de ração: vit. A, 825000UI; vit. D3, 209000UI; vit. E 3080UI; vit. B1, 0,22g; vit B2, 0,55mg; vit. B6, 0,308g; B12, 1,32mg; vit. K3, 0.165g; ác. Pantotênico, 1,1g; ácido nicotínico 3,3g; ácido fólico, 77mg; biotina, 7,7mg; antioxidante não reportado; veículo.

Tabela 2. Nutrientes contidos na matriz da fitase usada\*

Nutrientes da matriz	Contribuição na dieta
Fósforo disponível %	0,130
Cálcio %	0,143
Energia metabolizável, kcal kg <sup>-1</sup>	45,000
Proteína bruta %	0,365
Lisina digestível %	0,015
Treonina digestível %	0,029
Triptofano digestível %	0,017
AAS- Cisteína digestível %	0,033
Valina digestível %	0,015

\* Dados fornecidos pelo fabricante [13, 14].

Fonte: elaboração própria

A mortalidade foi registrada para correção dos dados de desempenho. As aves e as rações foram pesadas no início (aos oito dias) e aos 21 dias de idade para determinação de ganho de peso, do consumo de ração e para o cálculo da conversão alimentar. Aos 21 dias de idade, cinco aves na média de peso de cada repetição ( $\pm 10\%$ ), o que totaliza 40 aves por tratamento, foram abatidas pelo procedimento de eletronarose e sangria.

As tíbias foram totalmente descarnadas e separadas da cartilagem e da fíbula. Foi feita pré-secagem em estufa de secagem com circulação por convecção natural (338,15°K por 72 horas). Em seguida, os ossos foram desengordurados com éter, triturados em moinho de bola e homogeneizados. A secagem definitiva foi feita em estufa de secagem com convecção forçada (378,15°K por 16 horas). A quantificação das cinzas ósseas consistiu da incineração das tíbias

por quatro horas a 873,15°K para determinação do percentual do resíduo expresso na matéria seca desengordurada. A solução mineral para a determinação de fósforo e cálcio foi obtida das cinzas por via seca; a determinação do fósforo foi realizada pelo método de fotometria; o cálcio foi determinado por absorção atômica com chama; as análises foram feitas de acordo com a metodologia proposta [15, 16]. As cinzas o cálcio e fósforo foram expressos como proporção e quantidade total (% e g).

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com três níveis de Pd, oito repetições e 20 aves por unidade experimental. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância; quando houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ), as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls. As análises estatísticas dos parâmetros analisados foram realizadas utilizando-se o programa SAEG [17] e ASSISTAT [18].

O modelo de análise de variância foi:  $Y_{ijl} = \mu + D_j + E_{ijl}$ , em que:

$Y_{ijl}$  = observação do período  $i$ , da dieta  $j$  e a repetição  $l$ ;

$\mu$  = efeito médio geral;

$D_j$  = efeito da dieta  $j$ , sendo  $j$  = níveis de fósforo disponível;

$E_{ijl}$  = efeito do erro aleatório atribuído à observação na dieta  $j$ , na repetição  $l$ , no período  $i$ .

## Resultados e discussão

Os resultados de peso final, de ganho de peso, de consumo de ração e de conversão alimentar obtidos com

Tabela 3. Médias de desempenho para frangos de corte machos de oito a 21 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível\*

Tratamento	Níveis Ca:Pd	Peso inicial (kg)	Peso final (kg)	Ganho de peso (kg)	Consumo ração (kg)	Conversão alimentar
90%	0,750:0,352	0,180	0,796	0,615	0,951 <sup>a</sup>	1,546
100%	0,833:0,391	0,180	0,785	0,605	0,955 <sup>a</sup>	1,578
110%	0,916:0,430	0,181	0,778	0,597	0,917 <sup>b</sup>	1,539
Média	-	-	0,786	0,606	0,941	1,554
cv (%)	-	-	3,730	4,740	2,960	2,630

\* Nível de 5% de probabilidade.

Nota: médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade.

Fonte: elaboração própria

frangos de corte machos Cobb<sup>®</sup> no período dos oito aos 21 dias de idade estão apresentados na tabela 3.

Não houve diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre níveis de Pd para as variáveis peso final, ganho de peso nem conversão alimentar. Para a variável consumo de ração, houve diferenças ( $P = 0,0265$ ) entre o nível 110 % e os demais.

Nesse período, observou-se que o uso de níveis de Pd de 90 % resultou em valores semelhantes aos dos níveis 100 % quando analisada a variável consumo de ração; os níveis 110 %, por sua vez, reportaram decréscimo nos resultados; isso pode ser explicado porque provavelmente haja uma maior quantidade de Ca e de P no lúmen intestinal, o que pode estar diminuindo a taxa de passagem dos nutrientes [19] por formação de fitina, sal de ácido fítico com o  $Ca^{2+}$  [20], composto insolúvel em pH neutro [21]. Quanto ao desempenho, para o nível 90 %, estão sendo verificados valores iguais aos reportados pelos do nível 100 %. Esses dados concordam com achados prévios de desempenho zootécnico [22], os quais usaram aves que consumiram ração com Pd reduzido (0,35 %) e adição de fitase, e os resultados foram semelhantes aos obtidos com alimentação controle (Pd 0,45 %).

Para a variável ganho de peso, os dados foram iguais, o que pode ser explicado pela digestibilidade ileal da proteína bruta, do cálcio e do fósforo, que, quando usada fitase, aumenta a quantidade de nutrientes [23], o que justificaria também o peso final das aves.

As médias de teor de cinzas, de cálcio e de fósforo na tibia de frangos de corte machos de oito a 21

dias de idade, de acordo com diferentes níveis de Pd e de cálcio na ração estão apresentadas na tabela 4.

Não houve diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de Pd para a variável peso da tibia nem quantidade de cinzas, foi numericamente maior no nível 100 % quando comparado com os níveis 90 % e 110 %. Para as demais variáveis, verificou-se que, à medida que os níveis de Pd aumentavam os resultados, tinham um comportamento linear; portanto, houve diferenças significativas para as variáveis percentual de cinzas ( $P < 0,001$ ), percentual de Ca ( $P = 0,0012$ ), quantidade de Ca ( $P = 0,0078$ ), percentual de P ( $P < 0,001$ ) e quantidade de P ( $P = 0,00042$ ); os menores valores foram encontrados no nível 90 % quando comparado com os outros dois níveis.

Um estudo [19] revelou que houve uma redução na concentração de Ca e de P nas tibias das aves alimentadas com dieta que continha baixo nível de P (0,24 %) em relação aos valores obtidos com a dieta controle (0,354 % de P) na fase de crescimento. Ao diminuir o conteúdo de P da dieta, reduz-se significativamente o conteúdo de cinzas no osso da tibia [24]. Essas mudanças são aparentemente o resultado de um mecanismo de *feedback* homeostático que causa um incremento na formação de 1,25-dihidroxicolecalciferol (calcitriol) nas células tubulares do rim. O calcitriol aumenta a absorção de Ca e P do intestino delgado, eleva os níveis séricos de Ca [25] e, assim, suprime a secreção do hormônio paratireoide (PTH) [26]. A partir dos resultados obtidos, verifica-se que o nível de 90 % (0,352 %) foi o suficiente para garantir o mesmo desempenho do que o nível 100 %, porém não foi suficiente para

**Tabela 4.** Médias dos parâmetros ósseos para frangos de corte machos de oito a 21 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível\*

Tratamento	Níveis Ca:Pd	Peso tibia	Cinzas		Cálcio		Fósforo	
		(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
90 %	0,750:0,352	1,905	45,705 <sup>c</sup>	0,871	13,591 <sup>b</sup>	0,257 <sup>b</sup>	9,002 <sup>b</sup>	0,171 <sup>b</sup>
100 %	0,833:0,391	1,942	46,949 <sup>b</sup>	0,913	17,170 <sup>a</sup>	0,335 <sup>a</sup>	10,813 <sup>a</sup>	0,210 <sup>a</sup>
110 %	0,916:0,430	1,899	47,678 <sup>a</sup>	0,906	16,698 <sup>a</sup>	0,317 <sup>a</sup>	11,485 <sup>a</sup>	0,218 <sup>a</sup>
Média	-	1,916	46,778	0,897	15,820	0,303	10,433	0,200
cv (%)	-	9,410	1,410	10,060	11,330	15,250	6,880	10,080

\* Nível de 5 % de probabilidade.

Nota: médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste SNK a 5 % de probabilidade.

Fonte: elaboração própria

maximizar a deposição óssea, uma vez que o nível 100 % apresentou maiores resultados.

Já tinha sido verificado [27] que os parâmetros ósseos são mais sensíveis para avaliar as fontes e níveis de P para aves, e que a exigência mínima para ótimo desempenho é inferior à requerida para máxima mineralização do tecido ósseo; assim, esses níveis de Pd abaixo da exigência podem reduzir a deposição de matéria mineral no referido tecido, o que pode influenciar negativamente a integridade e a resistência óssea [28].

## Conclusões

É possível diminuir a exigência de Pd em FC machos de desempenho médio quando avaliados parâmetros zootécnicos.

É possível que dietas que contenham 10 % a menos da exigência de Pd para FC machos atendam às necessidades de mineralização óssea do animal. Neste estudo, não foi verificada resistência óssea.

Recomenda-se o uso da exigência de Pd de 100 % (0,391 %) quando adicionada fitase ao nível de 500FTU kg<sup>-1</sup> de ração como estratégia para diminuir a quantidade de Pi adicionado às dietas.

## Agradecimentos

Agradecemos à ABVista por fornecer a enzima. O primeiro autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) a bolsa para estudos de doutorado.

## Referências

- [1] Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL, Gomes PC, Oliveira RF, Lopes DC, Ferreira AS, Barreto SLT, Euclides RF. Tabelas brasileiras para aves e suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 3ª ed. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia; 2011.
- [2] Bradesco. Carne avícola. Depec — Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos; 2015 [acesso em 9 ago. 2015]. Disponível em: [http://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset\\_carne\\_avicola.pdf](http://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_carne_avicola.pdf)
- [3] Faostat [internet]. Roma (IT): Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division (IT) [2015] — Meat chicken world production [acesso em 9 ago. 2015]. Disponível em: <http://faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor>
- [4] France J, Dias RS, Kebreab E, Vitti DMSS, Crompton LA, Lopes S. Kinetic models for the study of phosphorus metabolism in ruminants and monogastrics. Em: Phosphorus and calcium utilization and requirements in farm animals. Vitti DMSS, Kebreab E, editores. Piracicaba, CABI; 2010. p. 18-44.
- [5] 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 [Dissertação Magister Scientiae]. Universidade Federal de Viçosa; 2014.
- [6] Sartaj M, Fernandes L, Patni NK. Performance of forced, passive, and natural aeration methods for composting manure slurries. *As. J. Food Ag-Ind.* 2009 mar.-abril; 40(2):457-63.
- [7] Kelley TR, Pancorbo OC, Merka WC, Thompson SA, Cabrera ML, Burhart HM. Accumulation of element in fractionated broiler litter during reutilization. *J Appl Poultry Res*, Athens 1998; 7(1):27-34.
- [8] Conte AJ. Valor nutritivo do farelo de arroz integral em rações para frangos de corte, suplementadas com fitase e xilanase [Doutorado em Zootecnia]. Universidade Federal de Lavras; 2000.
- [9] US Geological Survey. [internet]. (us): U.S. Department of the Interior | US Geological Survey (us) [2015] — Phosphate rock. US Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, janeiro 2015. Disponível em: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2015/mcs2015.pdf>
- [10] IUPAC — International Union Of Biochemistry. Enzyme nomenclature: Recommendations of the Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry. Nova York: Academic Press; 1979.
- [11] Köppen W, Geiger R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm; 1928.
- [12] Cobb-Vantress Inc. Manual de manejo de frangos de corte Cobb. Cobb-Vantress Inc.; Brasil. 2009.
- [14] Formulating with Quantum 5000 — Poultry. 3 Woodstock Court, Blenheim Road, Marlborough Business Park, Marlborough, Wiltshire, SN8 4AN [acesso em 12 out. 2012]. Reino Unido. Disponível em: <http://www.abvista.com/assets/download/130>.
- [15] Silva DJ, Queiroz AC. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3ª ed. Viçosa: UFV; 2002.
- [16] Detmann E, Souza MA, Filho SCV, Queiroz AC, Bercielli TT, Saliba EOS, Cabral LS, Pina DS, Ladeira MM, Azevedo JAG. *Métodos para análise de alimentos*. Visconde de Rio Branco: INCT-Ciência animal; 2012.

- [17] UFV — Universidade Federal de Viçosa. SAEG — Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 8.0. UFV, Viçosa, Brasil [Manual do usuário]; 2007.
- [18] UFCG — Universidade Federal de Campina Grande. The Assisat-Statistical Assistance Software. ASSIS-TAT, UFCG, Campina Grande, Brasil; 2009.
- [19] Lan GQ, Abudullah N, Jalaludin S, Ho YW. Efficacy of supplementation of a phytase-producing bacterial culture on the performance and nutrient use of broiler chickens fed corn-soybean meal diets. *Poultry Sci* 2002;81(10):1522-32.
- [20] McKnight WF. The impact of phytase and high available phosphorus corn on broiler performance and phosphorus excretion. Em: *Proceedings of the Basf Technical Symposium, 1999, Atlanta, GA. BASF Corp., Mount Olive, NJ. Anais Atlanta: BASF; 1999 (Seção 6). p. 57-66.*
- [21] Rebollar PG, Mateos GG. El fósforo en nutrición animal. Necesidades, valoración de materias primas y mejora de la disponibilidad. xv Curso de Especialización Avances en nutrición y alimentación animal; 1999.
- [22] Parmer TG, Carew LB, Alster FA, Scanes CG. Thyroid function, growth hormone, and organ growth in broilers deficient in phosphorus. *Poult Sci.* 1987;66(12):1995-2004.
- [23] Tejedor AA, Albino LFT, Rostagno HS, Vieites FM. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. *RevBras Zootecn* 2001;30(3):802-8.
- [24] DeLuca HF. Parathyroid hormone as a trophic hormone for 1,25-dihydroxyvitamin D<sub>3</sub>, the metabolically active form of vitamin D. *N. Engl. J. Med.* 1972;287(5):250-1.
- [25] Tanaka Y, Deluca HF. The control of 25-hydroxyvitamin D metabolism by inorganic phosphorus. *Arch Biochem Biophys.* 1973;154(2):566-74.
- [26] Schoulten NA, Teixeira AS, Bertechini AG, Freitas RTF, Conte AJ, Silva HO. Efeito dos níveis de cálcio sobre a absorção de minerais em dietas iniciais para frangos de corte suplementadas com fitase. *Ciênc Agrotec* 2002; 26(6):1313-21.
- [27] Gomes PC, Runho RC, D'Agostini P, Rostagno HS, Albino LFT, Lopes PS. Exigência de Fósforo Disponível para Frangos de Corte Machos e Fêmeas de 22 a 42 e de 43 a 53 Dias de Idade. *R Bras Zootecn.* 2004;33(6):1734-46 (Supl. 1).
- [28] Unep. Industry and environment. Cleaner Production Seventh International High-level Seminar Prague 7. jul.-dez.; 2002 [acesso em 13 abril 2015]. Industry and environment. Disponível em: [http://www.uneptie.org/division/media/review/vol-25no3-4/i&E25\\_34.pdf](http://www.uneptie.org/division/media/review/vol-25no3-4/i&E25_34.pdf)