

JOHN ARMANDO PARRA MARTIN

**NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE
CORTE SUPLEMENTADAS OU NÃO COM FITASE**

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

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2013**

JOHN ARMANDO PARRA MARTIN

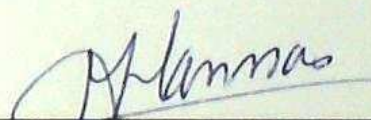
**NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL EM RAÇÕES PARA FRANGOS DE
CORTE SUPLEMENTADAS OU NÃO COM FITASE**

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

APROVADA: 13 de novembro de 2013.



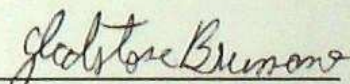
Horacio Santiago Rostagno
(Coorientador)



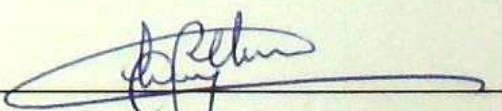
Melissa Izabel Hannas
(Coorientadora)



Marcelo Dias da Silva



Gladstone Brumano



Luiz Fernando Teixeira Albino
(Orientador)

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

T

P259n
2013 Parra Martin, John Armando, 1976-
Níveis de fósforo disponível em rações para frangos de corte
suplementadas ou não com fitase / John Armando Parra Martin. - Viçosa,
MG, 2013.
x, 140f. : il. ; 29 cm.

Texto em português e espanhol

Inclui anexos.

Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Frango de corte - Alimentação e rações. 2. Fósforo na nutrição
animal. 3. Enzimas. 4. Cálcio. 5. Ossos. I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.
II. Título.

CDD 22. ed. 636.5085

*À Violeta Parra González,
à minha mãe,
meu pai e meu irmão,
e também, aos verdadeiros amigos...
Nunca vou esquecer!*

*À Claudia,
À Denisosa,
À Gislene Bremer de Oliveira,
À Gisele Almeida,
À Johanna RD,
Ao Ruano,
À Juliana Ferrari, e à bela Mariana minha primeira sobrinha de
adoção;
A Arley e à Geovana, ao Jorge 'Cascão' Forny, Ao Luiz e seus
bixetes,
À Dalva Alves da Costa e ao Professor José Muanis Bhering
Nasser. Grandes amigos. Inesquecíveis,
Ao Santiago Capalbo,
Ao Jaime Alejandro Martinez Acosta
À Edna e à Catalina,
À Elcer e ao Fernando,
Aos que foram e não foram,*

eterno agradecimento.

... saudade...

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia por fornecer a estrutura física necessária à elaboração deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Luiz Fernando Teixeira Albino pelo tempo dedicado em minha orientação, pelos ensinamentos e por confiar em mim.

Aos professores Horacio Santiago Rostagno e Melissa Izabel Hannas pela orientação.

Aos professores Sandra Gregório, Francisco Donatti, Rita Flavia Miranda de Oliveira e Aloísio Soares Ferreira pelas sugestões atribuídas à tese.

Aos meus pais pela minha educação e incentivo para realização deste programa.

Aos estagiários, mestrandos e doutorandos pela ajuda na condução dos experimentos.

Al estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad del Tolima, Jesús David Sánchez Barrera, incansable trabajador en el experimento.

Aos funcionários do Setor de Avicultura, Adriano, Joselino, Elízio e Pedrinho.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, especialmente para Fernando pela colaboração nas análises realizadas.

Às funcionárias do Departamento de Zootecnia da UFV, Fernanda e Celeste, pela paciência e dedicação.

Aos demais professores, funcionários e colegas do Departamento de Zootecnia da UFV que contribuíram para a realização deste trabalho.

À AB Vista pela enzima.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pelo apoio financeiro no mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, CAPES, pelo auxílio financeiro concedido processo 2010/5723-10-8.

À Universidad Nacional de Colombia, pelo que fui... À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, pelo que eu sou... À UFV pelo que serei...

SUMÁRIO

Pág.

RESUMO -----	vii
ABSTRACT -----	ix
1 INTRODUÇÃO -----	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO -----	3
2.1 AVICULTURA DE CORTE-----	3
2.1.1 AVICULTURA DE CORTE E POLUIÇÃO-----	4
2.1.1.1 POLUIÇÃO DAS ÁGUAS-----	6
2.2 CICLO DO FÓSFORO-----	7
2.3 FÓSFORO E CÁLCIO NO ORGANISMO-----	9
2.3.1 METABOLISMO DO CÁLCIO-----	12
2.3.1.1 ABSORÇÃO INTESTINAL DE CÁLCIO-----	13
2.3.1.2 METABOLISMO RENAL DO CÁLCIO-----	13
2.3.1.3 CÁLCIO ÓSSEO-----	14
2.3.1.4 BALANÇO GERAL DE CÁLCIO-----	14
2.3.2 METABOLISMO DO FÓSFORO-----	14
2.3.2.1 ABSORÇÃO INTESTINAL DO FÓSFORO-----	15
2.3.2.2 METABOLISMO RENAL DO FÓSFORO-----	16
2.3.2.3 FÓSFORO ÓSSEO-----	16
2.3.2.4 BALANÇO GERAL DE FÓSFORO-----	16
2.4 MINERALIZAÇÃO ÓSSEA-----	17
2.5 RELAÇÃO CÁLCIO:FÓSFORO-----	17
2.6 BIOTECNOLOGIA NA AVICULTURA-FITASES-----	19
2.6.1 CARACTERÍSTICA DA FITASE: ORIGEM-----	21
2.6.1 EFICIÊNCIA DA FITASE-----	25
2.7 CÁLCIO - COLECALCIFEROL-----	26
3 BIBLIOGRAFIA -----	29
CAPÍTULO 1 -----	45
NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE	
RESUMO-----	45
INTRODUÇÃO-----	47
MATERIAL E MÉTODO-----	49
RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	57
CONCLUSÕES-----	65
BIBLIOGRAFIA-----	67
CAPÍTULO 2 -----	75
NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE EM RAÇÕES SUPLEMENTADAS COM FITASE	

RESUMO -----	75
INTRODUÇÃO -----	77
MATERIAL E MÉTODO -----	79
RESULTADO E DISCUSSÃO -----	87
CONCLUSÕES -----	95
BIBLIOGRAFIA -----	97

ANEXO A – CERTIFICADO DE PROCESSO PELO COMITÊ DE ÉTICA PARA USO DE ANIMAIS -----	105
---	-----

ANEXO B – ANALISES ESTATÍSTICAS -----	107
---------------------------------------	-----

RESUMO

PARRA MARTIN, John Armando, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2013. **Níveis de fósforo disponível em rações para frangos de corte suplementadas ou não com fitase.** Orientador: Luiz Fernando Teixeira Albino. Coorientadores: Horacio Santiago Rostagno & Melissa Izabel Hannas.

Foram realizados 2 experimentos na Universidade Federal de Viçosa para validar os níveis de fósforo disponível preconizados nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011) suplementado a partir de fosfato bicálcico (experimento 1) e de fosfato bicálcico e fitase ($500\text{FTU}\cdot\text{kg}^{-1}$ de ração) (experimento 2) para frangos de corte machos de desempenho médio no período dos oito aos 21, 33 e 45 dias de idade mantendo-se a relação cálcio:fósforo disponível em 2,13:1. Para cada um dos experimentos foram utilizadas 480 aves da linhagem Cobb®, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com três níveis, oito repetições e 20 aves por unidade experimental. A dieta foi isoenergética e isoprotéica baseada em milho e farelo de soja. Houve três planos alimentícios: inicial (8-21 dias), crescimento (21-33 dias) e finalização (33-45 dias) mantendo níveis abaixo da exigência (90%); valores da exigência (ROSTAGNO et al., 2011) (assumidos como 100%); e acima da exigência (110%). Os percentuais respectivos de Pd por fase foram: inicial: 0,352, 0,391 (100%) e 0,430; crescimento: 0,308, 0,342 (100%) e 0,376; e finalização 0,268, 0,298 (100%) e 0,328. Cada grupo de animais manteve-se no mesmo nível de proporção (90-100-110%) ao longo dos experimentos. Os parâmetros avaliados foram peso final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, e quantificadas as cinzas, o fósforo e o cálcio nas tíbias (aos 22 e 33 dias) ou fêmures (aos 45 dias). Experimento 1: não houve diferenças nos valores de desempenho aos 21 dias nem aos 33 dias. Aos 45 dias houve piora na conversão alimentar conforme os níveis aumentaram ($P<0,05$). Em relação aos parâmetros ósseos, aos 21 dias foram observadas diferenças significativas ($P<0,05$) somente para o fósforo (% e g). Aos 33 dias não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para nenhum dos parâmetros ósseos. Aos 45 dias houve diferenças significativas ($P<0,05$) para peso do fêmur, de cinzas (% e g) e quantidade de Ca e de P. Recomenda-se diminuir os níveis de Pd em 10% até os 33 dias de idade. Experimento 2: em relação ao desempenho dos oito aos 21 dias de idade apenas houve diferenças significativas ($P<0,05$) para a variável consumo sendo menor no nível acima da exigência; os resultados do nível da exigência e o nível acima desta, foram semelhantes ($P>0,05$). Nem aos 33 dias nem aos 45 dias de idade houve diferenças ($P>0,05$). Em relação aos parâmetros ósseos: aos 21

dias os níveis de fósforo disponível abaixo da exigência, reportaram os menores ($P < 0,05$) quando comparados com níveis da exigência para as variáveis: cinzas (%), cálcio (% e g) e fósforo (% e g). Aos 33 dias não houve diferenças significativas ($P > 0,05$). Aos 45 dias de idade os níveis de Pd abaixo da exigência reportaram os menores valores ($P < 0,05$) para peso do fêmur, cinzas (% e g) e fósforo (g). Para cálcio não houve diferenças ($P > 0,05$) sendo que conforme aumentavam os níveis de Pd o percentual de cálcio numericamente diminuía. Recomenda-se avaliar níveis de Pd menos restritos quanto 10% para o período entre os oito e os 21 dias. Dos oito aos 33 dias de idade o nível de Pd abaixo da exigência (-10%) apresentou resultados similares tanto para desempenho quanto para variáveis ósseas.

ABSTRACT

PARRA MARTIN, John Armando, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, november, 2013. **Niveles de fósforo disponible en raciones para pollos de engorde suplementadas o no con fitasa.** Adviser: Luiz Fernando Teixeira Albino. Co-advisers: Horacio Santiago Rostagno & Melissa Izabel Hannas.

Were performed two experiments at the Universidade Federal de Viçosa for assessing levels of available phosphorus (Pd) supplemented from dicalcium phosphate (experiment 1) and dicalcium phosphate and phytase ($500\text{FTU}\cdot\text{kg}^{-1}$) (experiment 2) maintaining the calcium:phosphorus available ratio in 2,13:1. A number of 480 eight-day-old Cobb[®] broilers were distributed into 24 floor pens and reared for 45 days. An isoenergetic and isonitrogenous maize-soja-bean-meal basal diet was formulated according to the Brazilian Tables for Poultry and Swine (ROSTAGNO et al., 2011) recommendations for starter (8-21 d), grower (21-33 d) and finisher (33-45 d) periods. The birds were distributed in a completely randomized sequence with three levels and eight replicates of 20 birds each. Available phosphorus levels were: 90%; 100% (requirement to standard performance broiler according with Rostagno et al. (2011); and 110%. Based on bird performance the estimated available phosphorus levels, were 0,352, 0,391 (100%) and 0,430 percent for the starter; 0,308, 0,342 (100%) and 0,376 percent for growing; and 0,268, 0,298 (100%) and 0,328 percent for finishing phases, respectively. Each group of animals was kept at the same level ratio (90-100-110%) throughout the experiments. The parameters evaluated were final weight, weight gain, feed intake, feed conversion, and quantified ash, phosphorus and calcium in the tibia (at 22 and 33 days) and femurs (45 days). Experiment 1: There were no differences in performance values at 21 days or 33 days. At 45 days there was an increase in feed conversion as Pd levels increased ($P<0,05$). Regarding bone parameters, at 21 days were observed significant differences ($P<0,05$) only for phosphorus (% and g). At 33 days were not detected differences ($P>0,05$) for any of the bone parameters. At 45 days there were significant differences ($P<0,05$) weight of femur ash (% and g) in addition to amount of Ca and P. Consider decreasing the levels of Pd in 10% of 8 to 33 days old. Experiment 2: in relation to the performance of eight to 21 days-old were only significant differences ($P<0,05$) for food intake being less variable in the 110% level; the levels 90% and 100% were similar ($P>0,05$). At 33 days-old or at 45 days-old was no difference ($P>0,05$). Regarding bone parameters: at 21 days-old available phosphorus levels below the

requirement (90%), reported lower values ($P < 0,05$) when compared with levels of 100% for the variables: ash (%), calcium (% and g) and phosphorus (% and g). At 33 days-old there was no significant difference ($P > 0,05$). At 45 days-old the levels of Pd under the requirement (90%) reported lower values ($P < 0,05$) for femur weight, ash (% and g) and phosphorus (g). For calcium there was no differences ($P > 0,05$) being that as Pd levels increased the percentage of calcium decreased numerically. It is recommended to assess levels of Pd less restricted to 10% for the period from eight to 21 days-old. From eight to 33 days-old the level of Pd under the requirement (90%) showed similar results for both performance and bone variables.

1 INTRODUÇÃO

Os fatos relacionados com a produção agropecuária vêm sendo monitorados a cada dia mais. A preocupação pelo ambiente é motivo de intensas discussões em foros internacionais acarretando novos parâmetros de política multilateral e ações de organizações de ativistas preocupadas com o planeta.

O crescimento da população nas taxas atuais cria o problema da segurança alimentar que também leva implícita à discussão pelo território (que não será objeto desta tese); os fatos preocupam e criam um paradoxo: aumentar a produção sem que necessariamente sejam aumentadas as áreas de produção: As áreas de ocupação humana vêm sendo objeto de alta pressão pelo aumento da população como informado pela *United Nations* (2013), onde se estima a população mundial acima dos sete bilhões.

Por outra parte, a produção de proteína de boa qualidade e que seja acessível, é outro dos desafios que enfrenta a ciência e a indústria agropecuária. Neste intuito, linhas de pesquisa visam à evolução de parâmetros de produção e o melhoramento de espécies para obter maior ganho de massa por unidade de área de forma sustentável¹. Uma das fontes mais acessíveis de proteína animal de boa qualidade é a carne de frango (*Gallus gallus*). Hoje é uma das espécies mais usadas na produção de carne para consumo humano, mas também, uma produção que gera uma considerável quantidade de resíduos e dejetos que potencialmente poluem fontes hídricas ou até mesmo zonas potencialmente de serem cultivadas e até suscetíveis de serem habitáveis.

As rações fornecidas nos sistemas de produção animal contemporâneos são objeto de constantes pesquisas visando o aprimoramento das mesmas já que, como dito, o melhoramento da produtividade é um alvo fundamental e tem de vir da mão de mudanças estruturais na forma de ver o sistema produtivo: uma visão holística do sistema de produção permite enxergar que o mesmo não têm fronteiras e as práticas relacionadas afetam o entorno.

A nutrição animal é uma das linhas mais dinâmicas. O seu sentido prático de melhorar a produtividade e os efeitos concomitantes e de interações cobram a importância desta linha estando intimamente relacionada com o ambiente pelos dejetos produzidos.

¹ O conceito de produção limpa foi criado pela Ilma. Sra. Jacqueline Aloisi de Larderel no encontro da *United Nations Environmental Programme* (UNEP) e *United Nations Industrial Development Organization* (UNIDO) (The Rio ..., 1992) e refere-se à produção agropecuária sustentável e ecologicamente eficiente.

Um dos ingredientes usados na formulação de rações para fornecimento de fósforo (P) é o fosfato bicálcico. O P é adicionado de forma inorgânica (Pi) como parte das dietas por ser essencial no animal, mas havendo uma agregação de quantidades consideráveis deste mineral ao médio através dos dejetos. Por outra parte, as reservas mundiais de fosfatos vêm sendo esgotadas, onerando o produto. Isso tudo pressupõe contradição em relação à produção de proteína animal acessível.

De outro lado, as rações usam entre seus ingredientes compostos vegetais (e.x., milho e soja). Estes compostos possuem moléculas contendo P. Estas moléculas estão indisponíveis para animais monogástricos devido a estarem complexadas na forma de fitina (composto anti-nutricional), podendo ser hidrolisadas através das fitases, enzimas que ocorrem amplamente na natureza e necessárias para liberar o fósforo inorgânico (Pi) (SELLE; RAVINDRAN, 2007). As fitasas (*c.45.1.4: myo-inositol hexafosfato fosfohidrolase* (IUPAC-IUB, (1976)) hidrolisam o complexo e promovem maior aproveitamento do P contido nas células vegetais da ração acarretando diminuição na quantidade de inclusão de fosfato bicálcico na dieta.

O melhoramento de parâmetros de desempenho, as novas linhas genéticas e o melhoramento das existentes, tem como obrigação o constante trabalho de validar os valores estabelecidos para atualizar as necessidades nutricionais dos animais. A tecnologia disponível também deve ser verificada no intuito de corroborar se os efeitos obtidos anteriormente correspondem aos mesmos efeitos hoje dados esses avanços genéticos.

O presente estudo visou validar os níveis de fósforo disponível para frangos de corte de desempenho médio preconizados nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011) através do desempenho e dos parâmetros ósseos dos animais sob estudo quando usado fosfato bicálcico, assim como também foi avaliada a matriz de uma fitase comercial quando adicionada na formulação de uma dieta.

Esta tese foi redigida seguindo o Manual de normalização de trabalhos acadêmicos da Universidade Federal de Viçosa (PINTO et al., 2011) e as Normas de redação de teses e dissertações (2008), aprovadas em 01 de dezembro de 2000 e revisadas em 16 de junho de 2008, pelo Conselho Técnico de Pós-Graduação da Universidade Federal de Viçosa.

2 REFERENCIAL TEORICO

2.1 Avicultura de corte

Existem referências indicando que a domesticação das aves ocorreu na China pelo ano 1400 a.c. sendo que neste processo artificial de seleção têm-se gerado pelo homem ao redor de 200 variedades diferentes de aves (CUPUL, 2005). Essa diversidade e o interesse zootécnico massificaram sua produção sendo hoje em dia uma espécie que contribuí à segurança alimentar.

O crescimento da população se traduz no aumento da demanda de alimentos sendo a produção de proteína animal muito valorizada e uma responsabilidade do setor. Assim, estima-se uma produção de 104,6 milhões de toneladas de carne de frango para 2013 (FAO-UN, 2013) representando um acréscimo de 1,8%. O consumo *per capita* de carne de frango em 2012 foi de 43 kg prevendo acréscimo de 0,1 kg para 2013; neste sentido a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO-UN) (2013) estima aumento no consumo de carne de frango, estimulado por preços relativamente mais baixos quando comparado com outras carnes, sendo que para 2020 estima-se o consumo de 111 milhões de toneladas. Assim, a previsão da FAO-UN é que entre 2010 e 2020 o consumo *per capita* mundial de carne de frango deve crescer mais de 16%.

De outro lado, os câmbios geoeconômicos afetam também o mercado da avicultura. Assim, na atualidade, os países produtores estão sendo favorecidos, exemplo disto é a União Europeia (UE) que está na procura de ser exclusivamente importador de carne de aves para 2016 (EUROPEAN COMMISSION, 2010), fato este que aumentaria as exportações dos países produtores em 1,9 milhões de toneladas. Na América Latina o desenvolvimento do setor avícola vem evoluindo a cada vez mais. Grandes compradores (e.x., Chile e Venezuela) e grandes produtores (e.x., Argentina e Brasil) (WORLD..., 2012) cobram especial valor nesta tendência e empurram a avicultura da região².

Perante estes acontecimentos é importante salientar que a demanda de alimentos obedece ao fato da população continuar seu crescimento quase que exponencial. Isto gera grandes

2 Segundo a União Brasileira de Avicultura (UBABEF) foi registrada alta no volume de exportações de carne de frango que atingiram 333,6 mil toneladas em agosto de 2013, 5,1% maior em relação ao mesmo período de 2012. No acumulado do ano, o volume de embarques totalizou 2,562 milhões de toneladas entre janeiro e agosto, resultado 2% menor em comparação com o mesmo período do ano passado (CARNE..., 2013).

oportunidades, mas também grandes desafios: produção de carne acessível e de boa qualidade, inócua e que provenha de produções limpas.

Diversos tipos de poluentes resultam da produção de carne de aves: resíduos próprios da produção, dejetos, mortalidades, água residual e bio-sólidos; muitos destes resíduos podem provir de nutrientes orgânicos e de minerais na forma inorgânica os quais podem ser de valor se manejados e reciclados apropriadamente, independentemente do tamanho de partícula (WILLIAMS, 2010); no entanto, eles também dão origem a riscos no ambiente e potencialmente à saúde humana; preocupações específicas que estão bem documentadas incluem a degradação da superfície terrestre próxima e/ou ambientes subterrâneos, resultante do aumento da carga de nutrientes, como nitrogênio e Pi (e potássio em alguns locais) (WILLIAMS, et al., 1999; NAHM; NAHM, 2004; FAO, 2008).

Bem que, a eventual contaminação por parte de poluentes depende de vários fatores que inclui o potencial agronômico das culturas, o tipo de solo, condições geológicas específicas da terra usada e a proximidade de água superficial e subterrânea, seus efeitos são devastadores no que refere à água para bebida, áreas vegetais (que agem como buffers) adjacentes aos corpos de água ou perto das águas superficiais e o efeito sobre o clima. Essa carga de nutrientes, e sua acumulação, são ecologicamente importantes e tem um impacto sobre a diversidade e a produtividade de organismos nativos essenciais (GUNDERSEN, 1992).

2.1.1 Avicultura de corte e poluição

A nutrição de frangos de corte baseia-se em ingredientes de origem vegetal onde 66% do P contido neles encontram-se indisponível para absorção (MUNARO et al., 1996, ROS-TAGNO et al., 2000). Nas células vegetais o P esta complexado: o fitato³ (HARTIG, 1855) refere-se à mistura de sais de ácido fítico (myo-inositol hexakisfosfato (IP6)). O termo, fitina, refere-se especificamente aos complexos depositados de IP6 com potássio, magnésio e Ca assim como ocorre nas plantas (REDDY et al., 1982), enquanto que o ácido fítico é a forma livre de IP6 (SELLE; RAVINDRAN, 2007). O teor de fitina varia entre os vegetais afetando

³ O fitato é uma molécula polianiónica com o potencial de quelar nutrientes carregados positivamente, o que é certamente fundamental para as propriedades anti-nutricionais do fitato comprometendo o uso de proteína/aminoácidos, energia, Ca e minerais traço (SELLE; RAVINDRAN, 2007).

diretamente a biodisponibilidade⁴ de P. Segundo o National Research Council (1994), a disponibilidade de P no milho e no farelo de soja é de 33% e 42%, respectivamente. Rostagno et al. (2011) reportam na mesma ordem 24% e 39%.

Os ingredientes que provêm de plantas e que são usados em rações para aves (e suínos) contêm de 0,7 a 3,5% de fitatos em sais pobremente solúveis de Cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K), ou monoférrico e zinco de ácido fítico (COSGROVE, 1980; MAGA, 1982; SUTTLE, 1983). A digestibilidade/disponibilidade desses sais para monogástricos é muito limitada (CROMWELL, 1980; JONGBLOED, 1987; SIMONS et al., 1992), e serão predominantemente excretadas. Usando espectroscopia de refletância do infravermelho próximo (NIRS) foi verificado que o P fítico representa 0,56 do total de P na excreta de frangos de corte alimentados com dietas de milho-soja contendo $2,6\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ de P fítico (SMITH et al., 2001). Usando espectroscopia de ressonância magnética nuclear (NMR), foi reportado que o P fítico representou 0,57 do total de P na excreta de frangos de corte alimentados com dietas não suplementadas e 0,5 nas dietas suplementadas com fitase (mio-inositol hexafosfato fosfohidrolase) (McGRATH et al., 2005). Estes níveis de P fítico excretado podem indicar níveis excessivos de P na dieta, P inorgânico não digerido, perdas de P endógeno e atividade da fitase inerente no intestino (SELLE; RAVINDRAN, 2007).

Assim, é comum o uso de Pi, mas este pode ocasionar problemas ambientais (WU et al., 2006), principalmente em regiões de alta densidade de criação de aves (LUDKE; LÓPEZ; LUDKE 2002; SMITH et al., 2001). A excreção semanal de Pi é de 9g em galos (SCHÖNERF et al., 1990) sendo que 2g de P fítico·kg⁻¹ de ração dificilmente são absorvidos por animais jovens (SIMONS, et al., 1990).

A avicultura de corte gera como resíduo a cama de frangos que fornece uma função absorvente e propicia bem estar para as aves coadjuvando na proteção contra umidade e o frio; além disto, evita a aderência nas dejeções e facilita a remoção do esterco no final da cria. A cama tem uma composição que depende do material inicial, da alimentação, idade e linhagem, quantidade de penas e excretas, do número de lotes sucessivamente criados, do tempo e forma de armazenamento da cama (LEME et al., 2000).

A cama de frangos é importante fonte de nutrientes quando utilizada como fertilizante do solo, devido ao conteúdo considerável de nitrogênio (N), P, Ca e K, e micronutrientes im-

4 A disponibilidade biológica refere-se àquela porção do nutriente que é efetivamente utilizada pelo animal, sendo expressa em porcentagem do contido no alimento (EDWARDS Jr.; VELTMANN, 1983).

portantes para o crescimento vegetal como zinco (Zn), cobre (Cu) e manganês (Mn). O uso incorreto (e.x., excesso) acarreta problemas de contaminação ao ambiente (KELLEHER et al., 2002). A lixiviação do Pi a partir de excretas de aves e outros animais domésticos para a água de superfície e lençóis freáticos é um grave problema de poluição ambiental que pode ser minimizado com o uso da tecnologia (COSTA et al., 2007).

A matéria seca (MS) nos dejetos das aves considera-se de 20 a 30% sendo que a ingesta pode ser estimada em 5 a 6 kg de alimento durante sua criação (42 a 47 dias), assim, a produção de excretas oscilará em torno de 1,0 a 1,8 kg de matéria seca. Porém, na geração de resíduos considerando a adição de 0,5-0,6 kg de material de cama·ave⁻¹ e desperdício de ração e água, penas, etc., podendo chegar a uma produção total de cama de 2kg em matéria natural·ave⁻¹ (LUCAS JR et al., 1998). Segundo SANTOS (1997) a produção de cama de 1,4 kg MS·ave⁻¹, e corrigindo para 20% de umidade (condições comuns de comercialização da cama), obtém-se que cada ave produz 1,75 kg MN. Segundo dados de ANUALPEC (2004), houve uma produção aproximada de 3,9 bilhões de aves que produziram 8,49 milhões de toneladas de carne, já para o ano 2011 foram produzidas 13,05 milhões de toneladas de carne (UBABEF, 2012). Assim pode-se estimar que a produção de cama de frango em 2011 foi de aproximadamente 10 bilhões de toneladas! (*in natura*).

Tanto o P fítico, juntamente com o excesso de Pi adicionado às rações, é eliminado nas fezes e causa sérios problemas ao ambiente (eutrofização e nitrificação) (SARTAJ et al., 1997), que provocam diminuição da quantidade de oxigênio (Ox) nas águas dos rios e lagos e o acúmulo de metais pesados no solo (KELLEY et al., 1998), além da lixiviação dos mesmos para o lençol freático, havendo ainda contaminação do solo (CONTE, 2000).

Tendo em vista as quantidades de produção de cama de frango de corte é pertinente responder a questão de quanto de todo isto está sendo manejado corretamente ao ser aplicado nos solos e quanto do produzido é um excesso e por tal está poluindo o planeta.

2.1.1.1 Poluição das águas

A contaminação por Pi tem diversas consequências. Mesmo sendo um nutriente essencial por ser necessário para as plantas aquáticas embora se precise menos quantidade do que as necessidades das plantas terrestres (i. e. em magnitudes de miles). O excesso de P e N causam rápido crescimento de fitoplâncton ou algas. Estes afloramentos são tão densos que reduzem a luz disponível à vegetação aquática submersa o que impede a fotossíntese e subsequen-

temente reduz a quantidade das mesmas. As algas mortas irão se decompor por ação das bactérias fato este que exaure o oxigênio das partes profundas dos corpos de água. A eutrofização toma conta e peixes e outras espécies aquáticas morrerão se não se movimentam para outras áreas (SERC, 2005).

Ao redor de 0,453 kg de Pi podem produzir de 79,37 a 158,75 kg de algas verdes. Os florescimentos de algas verdes produzem neurotoxinas e hepatoxinas, causando sérios problemas de saúde pública assim como também danificação de ambientes aquáticos (SERC, 2005). Também pode acontecer por conta destes afloramentos, um acréscimo nos custos de tratamento de águas, degradação de atividades de pesca e de barcos, assim como também impactos no turismo e no valor das propriedades (JEER et al., 1997). A poluição é tão contaminante que para continuar com processos naturais de eutrofização o corpo de água deve ser recuperado 70 a 90% (GLENNIE et al., 2002).

2.2 Ciclo do fósforo

Embora o Pi esteja amplamente distribuído na natureza, (existente em solos e minerais, organismos vivos, soprado pelo vento, na poeira e na água), não se encontra na natureza na sua forma elementar. Em vez disso, o P Elemental, que é extremamente reativo, forma facilmente compostos com Ox, alumínio (Al) e Ca. Nos sistemas naturais, como o solo e a água, o P existe na forma de fosfato, uma forma química na qual cada átomo de P é rodeado por outros quatro de Ox. O ortofosfato, o fosfato mais simples, tem a fórmula química PO_4^{3-} (SPETZMAN, et al., 2004).

Quase todo o P absorvido pelas plantas é tomado como dois íons: o íon HPO_4^{2-} predomina em solos calcários e é a forma do P ser absorvido quando as plantas estão crescendo nesses solos. O íon $H_2PO_4^{1-}$ predomina em solos ácidos e é o íon absorvido quando o pH do solo é inferior a 7,0. Desde que estes compostos não estejam combinados com o carbono (C), são conhecidas como as formas de fosfato inorgânico. O Pi não é absorvido pela planta na forma orgânica, deverá ser quebrado para liberar ânions de Pi para absorção pelas plantas. Algumas formas orgânicas são geralmente bastante solúveis em água e podem ser facilmente transportadas na enxurrada (SPETZMAN, et al., 2004).

O Pi é um elemento essencial classificado como um macronutriente devido às quantidades relativamente elevadas de Pi necessários para as plantas. O Pi é um dos três nutrientes geralmente adicionados aos solos na forma de fertilizantes. Um dos papéis principais do P em

organismos vivos é a transferência de energia. A disponibilidade de Pi adequada para as plantas estimula seu crescimento e a maturidade precoce e uma gestão inadequada deste mineral no solo pode representar uma ameaça à qualidade da água. Por outra parte, a concentração de Pi é, geralmente, suficientemente baixa em água doce, de modo que o crescimento de algas é limitado. Quando lagos e rios estão poluídos com Pi muitas às vezes resultam em crescimento excessivo de algas, o que reduz a claridade da água e pode levar em uma diminuição do Ox dissolvido disponível quando há decomposição de plantas aquáticas, deteriorando as condições ambientais e prejudicando as populações de organismos aquáticos (BUSMAN et. al., 2002).

O Pi nos dejetos é muito imóvel, mas pode acontecer que por efeitos de lixiviação cheguem à águas subterrâneas ou possam ser transportados lateralmente à águas superficiais, as quais sofrem degradação por este mineral, através de erosão ou escoamento sub-superficial sob certas condições climáticas, solos e condições de concentração de P (WILLIAMS, 2010).

Embora o P esteja amplamente distribuído na natureza, não é encontrado, por si só, sob a forma elementar. Este P elementar é extremamente reativo e irá combinar-se com Ox quando exposto ao ar. Nos sistemas naturais (como solo e corpos de água) o P existirá como fosfato, sendo que o fosfato mais simples tem a fórmula química PO_4^{-3} (BUSMAN et. al., 2002). Na Figura 1 é apresentado o ciclo do P no ambiente.



Figura 1. Ciclo do fósforo
Fonte: Busman, (2002). Adaptado.

No ciclo do P: as plantas sempre estão retirando fosfato inorgânico a partir do solo para atividades metabólicas energéticas e funções de reprodução; aves e outros animais podem então comer estas plantas; quando resíduos de plantas, dejetos de animais/estrupe ou compostagem, são devolvidos ou aplicados ao solo, fosfato orgânico será liberado lentamente como

fosfato inorgânico ou será incorporado em matéria orgânica mais estável tornando-se parte integral do solo; a liberação de fosfato inorgânico é chamada de mineralização e é um processo controlado pelos microrganismos do solo através da quebra de compostos orgânicos; o processo é mais rápido quando os solos são quentes e úmidos, mas bem drenados; a incorporação de fosfato na matéria orgânica do solo para formas mais estáveis é chamada de imobilização e também é controlada por microrganismos (SPETZMAN et al., 2004).

Os citados autores acrescentam que o fosfato pode interagir com as partículas do solo e se adsorver em superfícies minerais, argilas, óxidos de ferro (Fe) e Al e carbonatos de Ca; o fosfato pode também ser precipitado formando fosfato de Fe relativamente insolúvel, de Al, e de Ca; o fosfato adsorvido e precipitado pode ser lentamente liberado por meio de processos de desorção e dissolução; o fosfato solúvel pode mover-se através do solo (para baixo) num processo chamado de lixiviação, mas, por causa da adsorção e processos de precipitação, estas perdas são consideradas secundárias na maioria dos solos. Outras fontes de Pi incluem rochas e minerais⁵. O Pi é liberado através de um lento processo chamado desagregação. Fertilizantes que contêm Pi quando aplicados ao solo são uma fonte deste mineral para o crescimento das plantas. Se cortes ou folhas de árvores são retirados do local, isto irá também remover o Pi desse sistema e este mineral no solo poderá eventualmente ser esgotado. A reciclagem de cortes de colheita irá ajudar a manter os níveis de Pi no solo. Finalmente, é salientado o fato de que as superfícies de cimento e asfalto reduzem a área de infiltração do solo e pode acrescentar o carregamento de sedimentos e P de matéria orgânica em decomposição ou fertilizantes mal aplicados em lagos, rios e córregos.

2.3 Fósforo e cálcio no organismo

Os minerais encontram-se amplamente distribuídos no organismo exercendo as mais diversas funções. O Ca e o P são essenciais (SUTTLE, 2010) para o bom funcionamento, a homeostase e a produção dos frangos de corte. Os minerais compreendem cerca de 4% da composição corporal dos animais vertebrados: o Ca e o P respondem por mais da metade desta quantia. O Ca é o mineral mais abundante no corpo animal, estando presente, aproximada-

⁵ As reservas mundiais de roca fosfórica não são renováveis, o que poderia levar a uma crise de abastecimento de fósforo no futuro (ABELSON, 1999; MULLANEY et al., 2000).

mente, 99% no esqueleto ósseo e dentes, e o restante espalhado por fluidos e tecidos do corpo (SUTTLE, 2010).

O Ca tem função na condução nervosa, na contração muscular, no mecanismo de secreção e ação de diversos hormônios e enzimas citosólicas, na permeabilidade de membranas, no processo de coagulação do sangue e na mineralização óssea (ALONSO, et al, 2004). Em altas concentrações, pode formar complexos com o P, tornando-os indisponíveis às aves (LELIS et al., 2011).

O P faz parte dos fosfolipídios da membrana, dos nucleotídeos que conformam o ácido ribonucleico (ARN) e o ácido desoxirribonucleico (ADN) envolvidos no crescimento e na diferenciação celular, assim como também os enlaces de alta energia de moléculas como Tri-fosfato de adenosina (ATP) e trifosfato de guanosina (GTP) e segundos mensageiros (adenosina 3', 5'-monofosfato cíclico (cAMP), monofosfato cíclico de guanosina (GMPc)); além, pode agir como regulador de diversas enzimas. O maior depósito deste mineral é o esqueleto, onde junto ao Ca é o mineral mais abundante. Destaca-se também a ação no metabolismo de lipídios, glicídios, transporte de ácidos graxos e síntese de aminoácidos e proteínas, além de fazer parte no controle do apetite e na eficiência alimentar, o P é fundamental para coordenação muscular e ação no equilíbrio osmótico e eletrolítico⁶ das aves (CAVALHEIRO et al.; 1983; LESSON; SUMMERS, 2001; RUNHO et al., 2001; CHOCT, 2006; SUTTLE 2010).

Do conteúdo de P no corpo do animal, cerca de 80% se encontra nos ossos, sendo essencial para a formação da estrutura óssea⁷; 10% estão combinados às proteínas, lipídeos, carboidratos e outros compostos no sangue⁸ e músculos; e os 10% restantes encontram-se distri-

6 O equilíbrio ácido-básico ou balanço eletrolítico é a diferença entre os principais ânions e cátions da dieta e tem grande importância fisiológica e bioquímica. O equilíbrio ácido-básico é a tendência na qual o animal mantém constante a concentração de prótons (H⁺) extra e intracelularmente (PATIENCE, 1990), sendo que as funções metabólicas das células (atividades das enzimas celulares, trocas eletrolíticas, manutenção do estado estrutural das proteínas do organismo entre outras) estão relacionadas com estas concentrações e são influenciadas por pequenas alterações no pH sanguíneo (MACARI et al., 2002).

7 Maximizar a integridade do esqueleto acima do exigido para a produção é considerado necessário para resistir às tensões posteriores de captura, transporte e processamento automatizado (TWINING et al., 1965; SCHEIDLER, 1991).

8 Os constituintes extracelulares do sangue incluem a água, os eletrólitos, as proteínas, a glicose, as enzimas e os hormônios. Dentre os eletrólitos, merecem destaque o cálcio dissociado (Ca²⁺) e o fosfato (PO₄²⁻). O cálcio plasmático pode ser encontrado ligado a proteínas (albumina, globulina), a outros compostos orgânicos e também a fosfatos e a outros ânions, sendo que metade de sua forma biodisponível se encontra dissociada. A concentração de cálcio sanguíneo é mantida em limites sensíveis pela ação de alguns hormônios que controlam a absorção, a excreção e o metabolismo ósseo, como os hormônios paratireoide e tirocalcitonina (MACARI et al., 2002). Este cálcio plasmático é essencial para a coagulação sanguínea, permeabilidade de membrana, excitabilidade neuromuscular, transmissão do impulso nervoso e ativação de sistemas enzimáticos.

buídos em vários compostos químicos. O P é absorvido principalmente no duodeno, sendo a essa quantidade influenciada pela fonte, pela relação Ca:P, pelo pH intestinal, pelo nível de vitamina D₃, pelo nível de Ca e por outros elementos (LELIS et al., 2011).

Ainda que na regulação da homeostase mineral haja intervenção de vários órgãos e hormônios, os principais efetores são o intestino, o rim e o osso, agindo sobre eles hormônios calciotrópicos, hormônio da paratireóide (PTH), vitamina D e calcitonina, modulando a absorção, eliminação e depósito de maneira que sejam mantidos níveis séricos constantes.

A inter-relação entre o sistema hormonal e os níveis séricos de Ca, P (e Mg) são tão estreitos que, com frequência, a interpretação das alterações deve ser feita conjuntamente para ter sentido fisiopatológico. (GÓMEZ ALONSO, et al, 2004). Esquemáticamente a regulação do metabolismo mineral pode ser como apresentado na Figura 2.

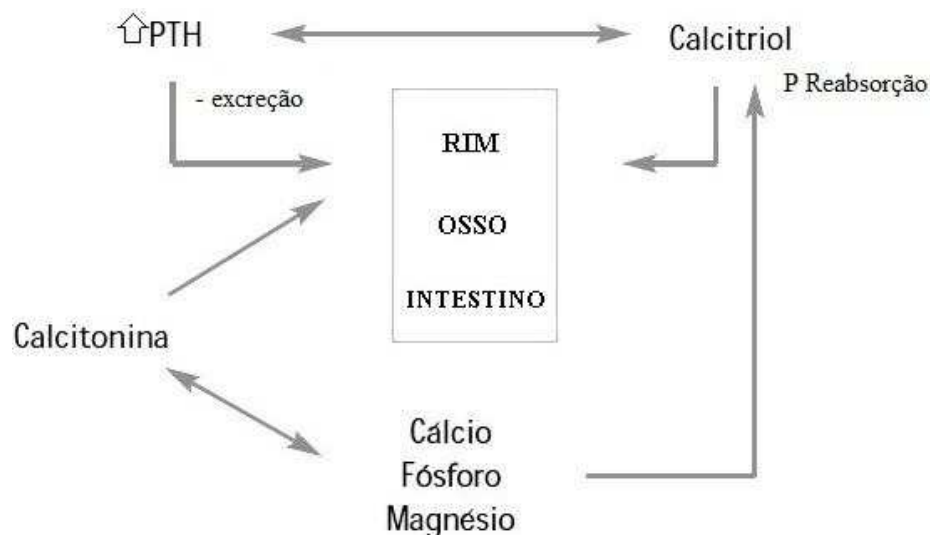


Figura 2. Esquema geral de regulação do metabolismo mineral
Fonte: Gómez et al., (2004). Adaptado.

A ação de entrada de absorção intestinal, reabsorção no osso e as perdas endógenas mantem níveis séricos no equilíbrio para permitir mineralização óssea sendo que o Ca e o P têm vias inter-relacionadas (FERNANDEZ, 1995). O Ca e o P na dieta estão associados com o metabolismo da absorção. Se não há equilíbrio de um destes elementos haverá interferência no processo de homeostase de ambos componentes (ANDRIGUETTO et al.; 1990).

O Ca, junto com o P, são constituintes da fase mineral do osso que, depositados sobre as proteínas da matriz óssea, dão rigidez ao tecido e conferem-lhe propriedades mecânicas de proteção e sustentação (GÓMEZ ALONSO et al, 2004). O fosfato une-se ao Ca formando compostos que conferem rigidez aos ossos, participa do metabolismo energético, metabolismo

do esqueleto, transporte de ácidos graxos e outros lipídios. O Ca é parte de ácidos nucleicos, e componentes de muitas coenzimas, além de estar envolvido no armazenamento e na transferência de energia em compostos fosforilados da glicose e seus derivados (McDOWELL, 1992).

Entretanto, ensaios de balanço e cinética mostram que a absorção líquida e a retenção mineral declinam relativamente com o incremento do consumo pondo em evidencia a homeostase da utilização mineral (FERNANDEZ, 1995). O ácido linoleico é convertido a ácido araquidônico no fígado das aves e estocado nos fosfolipídios das membranas dos osteoblastos e condrócitos. Fatores sistêmicos (e.x. PTH) e localizados (e.x. citocinas e fatores de crescimento) estimulam a liberação do ácido araquidônico, que serve de substrato para a síntese da prostaglandina E₂ (PGE₂) (WATKINS, 2003). Tanto a formação quanto a reabsorção óssea são influenciadas pela PGE₂ e esse efeito sobre o osso pode depender de sua concentração, ou seja, altas concentrações inibem a formação da matriz óssea, enquanto baixas concentrações podem estimular a formação do osso (LIU; DENBOW, 2001).

2.3.1 Metabolismo do cálcio

O Ca é o cátion mais abundante do organismo. 99% do Ca corporal total, encontra-se na fase mineral do osso na forma de cristais de hidroxiapatita. No plasma encontra-se um 50% como Ca iônico livre, 10% ligado a ânions (citrato, bicarbonato) e 40% ligado a proteínas (fundamentalmente albumina). O Ca iônico é a fração biologicamente ativa e pode sofrer variações importantes com alterações no pH: se houver acidose diminui a união com as proteínas e na alcalose aumenta⁹ (GÓMEZ ALONSO et al., 2004). Muitos fatores influenciam a utilização e o metabolismo do Ca no organismo, como por exemplo: a correta relação de Ca e P na dieta, a presença da vitamina D, a disponibilidade biológica dos suplementos utilizados nas rações, idade dos animais entre outros (EDWARDS Jr.; VELTMANN, 1983).

⁹ Os câmbios na concentração de proteínas podem induzir erros na valoração do Ca plasmático, sendo necessário corrigir sua concentração em função dos valores de proteínas ou albumina (GOMEZ ALONSO, et al, 2004) dependendo da espécie.

2.3.1.1 Absorção intestinal de cálcio

O Ca é absorvido no duodeno e no jejuno. A capacidade de absorção vem condicionada pela quantidade ingerida, assim como também pela biodisponibilidade do Ca na dieta (na presença de fitato e oxalatos reduz essa disponibilidade). Um baixo percentual se absorve por difusão simples, paracelular e não saturável, e a maior proporção através de processos estimulantes de absorção transcelular que fisiologicamente está regulado pela vitamina D tanto por ações genômicas (síntese de proteínas transportadoras) quanto não genômicas. O metabolismo produz absorção de 30% do Ca dietético em condições 'normais'. As dietas pobres em Ca, o déficit de vitamina D e a falta de resposta intestinal à mesma (excesso de glicocorticoides ou de hormônio tireoide, síndromes de má absorção, etc.) são as causas mais frequentes do déficit de absorção do Ca. (GÓMEZ ALONSO et al, 2004).

2.3.1.2 Metabolismo renal do cálcio

O Ca plasmático não ligado às proteínas (60%) é filtrado ao nível glomerular. Setenta por cento do Ca ultrafiltrado se reabsorve no túbulo proximal, no nível intercelular, condicionado por diferenças de concentração e de potencial, e mediante transporte celular ativo (intercâmbio sódio Na/Ca). Vinte por cento do Ca filtrado é reabsorvido na alça de Henle por diferenças de potencial subsequentes à ação da bomba Na/K e intercâmbio Ca/Na. Os diuréticos da alça diminuem a reabsorção de Ca ao diminuir o potencial positivo intraluminal. No túbulo contorneado distal se reabsorve aproximadamente 8% do Ca filtrado de forma ativa, sendo o segmento onde se produz a maior regulação da excreção de Ca. O principal regulador da excreção de Ca é o PTH que diminui a filtração e aumenta a reabsorção tubular, ainda que seus efeitos em outros níveis possam aumentar a calciúria. O calcitriol, agindo no túbulo distal, promove aumento na reabsorção de Ca, mesmo que, de novo, pelos seus efeitos em outros órgãos, pode aumentar a calciúria. A calcitonina fisiologicamente estimula a reabsorção tubular do Ca e as doses supra-fisiológicas as inibem. (GÓMEZ ALONSO et al, 2004).

A absorção e retenção de Ca são reguladas por processos intestinais unicamente entanto que, para o P, também se observa regulação através da excreção pela urina (FERNANDEZ, 1995).

2.3.1.3 Cálcio ósseo

Desde estágios embrionários se produz a formação e mineralização do tecido ósseo, necessitando dos osteoblastos tanto para síntese da matriz proteica quanto para posterior mineralização. Além disso, o osso precisa ser renovado ao longo da vida para manter suas propriedades biomecânicas. Neste processo de renovação, os osteoclastos, digerem o tecido ósseo, produzindo uma saída da fase mineral à circulação sanguínea. Posteriormente os osteoblastos formam novo tecido, demandando a entrada de Ca e de P para mineralização. (ALONSO et al, 2004).

2.3.1.4 Balanço geral de cálcio

Existe equilíbrio entre absorção intestinal líquida e a perda urinária de Ca, permanecendo constante o Ca extracelular e intercambiando-se, Ca extracelular e Ca ósseo com balanço zero. No caso de diminuir o Ca ingerido, descenderia a absorção de Ca e consequentemente a concentração de Ca sérico. Isto estimularia a secreção de PTH, que aumentaria a reabsorção óssea, a reabsorção renal de Ca e a produção renal de calcitriol. Este último aumentaria a absorção intestinal e reabsorção renal de Ca e, no osso, favoreceria a ação absorptiva de PTH. O balanço de entradas e saídas do organismo tenderia a ser neutro, com estabilidade nos valores plasmáticos, demandando balanço negativo do osso. (GÓMEZ ALONSO, et al, 2004).

Fisiologicamente, há circunstâncias que tendem a balanço positivo geral, como ocorre com a formação do tecido ósseo, daí a necessidade de incrementar o aporte dietético do Ca. Em outras circunstâncias há tendência a balanço negativo como na senescência, na qual diminui a capacidade absorptiva intestinal, diminui a capacidade de formar vitamina D, mantendo-se a estabilidade a expensas do osso. (GÓMEZ ALONSO et al, 2004).

2.3.2 Metabolismo do fósforo

O Ca e o P (e o Mg) participam em muitos processos biológicos de tal importância que tem sido desenvolvido um sistema complexo de regulação homeostática para manter concentrações séricas em limites muito estreitos (BRANDAN et al., 2012). O P é um dos minerais presentes em maior proporção no organismo e junto com o Ca são responsáveis da mineralização da matriz óssea (McDOWELL, 1992).

O P pode ser ingerido ligado a uma estrutura orgânica (fitato, fosfolipídios, fosfoproteínas) ou na forma inorgânica (fosfato bicálcico¹⁰) as quais são solúveis ou não. Independente da forma como é ingerido, a absorção depende da sua solubilidade e o contato com as membranas absorventes. A maior parte da absorção ocorre no intestino delgado, principalmente no duodeno, onde as condições ácidas são mais favoráveis e dá-se na forma de ortofosfato, sendo a quantidade absorvida influenciada pela forte relação Ca:P, pH intestinal, nível de vitamina D³ e níveis de outros elementos (RUTZ, 1996). Segundo Dale (1983), altos níveis de Ca na dieta aumenta a necessidade de P para frangos de corte. O Ca interfere na absorção do P, complexando-o no intestino, tornando-o assim, menos disponível, além de dificultar a absorção de P fítico.

A maior parte do P do organismo se encontra como fosfato inorgânico. Setenta por cento do fosfato no plasma, e a maioria daquele contido nas células, se encontra como fosfato orgânico. Esse fosfato constitui, junto com o Ca, a fase mineral do osso (85% do total de P do organismo). Dez por cento do fosfato no plasma circula unido a proteínas, sendo por tanto ultra-filtrável. A diferença de concentração entre o fosfato intracelular e extracelular é mais ou menos o dobro, por isso não é necessário um mecanismo de regulação tão fino como no caso do Ca (GÓMEZ ALONSO et al, 2004).

2.3.2.1 Absorção intestinal do fósforo

A absorção do P na dieta é de 60 a 70% e se realiza por um sistema de co-transporte ativo, utilizando sódio ou simplesmente por um processo passivo de difusão. O processo de absorção ocorre maioritariamente na porção proximal do duodeno (ROSOL; CAPEN, 1997). Essa absorção é similar àquela para o Ca, sendo estimulada pela vitamina D. Em condições fisiológicas a absorção líquida de fosfato é mais linear com o conteúdo dietético do P. A absorção torna-se difícil quando se formam quelatos com cátions, como Ca ou Al (GÓMEZ ALONSO, et al, 2004).

10 O grupo dos fosfatos bicálcicos é produzido por intermédio da reação do ácido fosfórico com calcário, originando os fosfatos monocalcicos e bicálcicos nestes processos químicos (SÁ et al, 2004).

2.3.2.2 Metabolismo renal do fósforo

A maioria do fosfato é ultra-filtrável, e a reabsorção é de mais de 85% do fosfato ultra-filtrado, fundamentalmente no túbulo proximal vinculado ao transporte Na/K e a o co-transporte Na/P. O PTH é o principal regulador da eliminação final de fosfatos, inibindo a reabsorção tubular. A vitamina D tem efeito similar, embora menos potente. Além disto, a fosfatúria depende da forma direita do conteúdo dietético em fosfatos. Quando a função renal diminui abaixo de certos limites o mecanismo compensador de incrementos de PTH não é suficiente, a eliminação de fosfatos não é completa e se produz hiperfosforemia (GÓMEZ ALONSO et al., 2004).

2.3.2.3 Fósforo ósseo

O osso é o principal depósito de fosfato do organismo embora não aja como reserva biológica, como acontece com o Ca, pela biodisponibilidade de P dietético. As entradas e saídas de fosfato no tecido ósseo precisam de uma adequada concentração de fosfato sérico para que seja produzida mineralização adequada. Quando os níveis de fosfato descendem abaixo de certo nível se produzem transtornos de mineralização (raquitismos hipofosfatémicos) (GÓMEZ ALONSO, et al, 2004).

2.3.2.4 Balanço geral de fósforo

Com o fosfato a principal regulação se estabelece entre a ingesta e as perdas renais. Níveis elevados de fosfato no sangue estimulam a secreção de PTH (promovendo eliminação renal) e inibem a 1-alfa-hidroxilase renal, diminuindo síntese de calcitriol e, por tanto, a absorção intestinal e a reabsorção renal (GÓMEZ ALONSO, et al., 2004).

Dietas com baixo teor de P, ocasionam alterações no metabolismo que permitem a secreção de substâncias para aprimorar a absorção intestinal. A vitamina D é uma das substâncias responsáveis, aumentando a absorção de P no intestino, também proporcionando a reabsorção de P nos túbulos renais como forma de adaptação à escassez de P dietético. A absorção não depende somente da presença de P na dieta, mas também da disponibilidade de P ingerido (ROSOL; CAPEN, 1997).

Há regulação hormonal própria, visto que a tendência da calcemia e a fosfatemia é um movimento de contramão interdependente, mantendo um produto constante, exceto quando existe um déficit no sistema da vitamina D ou destruição óssea massiva, observando-se hipocalcemia com hipofosforemia e hipercalcemia com hiperfosforemia, respectivamente. (GÓMEZ ALONSO, et al., 2004).

2.4 Mineralização óssea

A rigidez do tecido ósseo é resultante da deposição de Ca e de P, na forma de hidroxapatita, durante o processo de mineralização óssea. Esses dois minerais perfazem cerca de 70% da composição óssea, os 30% restantes são compostos de matéria orgânica (colágeno maioritariamente) (KÄLEBO; STRID, 1988; FIELD, 1999; BRUNO, 2002).

Os ácidos graxos poli-insaturados são importantes, estrutural e fisiologicamente, para a mineralização e a regulação da modelagem óssea, ao serem substratos para síntese de eicosanoides, que estariam envolvidos na regulação local do crescimento e desenvolvimento do osso (LIU; DENBOW, 2001; WATKINS, 2002).

Uma das mais importantes estruturas no estudo do crescimento do osso após nascimento é a placa epifisária; a cartilagem articular desaparece depois da puberdade e o osso para de crescer, embora ainda cresça em espessura (MACARI et al., 1996, MACARI et al., 2001). Há ainda deposição e reabsorção (perda óssea) em ossos medulares como a tíbia. Não obstante, uma adequada suplementação de Ca na dieta pode prevenir reabsorção óssea (ALMEIDA PAZ et al., 2006).

2.5 Relação cálcio:fósforo

A relação Ca:Pd pode interferir diretamente na absorção desses minerais, principalmente do P. A inclusão de altos níveis de Ca nos alimentos aumenta a necessidade de P para o modelo animal proposto, além de trazer consequências ambientais indesejáveis. Como referido (*SUPRA*), o Ca interfere na absorção do P, complexando-o em nível de intestino, tornando-o, assim, menos disponível, além de dificultar a absorção de P fítico pela ave (DALE, 1983). O excesso de Ca na dieta pode diminuir a absorção do P (RUNHO et al., 2001) trazendo problemas de ossos sendo que, inadequada formação óssea, pode resultar em sérios problemas de perna com efeito negativo sobre o desempenho animal.

Assim então, existe influência do Ca sobre o metabolismo do P, concomitantemente a necessidade de P na dieta será consequência do Ca adicionado, havendo uma relação indireta entre o teor de Ca e a retenção de P por haver formação de complexos insolúveis no lúmen intestinal, impactando negativamente a mineralização óssea, havendo ainda indícios que justificam esse impacto na redução do consumo (AL-MASRI, 1995; HURWITZ et al., 1995; RAMA et al., 2006; PLUMSTEAD et al., 2008; XIE et al., 2009).

Uma vez que, a retenção de P precisa da inclusão de Ca, seu aumento encontrará na resposta da retenção o limite no qual se atinge o platô e o reduz, demonstrando que há necessidade mínima de P. Concentrações elevadas de Ca na ração têm relação direta com formação de complexos insolúveis Ca-fitato diminuindo a hidrólise do P fítico. De outro lado, excessos de Ca aumentam formação de precipitados inorgânicos Ca-P, que diminui as concentrações das formas solúveis de P no lúmen intestinal e sua digestibilidade. Outro aspecto importante é o Ca no lúmen intestinal que pode alcalinizar o meio alterando assim a solubilidade dos minerais, não permitindo sua disponibilidade para absorção já que em pH 5 se favorecem processos de solubilidade do Ca-fitato (SELLE et al., 2009); também há efeito direto do Ca por competição pelo sítio ativo da fitase diminuindo a disponibilidade do P (PLUMSTEAD et al., 2008). O Ca também tem efeito sobre a atividade da fitase que está relacionado com seu pH ótimo de desempenho (TAMIM et al., 2004).

Uma vez no organismo, elevadas concentrações de Pd na dieta resulta em redução da concentração de Ca ionizado (WILLIAMS, et al., 2000). Deve ser salientado o fato da osteocalcina ter uma relação inversa com os níveis de Ca no organismo e, relação direta com os níveis de P. A osteocalcina está relacionada com formação, crescimento ósseo e elevação do *turnover* ósseo (OLIVEIRA et al., 2006). Uma ótima relação para utilização de P fítico na produção de aves de corte é descrita por Liem et al., (2009) usando baixos níveis de Ca, altos níveis de fitase e de vitamina D.

Alguns tipos da enzima fitase possuem exigências específicas por Ca para ser ativadas (POWAR; JAGANNATHAN, 1982). Relações acima de 2.13:1 tem tendência a formar fosfato de Ca (substância insolúvel) demonstrada pelo maior conteúdo deste complexo nas fezes das aves (LEYTEM et al., 2008).

Kerovuo et al. (2000) verificaram que a atividade enzimática é prejudicada tanto pelo alto nível de Ca quanto pela ausência do mesmo. A dita inibição pela alta concentração de Ca é provável devido à formação de complexos pouco solúveis de Ca-fitato. Os autores observaram ainda que a reativação da atividade enzimática ocorre, quando a enzima é incubada com

íons bivalentes, sendo o principal deles o Ca. Este mineral causa mudança de conformação na enzima e confere-lhe termoestabilidade. O mecanismo pelo qual o Ca modula a atividade da enzima não está elucidado, podendo integrar parte do sítio ativo ou ser um fator alostérico exigido para a conformação ativa.

2.6 Biotecnologia na avicultura-fitases

Mais de duas décadas de trabalho e pesquisa na temática saúde pública, segurança ambiental e alimentar assim como também os temas de bem estar animal, tem permitido avanços tecnológicos no intuito de produzir de maneira sustentável. Como resultado destes desenvolvimentos, têm sido adotadas regulações mais fortes, testes e procedimentos de qualidade, etc., visando à inocuidade dos alimentos de consumo humano havendo maior confiança entre produtores e consumidores de alimentos (SHEPPY, 2001).

Na nutrição animal foram desenvolvidos aditivos¹¹ tais como as enzimas¹² fitases¹³, para aproveitar o P fítico (Figura 3) contidos nas células vegetais dos ingredientes das rações.

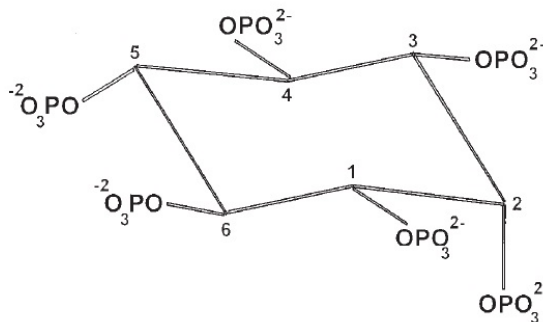


Figura 3. Estrutura da forma deprotonada do ácido fítico (mio-inositol hexakis fosfato).
Fonte: Maenz, 2001.

A molécula de fitato¹⁴ é um grande fator anti-nutricional para monogástricos, possuindo na sua estrutura grupos ortofosfatos altamente ionizáveis os quais afetam a disponibilidade

11 Aditivo alimentar é toda a substancia intencionalmente adicionada ao alimento, com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar as suas propriedades, desde que não prejudique o seu valor nutricional (Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento, decreto lei n°. 76.896 de 06 de janeiro de 1976).

12 As enzimas são proteínas globulares com estrutura terciária e quaternária; agem como catalisadores biológicos altamente específicos sem sofrer alterações neste processo (CHAMPE; HARVERY, 1989).

13 Segundo a finalidade, as fitases complementam quantitativamente as enzimas endógenas dos animais.

de cátions como o Ca, Zn, Cu, Mg e Fe no trato gastrointestinal, o que resulta na formação de complexos insolúveis (SOHAIL; ROLAND, 1999 apud FERREIRA ; LOPES, 2012). Os grupos ortofosfatos podem também unir-se às enzimas digestivas e proteínas dietéticas, reduzindo a digestibilidade de carboidratos e aminoácidos (SEBASTIAN et al., 1996). Níveis de Ca e de P na ração para frangos influenciam a utilização do P fítico (EDWARDS Jr.; VELTMANN, 1983).

O ácido fítico contém em média 28,2% de P (KORNEGAY et al., 2001) sendo considerado um fator anti-nutricional por formação de complexos insolúveis com proteínas e aminoácidos (RAVINDRAN et al., 1999), cátions (MAENZ, 2001), amido (ANGEL et al., 2002) e enzimas como pepsina, tripsina e alfa-amilase (CASEY; WALSH, 2004). As fitases microbianas são efetivas liberando porções significativas de P fítico no milho e na soja disponibilizando-o para aves (NELSON et al., 1968; SIMONS et al., 1990; SCHÖNER et al., 1991). A excreção de P pelas aves pode ser reduzida quando é adicionada fitase na dieta (SCHÖNER et al., 1990, 1991; SIMONS et al., 1990). O ganho de peso e o percentual de cinzas no osso são indicadores que permitem comprovar a eficácia da fitase em aves (KORNEGAY, et al., 1996).

No caso do P nos animais, o mesmo é usado na mineralização óssea, imunidade, fertilidade e crescimento sendo considerado como essencial na nutrição animal. Frangos digerem apenas 30-40% do P contido nos ingredientes de origem vegetal, sendo o restante complexado de forma que fica inacessível ao animal¹⁵ o que implica uma adição na forma de fosfato bicálcico. A molécula de ácido fítico tem a capacidade de se ligar à proteína e reduzir a atividade da pepsina, tripsina e a amilase¹⁶ (SEBASTIAN et al., 1998). Assim, mais da metade do P adicionado é excretado nas fezes, o que implica poluição. A adição de fitase à dieta quebrará o ácido fítico, liberando P para ser usado pelo animal, reduzindo, por fim, a excreção de resíduos (SHEPPY, 2001) e risco de poluição.

As fitases vêm sendo usadas então para diminuir as inclusões de P e Ca nas formulações das dietas de ração para frangos (e suínos) assim como também para melhorar a disponi-

14 Foi comprovado que o gérmen de milho e do farelo de arroz reduz a actividade de pepsina, tripsina e alanil aminopeptidases na moela, duodeno e jejuno, respectivamente, de frangos de corte 21 dias de idade (LIU et al., 2009).

15 O P fítico ocorre em plantas como uma mistura de sais de Ca-Mg-K de ácido fítico (ANDERSON, 1915).

16 Espera-se melhorar o aproveitamento de proteína e de aminoácidos, por meio da quebra destes complexos nutritivos, pela utilização de fitase microbiana nas dietas (COSTA et al., 2007).

bilidade de alguns outros nutrientes (e.x. aminoácidos e minerais mono e bivalentes, como Ca, Zn, Cu, Fe, K, Mg e Mn) na dieta (SHEPPY, 2001) sendo que, não só a absorção do P é melhorada, por conta da liberação e posterior disponibilidade, e sim também sua excreção no ambiente é reduzida¹⁷ (VIVEROS et al., 2002; MILES et al., 2003; WU et al., 2006; PLUMSTEAD et al., 2007). A Figura 4 apresenta o mecanismo de ação da fitase.

2.6.1 Característica da fitase: Origem

A fitase hidrolisa ácido fítico à inositol e Pi: O mecanismo de ação é a catalisação da remoção gradual do ortofosfato inorgânico do ácido fítico via inositol pentafosfato a monofostato como produtos intermediários (NAYANI; MARKAKIS, 1986).

A fitase é produzida de vários micro-organismos: fungos (*Aspergillus niger*, *Aspergillus ficcum*, *Aspergillus oryzae*), bactérias (*Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Klebsiella aerogenes*, *Corynebacterium bovis*, *Pseudomonas sps.*), leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*, *Schwanniomyces castelii*) e alguns organismos do solo. A enzima tem intervalo de pH ótimo e temperatura entre 2.5-7.5 e de 35-63°C respectivamente (WODZINSKI; ULLAH, 1996), sendo mais efetivas no ambiente intestinal do organismo quando comparada com as fitases das plantas (SINGH, 2008). Dependendo da fitase (3-fitase (EC 3.1.3.8) ou 6-fitase (EC 3.1.3.26) segundo nomenclatura da International Union of Biochemistry, IUB, (1979)¹⁸ o ácido fítico será hidrolisado em diferentes partes da molécula (ligação éster do IP6 nas posições 3 ou 6¹⁹). A 6-fitase (derivada de plantas) desfosforila o ácido fítico completamente enquanto que a 3-fitase (usualmente derivado de micro-organismos) não hidrolisa o monoéster fosfato (TURK et al., 2000).

17 A possibilidade de que a suplementação com fitases promova a solubilidade do P nas excretas e nas camas de frango de corte como P solúvel no escoamento e provavelmente exacerbe a eutrofização é de grande importância ecológica (SELLE; RAVINDRAN, 2007).

18 Teoricamente, a hidrólise enzimática do fitato gera uma serie de ésteres de mioinositol fosfato pequenos (IP6⇒IP5⇒IP4⇒IP3⇒IP2⇒IP1), via progressão de reações de desfosforilação passo-a-passo, para produzir inositol e seis divisões inorgânicas de P. É importante salientar que o resíduo de P axial P na posição C2 que é relativamente refrataria à hidrólise (WODZINSKI; ULLAH, 1996). Assim, a hidrólise do fitato pela fitase produz myo-inositol monofosfato (IP1) e cinco moles de P inorgânicas (fosfato). Não obstante a hidrólise de fitato da dieta por fitases exógenas não costuma evoluir até essa medida (SELLE; RAVINDRAN, 2007).

19 Há uma ampla variabilidade de utilização do P fítico revelando uma complexa natureza na hidrólise da molécula (SINGH, 2008). Assume-se de maneira geral que um terço do P que provém dos ingredientes vegetais das dietas é não-fítico e biologicamente disponível para as aves (NRC, 1984).

De todas as fontes conhecidas, *Aspergillus niger*²⁰ é a fonte mais ativa de fitase, enquanto que *Aspergillus ficcum* é conhecido por produzir a maior concentração de fitase sendo também mais ativa e termoestável (WODZINSKI; ULLAH, 1996; SINGH, 2008) e o organismo mais utilizado na produção industrial de fitases comerciais (BRENES et al., 2002).

Têm-se então que fatores como a mistura de ingredientes da dieta, o pH, e a temperatura que são determinantes na atividade da fitase, assim como também a competência pelos sítios ativos de ação, sendo isto importante no caso de processamento da ração (e.x. pelletização, extrusão) no caso da termoestabilidade ou bem para determinar as taxas de degradação de ácido fítico, sendo que a maior parte destas reações ocorre na retenção em partes superiores do trato gastrointestinal; ou bem, a compreensão de que a temperatura ótima de máxima atividade da fitase pode ser o dobro daquela que encontrará no organismo.

Assim, baseados na eficácia da fitase para prover P e Ca da planta ao metabolismo animal, têm sido desenvolvidas recomendações de equivalência. Essas recomendações dependem da idade e espécie, permitindo reduções de 0,1% de Pd e de Ca. O máximo de eficácia pode ser obtido com dietas de alto teor de fitato combinado com uma baixa atividade da fitase intrínseca e um baixo conteúdo mineral multivalente (MAENZ, 2001), baixos níveis de Ca e altos teores de vitamina D₃ (LIEM et al., 2009).

A valoração das quantidades de P liberado por conta da ação de enzimas fitases é relativa à eficiência da mesma, que, pela sua vez, dependerá de muitos outros fatores para sua ação. É comprovado que a fitase exógena pode melhorar a disponibilidade do Ca, do Na e dos aminoácidos contribuindo a diminuir a suplementação destes nutrientes na dieta (JENDZA et al., 2006; RAVINDRAN et al., 2008).

O poder da fitase estará regulado não somente pelo seu poder, que esta relacionado com sua origem (fúngica, bacteriana, etc.), e sim também por fatores como dose (SHIRLEY; EDWARDS, 2003; COWIESON et al., 2006), solubilidade do fitato, teor de Ca (TAMIM et al., 2004), de P e de vitamina D₃ na dieta, conteúdo de fibra, tipo de ingredientes e características intrínsecas da fitase como origem e sítios de ação (3-fitase ou 6-fitase) (LASSEN et al., 2001), assim como também fatores relacionados às aves (linhagem, idade, etc).

20 Estes fungos produzem enzimas extracelulares do tipo 3-fitase com capacidade hidrolítica do fitato sobre o grupo ortofosfato da posição 3 da molécula, gerando D-mioinositol 1,2,4,5,6-pentakisfosfato e uma molécula de ortofosfato (BRENES et al., 2002). Este tipo de fitases não hidrolisam completamente o fitato, já que não podem degradar o éster monofosfórico do inositol monofosfato (WODZINSKI; ULLAH, 1996).

Comercialmente encontram-se muitos tipos de fitases as quais competem no percentual de P que disponibilizam a partir do ácido fítico segundo a quantidade de ingrediente vegetal e que concomitantemente não deverá ser incluso na dieta; além disso, competem entre as diferentes marcas por qualidade e por outros benefícios nutricionais como seu efeito no desempenho e na mineralização óssea dos frangos de corte. Vários produtos comerciais estão disponíveis: as fitases mais comuns usadas são derivadas de *Aspergillus niger* (3-fitase), e de *Penicillium lyicii* e *Escherichia coli* (6-fitases). As fitases podem ser adicionadas às rações na forma granulada ou líquida (SELLE; RAVINDRAN, 2007).

Segundo Cowieson et al. (2006), a presença de fitato na dieta altera o *turnover* das células do intestino provocando maior produção de mucina e conseqüentemente aumentando a perda de N endógeno e as exigências de energia. Portanto, outro efeito benéfico da fitase seria sua atuação na alteração das secreções endógenas e na produção de mucina, melhorando a atividade intestinal.

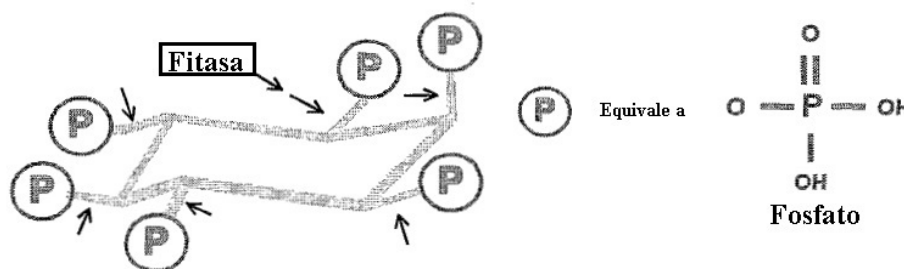


Figura 4. Esquematização do mecanismo de ação da fitase microbiana sobre fitatos da dieta. Fonte: Jongbloed et al., (1997). Adaptado.

A atividade da fitase é medida em termos de Pi liberado a partir do ácido fítico. Esta atividade é conhecida como *Unidade de Fitase* (FTU²¹). Uma FTU é definida como a quantidade de enzima necessária para liberar 1µmol de Pi·minuto⁻¹ em substrato de sódio-fitato 5,1mmol·L⁻¹. a pH 5.5 e 37°C (ENGELEN et al., 1994; CONTE, 2000).

21 A medida da atividade da fitase dependerá das condições do ensaio incluindo concentração do substrato usado (fitato de sódio), temperatura do ensaio e pH; por isto, outras abreviações como FYT, U e PU, têm sido usadas para denotar essa atividade em fitases microbianas comerciais, embora essa atividade pareça determinada por condições *in vitro* similares.

Em relação à equivalência²², Kornegay et al. (1996), estabeleceram no seu estudo que o uso de 735FTU·kg⁻¹ de ração equivale a 1g·kg⁻¹ de Pd em dietas para frangos formuladas à base de milho e farelo de soja. Schoner et al. (1991) sugeriram que a suplementação de 500FTU·kg⁻¹ equivale aproximadamente a 0,35 a 0,45g·kg⁻¹ de Ca em dietas para frangos de corte. De acordo com Sebastian et al. (1996), a melhora no desempenho das aves alimentadas com dietas suplementadas com fitase relaciona-se às seguintes razões: a liberação dos minerais presentes no complexo fitato-mineral; a utilização do inositol (produto final da desfosforilação do ácido fítico) pelos animais; e o aumento da digestibilidade do amido e da disponibilidade dos aminoácidos. Para Ravindran et al. (2001), é possível que exista efeito indireto da suplementação com fitase, impedindo que ocorra reação de saponificação entre os lipídeos e os minerais do complexo fitato-mineral.

A hidrólise do fitato é feita no estômago anterior (papo, pro-ventrículo, moela) onde o pH é favorável. O papo é o primeiro sitio de degradação do fitato pela fitase exógena (LIEBERT et al., 1993; TAKEMASA et al., 1996; KERR et al., 2000). Porém, estudos verificaram que fitases derivadas de *E. coli* tem maior atividade no intestino delgado do que as fitases derivadas de *P. lycii* (ONYANGO et al., 2005), o que pode dever-se à maior resistência da *E. coli* às enzimas proteolíticas (IGBASAN et al., 2000).

A degradação do fitato é incompleta em frangos de corte (SELLE; RAVINDRAN, 2007). Há atividade da fitase em vários segmentos do trato gastro intestinal, mas isso não é evidencia da potencial hidrólise do substrato e sim da solubilidade facilitada pelo baixo pH intestinal (CAMPBELL; BEDFORD, 1992). Parece que o fitato está presente no intestino na forma de IP6, com relativas baixas quantidade de ésteres de mio-inositol fosfato *in vitro* (FROLICH et al., 1986) e com suínos (RAPP et al., 2001), o que é importante devido à capacidade quelante destes ésteres é desproporcionalmente menor do que o IP6 em ratos (LONNERDAL et al., 1989), *in vitro* para o Zn e o Cu (PERSSON et al., 1998). A digestão da caseína e a albumina sérica bovina pela pepsina resultam inibidas por IP5 e IP6 sendo que IP1 e IP2 não mostraram esse efeito inibitório (KNUCKLES et al., 1989).

22 Valores de equivalência da fitase estão pelo ordem de 840FTU·kg⁻¹≡1g·kg⁻¹ de P o que é mais baixo do que na pratica. Além disso a hidrólise de fitato foi de 0,45 em relação do contido nas dietas para frango de corte, o que provavelmente esteja sobre-estimado (SCHONER et al., 1991, 1993; DENBOW et al., 1995; KORNEGAY et al., 1996; YI et al., 1996b; YONEMOCHI et al., 2000; AUGSPURGER et al., 2003; ADEDOKUN et al., 2004).

2.6.1 Eficiência da fitase

Existem fatores e interações que afetam a valorização do uso de P fítico quando é usada a fitase. Há limites indicando que o efeito da adição da fitase atingirá patamares na resposta. Segundo Choct (2006) o uso da fitase pode disponibilizar entre 25 e 70% do P fítico. A ração de frangos de corte baseia-se em alimentos de origem vegetal, os quais, segundo Rostagno (1998), apresentam de 45 a 75% de seu conteúdo de P não disponível para animais monogástricos porque este elemento está complexado à molécula do fitato.

- Idade

A atividade da fitase é incrementada no trato gastrointestinal conforme o animal torna-se mais velho, aumentando, conseqüentemente, a utilização do P fítico (EDWARDS et al., 1989; NELSON, 1967).

- Teor de Ca e P na dieta

A precipitação do fitato no trato gastrointestinal acontece mais pelas grandes quantidades de inclusão de Ca na dieta do que pela afinidade deste elemento a ser quelado pelo fitato quando comparado com elementos inorgânicos (SINGH, 2008). Assim, quanto mais Ca é adicionado às dietas a fitase mostra menores benefícios em relação à digestibilidade do P fítico, já que são formados compostos que precipitam chamados fosfatos de Ca ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$).

A relação Ca:P é determinante na eficácia da fitase, sendo que a digestibilidade do P é afetada pelas rações ricas em Ca. A hidrólise do fitato está relacionada inversamente com os níveis de Ca (SINGH, 2008). Diversas teorias têm sido elucidadas para explicar isto, por exemplo, que o Ca forma um composto não solúvel com a fitase que não permite a hidrólise do fitato (WISE, 1983). Também é possível que algumas fitases de origem microbiana sejam afetadas por condições não favoráveis em função do efeito do Ca sobre o pH intestinal (NELSON, 1967). Finalmente uma das teorias baseia-se na possibilidade que a quantidade extra de Ca possa estar suprimindo a fitase de maneira direta por competição pelos sítios ativos de ação da enzima (QIAN et al., 1996).

Rostagno et al. (2011) recomendaram uma relação de 2,13:1 Ca:Pi, acima disto será prejudicada a digestão por formação no intestino do composto insolúvel fitato de Ca (NELSON, 1967). A hidrólise do fitato pode também ser reduzida se há grandes quantidades de Pi,

e por consequência, há aumento da retenção de P fítico com baixos níveis de Pi (BALLAM et al., 1984; KARIM, 2006), sendo que o excesso deste último nas dietas pode afetar a atividade catalítica da fitase microbiana no intestino das aves (WISE, 1983).

- Vitamina D₃ da dieta

Dietas marginais em vitamina D₃ podem prejudicar a utilização do P fítico. (EWING, 1963). Tem sido reportado incrementos no uso de P fítico acima de 68% com o uso de vitamina D₃ e seus metabolitos 1,25-dihidroxicolecalciferol-D₃ (1,25(OH)₂D₃) para aves (MOHAMMED et al., 1991; EDWARDS, 1993). Isto pode acontecer porque a síntese ou atividade da fitase incrementa-se no nível intestinal (EDWARDS et al., 1989; SHAFETY et al., 1991; BIEHL et al., 1995; MITCHELL; EDWARDS, 1996); também pode ser que haja um incremento na hidrólise de fitato (MOHAMMED et al., 1991) ou por incremento da absorção de P (WASSERMAN; TAYLOR, 1973).

- Conteúdo de fibra

Tem sido sugerido que a fibra pode modificar a disponibilidade do Ca, não somente por fermentação da fibra e redução da capacidade ligante do Ca, mas também por afetar a hidrólise do fitato (WISE, 1983). As propriedades da fibra da dieta para intercambiar cátions reduzem sua concentração efetiva no trato gastrointestinal aumentando a hidrólise de fitato (BALLAM et al., 1984), e possivelmente de outros fatores tais como capacidade de retenção de água e a capacidade de alongamento do trato gastrointestinal (SINGH, 2008).

2.7 Cálcio - Colecalciferol

O colecalciferol ou vitamina D₃ é importante para manter um metabolismo adequado de Ca e P e para o desenvolvimento dos ossos, bico, entre outros (SCOTT et al., 1982; McDOWELL, 1989; De BLAS; MATEOS, 1991). A suplementação de vitamina D na dieta não é requerida quando se tem suficiente luz solar (McDOWELL, 1989). Contudo, a avicultura é caracterizada por sistemas de produção intensivos onde a luz solar é bem controlada e a mesma não chega diretamente (FARIA et al., 2001), assim, os níveis de inclusão são variáveis.

A deficiência de vitamina D₃ leva a diminuição na absorção de Ca que aumentará os níveis de PTH²³, promovendo absorção óssea (CARVALHO et al., 2002). Uma sobre-disponibilidade aumentará o uso do P fítico e promoverá aumento na retenção de Ca e de P pela estimulação da hidrólise do fitato (MOHAMMED et al., 1991; QUIAN et al., 1997) reduzindo, pela sua vez, a necessidade de Ca pela ação exercida sobre intestino, osso e rins constatado pela substituição de 0,2% de Pi em rações de frangos de corte quando combinados vitamina D₃ e fitase (MITCHELL; EDWARDS, 1996).

Assim, há interação entre o Ca e os metabolitos da vitamina D₃. A vitamina D incrementa a absorção intestinal e a mobilização de Ca e de P através do hormônio 1,25(OH)₂D₃²⁴ (HARRISON; HARRISON, 1961; McDONALD, 2005), pela sua vez os níveis séricos do íon Ca controlam a secreção de hormônios, entre estes e a vitamina D₃ (STANFORD, 2005). A interação destes compostos pode prejudicar a utilização de P fítico porque a síntese ou atividade da fitase incrementa-se no nível intestinal (EDWARDS et al., 1989; SHAFEY et al., 1991; BIEHL et al., 1995; MITCHELL; EDWARDS, 1996); também pode ser que haja incremento na hidrólise de fitato (MOHAMMED et al., 1991) ou por incremento na absorção de P (WASSERMAN; TAYLOR, 1973). Edwards (1993) verificou que a adição na dieta de 5mg·kg⁻¹ de 1,25(OH)₂D₃ melhorou (60 a 88%) a utilização do fitato em dietas baseadas em milho e soja para frangos de corte. No caso da vitamina D, as condições de estresse calórico prejudicam a conversão de D₃ para a forma ativa²⁵, assim, atualmente empresas tem comercializado a vitamina D ativa, o 25-hidróxicolecalciferol, promovendo melhorias na produção (RABELLO, 2008).

23 O hormônio paratireoideano tem ação regulatória indireta sobre a absorção de cálcio através da ativação da 1,25-diidroxicolecalciferol por hidroxilação renal, e assim, em baixos níveis plasmáticos de cálcio, este hormônio estimula a forma ativa do colecalciferol, o qual é transportado até o núcleo da célula intestinal onde interage com os genes responsáveis pela produção de RNAs específicos para transcrição de peptídeos nos ribossomos, resultando na síntese de proteína transportadora de cálcio nos enterócitos, bem como, indução na síntese de proteínas fixadoras de cálcio intracelular ou calmodulina que aumentam, por sua vez, os níveis de enzima Ca ATPase basolateral, responsáveis pelo bombeamento de cálcio para circulação sanguínea (McDOWELL, 1992).

24 DeLuca (1974) reportou que o 1,25-dihidroxicolecalciferol [1,25-(OH)₂D₃] pode ser um hormônio transportador de fosfatos.

25 Acredita-se que é um dos problemas que ocorre com a formação da casca em aves submetidas ao estresse calórico.

BIBLIOGRAFIA

- ABELSON, P.H. A potential phosphate crisis. *Science* v. 283, p. 2015, 1999.
- Adedokun, S.A.; Sands, J.S.; Adeola. O. Determining the equivalent phosphorus released by an *Escherichia coli*-derived phytase in broiler chicks. *Can. J. Anim. Sci.* v. 84, p. 437-444, 2004.
- AHMADI, H.; RODEHUTSCORD, M. A meta-analysis of responses to dietary nonphytate phosphorus and phytase in laying hens. *Poultry Science*, v. 91, p. 2072-2078, 2012.
- AL-MASRI, M.R. Absorption and endogenous excretion of phosphorus in growing broiler chicks, as influenced by calcium and phosphorus ratios in feed. *British Journal of Nutrition*, v.74, p.407-415, 1995.
- ANDERSON, R.J. Concerning phytin in wheat bran. *J. Biol. Chem.* v. 20, p.493-500, 1915.
- ANDRIGUETTO, J.M. *Nutrição animal*. 4ed. São Paulo: Nobel. p. 396, 1990.
- ANGEL, R.; TAMIM, N.M.; APPLGATE, T.J. et al. Phytic acid chemistry: influence on phytin-phosphorus availability and phytase efficacy. *Journal of Applied Poultry Research*, v.11, n.4, p.471-480, 2002.
- ANUALPEC. Anuário da pecuária brasileira. Editora FNP, 2004. 376 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.
- AUGSPURGER, N.R.; WEBEL, D.M.; LEI, X.G.; BAKER, D.H. Efficacy of an *E. coli* phytase expressed in yeast for releasing phytate-bound phosphorus in young chicks and pigs. *J. Anim. Sci.* (In press), 2003.
- BAHR, J.M. O estresse calórico nas aves. Efeitos sobre o mecanismo hormonal no processo reprodutivo. In: *Simpósio Internacional Sobre Ambiente e Instalações na Avicultura Industrial*; 1995; Campinas, São Paulo, Brasil. p.33-6.
- BALLAM, G.C.; NELSON, T.S.; KIRBY, L.K. Effect of fiber and phytate source and of calcium and phosphorus level on phytate hydrolysis in the chick. *Poultry Science* 63: 333-338, 1984.
- BIEHL, R.R.; BAKER, D.H.; DELUCA, H.F. Hydroxylated cholecalciferol compounds act additively with microbial phytase to improve phosphorus, zinc and manganese in chicks fed soy-based diets. *Journal of Nutrition*, v. 125, p. 2407-2416, 1995.
- BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. *Cienc. Rural*. v.33, p.975-981, 2003.
- BRANDAN, N.C.; LLANOS, I.C.; RODRIGUEZ, A.N. Regulación hormonal del balance fosfoaléico. Facultad de medicina. Universidad Nacional del Nordeste. 2012. Disponível

em <<http://www.med.unne.edu.ar/catedras/bioquimica/pdf/fosfocalcico.pdf>> Acesso em: 14 Out, 2012.

BRENES, A.; MARQUARDT, R.R.; GUENTER, W. et al. Effect of enzyme addition on the performance and gastrointestinal tract size of chicks fed lupin seed and their fractions. *Poultry Science*, v. 81, n. 5, p. 670-678, 2002.

BRUNO, L.G.D. 2002. Desenvolvimento ósseo em frangos de corte: Influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de Paulista. UNESP. Jaboticabal. 72 p.

BUSMAN, L.; LAMB, J.; RANDALL, G.; REHM, G.; SCHMITT, M. The nature of phosphorus in soils. WW-06795-GO. Revisado Julho 2009. 2002. Regents of the University of Minnesota. Disponível em: <<http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems/dc6795.html>>. Acesso em: 20 jan., 2013.

CAMPBELL, G.L.; BEDFORD, M.R. Enzyme applications for monogastric feeds: a review. *Can. J. Anim. Sci.* v. 72, p. 449-466., 1992.

CARNE de frango: Volume De Exportações Registra Alta E Confirma Previsões Da UBABEF Para 2013. UBABEF. 2013. Disponível em: <<http://www.ubabef.com.br/noticias/702?m=62>>. Acesso em: 06 set., 2013.

CARVALHO, D.C.L.; ROSIM, G.C.; GAMA, L.O.R.; TAVARES, M.R.; TRIBIOLI, R.A.; SANTOS, I.R.; CLIQUET Jr, A. Tratamentos não farmacológicos na estimulação da osteogênese. *Rev Saúde Pública*. v. 36, n. 5, p. 647-54, 2002.

CASEY, A.; WALSH, G. Identification and characterization of a phytase of potential commercial interest. *Journal of Biotechnology*, v.110, n.3, p.313-322, 2004.

CAVALHEIRO, A.C.L.; et al. Níveis de fósforo em rações para poedeiras. *Anuário Técnico do instituto de pesquisas zootécnicas ``Francisco Osorio``*. Porto Alegre. V.10. p. 7-16. Dez. 1983.

CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. Enzimas. In: *Bioquímica ilustrada*. 2.ed. São Paulo: Artes Médicas, 1989. p.53-66.

CHEN, C.L. et al. Effects of heat stress on Na⁺, K⁺-ATPase, Mg⁺-activated ATPase, and Na⁺-ATPase activities of broiler chickens vital organs. *J. Toxicol. Environ. Health*, v.41, p.345-356, 1994.

CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. *World's Poultry Science Journal*, v.62, n.1, p.5-15, 2006.

CONTE, A.J. Valor nutritivo do farelo de arroz integral em rações para frangos de corte, suplementadas com fitase e xilanase. Lavras: Universidade Feral de Lavras, 2000. 164p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, 2000.

- COSGROVE, D.J. Inositol Phosphates: Their Chemistry, Biochemistry and Physiology. Elsevier Publication Scientific Publishing Co., New York, 1980.
- COSTA, F. G. P. et al. Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte, durante as fases pré-inicial e inicial. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, n. 3, p. 865-870, 2007.
- COWIESON, A.J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M.R. Supplementation of corn-soy-based diets with an Escherichia coliderived phytase: Effects on broiler chick performance and the digestibility of amino acids and metabolizability of minerals and energy. *Poult. Sci.* v. 85, p. 1389-1397, 2006.
- CUPUL, F. Un Ave familiar poco familiar. Outubro 2005. Disponível em: <<http://www.pvmirror.com/nature/173-bird-esp.html>>. Acesso em: 20 jan., 2013.
- DALE, N. Necessidades de fósforos para pollos. *Avicultura Profissional*, p.80-83, 1983.
- DE BLAS C, MATEOS GG. Nutricion y alimentación de gallinas ponedoras. Barcelona:Editorial Aedos; 1991; 263p.
- DELEZIE, E.; MAERTENS, L.; HUYGHEBAERT, G.. Consequences of phosphorus interactions with calcium, phytase, and cholecalciferol on zootechnical performance and mineral retention in broiler chickens. *Poultry Science*, v. 91, p. 2523-2531, 2012.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; FILHO, S.C.V.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. Métodos para análise de alimentos. INCT-Ciência animal. Visconde de Rio Branco, p.214, 2012.
- DOS SANTOS, T.M.B.; KIEFER, C.; CAPPI, N.; XAVIER, C.A.N. Níveis de Fitase e Temperatura Ambiente na Excreção de Fósforo e Nitrogênio em Dejetos Suínos. 5to Simpósio sobre recursos naturais e socioeconômicos do Pantanal. 9 a 12 de nov., 2010. Corumbá, M.S.
- EDWARDS, H.M. Jr. Dietary 1,25-dihydroxycholecalciferolsupplementaion increases natural phytate phosphorus utilization in chickens. *Journal of Nutrition* v. 123, p. 567-577, 1993.
- EDWARDS Jr, H.M.; PALO, P.; SOONCHAERENYING, S.; ELLIOT, M.A. Factors influencing the bioavailability of phytate phosphorus to chickens. In: SOUTHGATE, D., JOHNSON, I.; FENWICK, G.R. (eds) Nutrient availability: Chemical and Biological Aspects, The Royal Society of Chemistry. Cambridge 1989, p. 271-276.
- EDWARDS Jr., H.M.; VELTMANN, J.r. The role of calcium and phosphorus in the etiology of tibial dyscondroplasia in young chicks. *Journal of Nutrition*, v.113, n.8, p.1568-1575, 1983.
- ENGELEN, A.J.; VAN DER HEEFT, E.C.; RANDSDORP, P.H.G.; SMITH, E.L.C. Simple and Rapid determination of phytase activity. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists International* v. 77, p.760-764, 1994.

EUROPEAN COMMISSION. Prospects for agricultural markets and income in the EU 2010-2020. Dezembro 2010. Disponível em: <http://ec.europa.eu/agriculture/publi/caprep/prospects2010/fullrep_en.pdf>. Acesso em: 20 jan., 2013.

EWING, W.R. Poultry Nutrition. 5th Ed. The Ray Ewing Company, Passadena, California, 1963.

EL HADI H; SYKES AH. Thermal panting and respiratory alkalosis in the laying hens. British Poultry Science 1982; 23:49-57.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO-UN). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Poultry in the 21st century: avian influenza and beyond. Proceedings of the International Poultry Conference, Bangkok, 5-7 Nov. 2007, edited by O. Thieme and D. Pilling. FAO Animal Production and Health Proceedings No. 9. Rome. 2008.

FARIA, DE et al . Desempenho, Temperatura Corporal e Qualidade dos Ovos de Poedeiras Alimentadas com Vitaminas D e C em Três Temperaturas Ambiente. Rev. Bras. Cienc. Avic., Campinas, v.3, n.1, Jan., 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2001000100005&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 04 Apr. 2013.

FERNANDEZ, J. Calcium and phosphorus metabolism in growing pigs. II Simultaneous radio-calcium and radio-phosphorus kinetics. Livestock Production Science 41, 243-254. 1995.

FERREIRA, A.S. Comunicação científica: elaboração de projetos. Notas de aula. Programa de doutorado em zootecnia. Centro de ciências agrárias. Universidade Federal de Viçosa, 2012.

FERREIRA, A.H.C.; LOPES, J.B. Uso da fitase na alimentação de frangos de corte – revisão. Revista Eletrônica Nutritime.Artpigo 169, v. 09, n. 4, p. 1854-1860. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/169_julho%202012_.pdf>. Acesso em 04 Apr. 2013.

FIELD, R.A. Ash and calcium as measures of bone in meat and bone moistures. Meat Sci., v. 55, p.255-264, 1999.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO-UN). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Livestock and Fish Primary Equivalent. 02 June 2010, FAOSTAT on-line statistical service, FAO, Rome, 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/default.aspx>>. Acesso em: 20 jan., 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO-UN). Food Outlook. Biannual report on global food markets. Junho 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/018/al999e/al999e.pdf>> acesso em: 20 junho, 2013.

- FROLICH, W.; DRAKENBERG, T.; ASP, N.-G. Enzymic degradation of phytate (myo-inositol hexaphosphate) in whole grain flour suspension and dough. A comparison between ³¹P NMR spectroscopy and a ferric ion method. *J. Cereal Sci.* v. 4, p. 325-334, 1986.
- FUKAYAMA, E.H.; SAKOMURA, N.K.; DOURADO, L.R.B.; NEME, R.; FERNANDES, J.B.K.; MARCATO, S.M. Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.4, p.629-635, 2008.
- GEHRING, C.K.; BEDFORD, M.R.; DOZIER III, W.A. Interactive effects of phytase and xylanase supplementation with extractable salt-soluble protein content of corn in diets with adequate calcium and nonphytate phosphorus fed to broilers. *Poultry Science*, v. 92, p. 1858-1869, 2013.
- GEHRING, C.K.; BEDFORD, M.R.; DOZIER III, W.A. Extra-phosphoric effects of phytase with and without xylanase in corn-soybean meal-based diets fed to broilers. *Poultry Science*, v. 92, p. 979-991, 2013.
- GLENNIE, E.B.; LITTLEJOHN, C.; GENDEBIEN, A.; HAYES, A.; PALFREY, R.; SIVIL, D.; WRIGHT, K. Phosphates and Alternative Detergent Builders – Final Report, Report No. UC 4011. European Union Environment Directorate, p.121, 2002.
- GOMEZ ALONSO C.; RODRÍGUEZ GARCÍA, M.; CANNATA, J.B. Metabolismo del calcio, del fósforo y del magnesio. SECCIÓN I: ESTRUCTURA Y REGULACIÓN DEL
- GUERNSEY, D.L.; STEVENS, E.D. The cell membrane sodium pump as a mechanism for increasing thermogenesis during cold acclimation in rats. *Science*, v.196, p.908-909, 1977. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/content/196/4292/908.full.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2013. doi: 10.1126/science.860125.
- GUNDERSEN, P. Mass balance approaches for establishing critical loads for nitrogen in terrestrial ecosystems. In: *Proceedings of a Workshop in Lockenberg, Sweden, Copenhagen, Nordic Council of Ministers Report.* 1992, pp. 56–81.
- HARRISON C. O estresse calórico nas aves. Fisiologia e consequências. In: *Simpósio Internacional Sobre Ambiente e Instalações na Avicultura Industrial; Campinas, São Paulo, Brasil.* 1995; p.25-32.
- HARTIG, T. Uber das Klebermehl. *Botanische Z.* v. 13, p. 881-885, 1855.
- HURWITZ, S.; et al. Calcium metabolism and requirements of chickens are affected by growth. *The Journal of Nutrition*, v.125, p.2679-2686, 1995.
- IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Normas de apresentação tabular. Centro de documentação e disseminação de informações. 3. Ed. Rio de Janeiro. 1993, p. 62.
- IGBASAN, F.A.; SIMON, O.; MILKSCH, G.; MANNER, K. Comparative studies of the in vitro properties of phytases from various microbial origins. *Arch. Anim. Nutr.* v. 53, p. 353-373, 2000.

INTERNATIONAL UNION OF BIOCHEMISTRY. Enzyme nomenclature: Recommendations of the Nomenclature Committee of the International Union of Biochemistry. Academic Press, New York, 1979. p 242-247.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Normas de apresentação tabular. Rio de Janeiro, 1993. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/vizualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/normastabular.pdf>>. Acesso em: 12 de out. 2012.

IYAYI, E.A.; FRU-NJI, F.; ADEOLA, O. True phosphorus digestibility of black-eyed pea and peanut flour without or with phytase supplementation in broiler chickens. *Poultry Science*, v. 92, p. 1595-1603, 2013.

JEER, S.; LEWIS, M.; MECK, S.; WITTEN, J.; ZIMET, M. Nonpoint Source Pollution: A Handbook for Local Government, No. 476. Washington, D.C.: American Planning Association, December 1997, p. 31.

JENDZA, J.A.; DILGER, R.N.; SANDS, J.S.; ADEOLA, O. Efficacy and equivalency of an *Escherichia coli*-derived phytase for replacing inorganic phosphorus in the diets of broiler chickens and young pigs. *J. Anim. Sci.*, v. 84, p. 3364-3374, 2006.

KÄLEBO, P.; STRID, K.G. Bone mass determination from microradiographs by computer-assisted videodensitometry. *Acta Radiologica*, v. 29, p. 465-472, 1988.

KARIM, A. Responses of broiler chicks to non-phytate phosphorus levels and phytase supplementation. *International Journal of Poultry Science* v. 5, n. 3, p. 251-254, 2006.

KARIMI, A.; COTO, C.; MUSSINI, F.; GOODGAME, S.; LU, C.; YUAN, J.; BEDFORD, M.R.; WALDROUP, P.W. Interactions between phytase and xylanase enzymes in male broiler chicks fed phosphorus-deficient diets from 1 to 18 days of age. *Poultry Science*, v. 92, p. 1818-1823, 2013.

KERR, M.J.; CLASSEN, H.L.; NEWKIRK, R.W. The effects of gastrointestinal tract microflora and dietary phytase on inositol hexaphosphate hydrolysis in the chicken. *Poult. Sci.* v. 79, (Suppl. 1), p. 11 (Abstract), 2000.

KELLEHER, B P., LEAHY, J. J., HENIHAN, A. M, O'DWYER, T. F., SUTTON, D., LEAHY, M. J. Advances in poultry litter disposal technology – a review. *Bioresource Technology*, v. 83, 2002, p. 27-36.

KELLEY, T. R.; PANCORBO, O. C.; MERKA, W. C.; THOMPSON, S. A.; CABRERA, M. L.; BURHART, H. M. Accumulation of element in fractionated broiler litter during reutilization. *Journal of Applied Poultry Research*, Athens, v. 7, n. 1, p. 27-34, 1998.

KEROVUO, J., ROUVINEN, J., HATZACK, F. Hydrolysis of phytic acid by *Bacillus* phytase. *Biochem. J.*, 352, 623- 628, 2000.

KIEFER, C.; et al . Digestibilidade de dietas suplementadas com fitase para suínos sob diferentes ambientes térmicos. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 42, n. 8, Aug. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-

84782012000800025&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 09 abr., 2013. Epub July 10, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012005000051>.

KIEFER, C. et al. Resposta de suínos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas. *Archivos de Zootecnia*, v.58, p.55-64, 2009. Disponível em: <<http://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v58n221/art6.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2013. doi: 10.4321/S0004-05922009000100006.

KNUCKLES, B.E.; KUZMICKY, D.D.; GUMBMANN, M.R.; BETSCHART, A.A. Effect of myo-inositol phosphate esters on in vitro and in vivo digestion of protein. *J. Food Sci.* v. 54, p. 1348-1350, 1989.

KOONG, L.J. et al. Effects of plane of nutrition on organ size and fasting heat production in pigs. *Journal of Nutrition*, v.112, p.1638-1642, 1982. Disponível em: <<http://jn.nutrition.org/content/112/8/1638.long>>. Acesso em: 15 mar., 2013.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

KORNEGAY, E.T. Digestion of phosphorus and other nutrients: the role of phytases and factors influencing their activity. In: BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. (Eds.) *Enzymes in farm animal nutrition*. Wallingford: Cab Publishing, 2001. 432p.

LASSEN, S. F.; BREINHOLT, J.; OSTERGAARD, P.R.; BRUGGER, R.; BISCHOFF, A.; WYSS, M.; FUGLSANG, C.F. Expression, gene cloning, and characterization of five novel phytases from four Basidiomycete fungi: *Peniophora lycii*, *Agrocybe pediades*, a *Ceriporia* sp., and *Trametes pubescens*. *Appl. Environ. Microbiol.* v. 67, p. 4701-4707, 2001.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. *Commercial poultry nutrition*. 2nd ed. Guelph (Ontario): University Books; 1997; 350p.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. *Nutrition of the chicken*. 4.ed. Guelph: University Books, 2001. 601p.

LELIS, G. R. et al. Suplementação dietética de fitase sobre o metabolismo de nutrientes de frangos de corte, *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 8, p. 1768-1773, 2010.

LELIS, G.R.; et al. *Novos Conceitos em Nutrição Avícola*. 2011. Disponível em <<http://www.aveworld.com.br/artigos/post/novos-conceitos-em-nutricao-avicola>> Acesso em: 14 out. 2012.

LEME, P.R.; ALLEONI, G.F.; CAVAGUTI, E. Utilização da cama de frango na alimentação de bovinos. In: *Simpósio sobre resíduos da produção avícola, Concórdia, SC. Anais...* Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000, p. 44-51.

LEYTEM, A.B.; PLUMSTEAD, P.W.; MAGUIRE, R.O., et al. Interaction of calcium and phytate in broiler diets. 2. Effects on total and soluble phosphorus excretion. *Poultry Science*, v. 87, p.459-467, 2008.

- LIU, N.; RU, Y.J.; LI, F.D.; WANG, J.; LEI, X. Effect of dietary phytate and phytase on proteolytic digestion and growth regulation of broilers. *Arch. Anim. Nutr.* v. 63, p. 292-303, 2009.
- LIU, J.B.; CHEN, D.W.; ADEOLA, O.. Phosphorus digestibility response of broiler chickens to dietary calcium-to-phosphorus ratios. *Poultry Science*, v. 92, p. 1572-1578, 2013.
- LIEBERT, F.; WECKE, C.; SCHONER, F.J. Phytase activities in different gut contents of chickens as dependent on level of phosphorus and phytase supplementations. In: *Proceedings of 1st European Symposium Enzymes in Animal Nutrition*, p. 202–205, 1993.
- LIEM, A.; PESTI, G.M.; ATENCIO, A.; et al. Experimental approach to optimize phytate phosphorus utilization by broiler chickens by addition of supplements. *Poultry Science*, v. 88, p.1655–1665, 2009.
- LIU, D.; DENBOW, D.M. Maternal dietary lipids modify composition of bone lipids and ex vivo prostaglandin E2 production in early postnatal Japanese quail. *Poultry Science*, v.80, n.9, p.1344-1352, 2001.
- LONNERDAL, B.; SANDBERG, A.-S.; SANDSTROM, B.; KUNZ, C., Inhibitory effects of phytic acid and other inositol phosphates on zinc and calcium absorption in suckling rats. *J. Nutr.* 119, 211-214, 1989.
- LUCAS JR, J.; SILVA, F.M.; SANTOS, T.M.B.; OLIVEIRA, R.A. Aproveitamento de resíduos agrícolas para a geração de energia. In: SILVA, M. S.; BRAGA JR., R. A. *Energia, Automação e Instrumentação*. Poços de Caldas: SBEA/UFLA, 1998. p.63-135.
- LUDKE, M.C.M.M.; LÓPEZ, J.; LUDKE, J.V. Fitase em dietas para suínos em crescimento: (I) impacto ambiental. *Ciência Rural*, v.32, n. 1, p.97-102, 2002.
- MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALEZ, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. Jaboticabal, SP: FUNEP/UNESP, 2002. 375p.
- MACHINSKY, T.G. et al. Digestibilidade de nutrientes e balanço de Ca e P em suínos recebendo dietas com ácido butírico, fitase e diferentes níveis de cálcio. *Ciência Rural*, v.40, p.2350-2355, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782010001100016&script=sci_arttext>. Acesso em: 10 abr., 2013.
- MAENZ, D.D. Enzymatic characteristics of phytases as they relate to their use in animal feeds. In: *Enzymes in farm animal nutrition*. BEDFORD, M.R.; PARTRIDGE, G.G. (Eds.) CAB International Publishing, U.K., p. 406, 2001.
- McDONALD, D. Nutritional Considerations. Section I. Nutrition and Dietary Supplementation. In: HARRISON, G.J.; LIGHTFOOT, T. *Clinical Avian Medicine - Volume I*. Disponível em: < <http://www.harrisonsbirdfoods.com/avmed/cam/04nutrition1.pdf> >. Acesso em: 10 abr., 2013.
- McDOWELL, LR. *Vitamins in animal nutrition. Comparative aspects to human nutrition*. San Diego (California): Academic Press, Inc; 1989; 486p.

- McDOWELL, L.R. Minerals in animal and human nutrition. New York: Academic Press. 1992. p. 524.
- McGRATH, J.M.; SIMS, J.T.; MAGUIRE, R.O.; SAYLOR, W.W.; ANGEL, C.R.; TURNER, B.L. Broiler diet modification and litter storage: impacts on phosphorus in litters, soils and runoff. *J. Environ. Qual.* 34, 1896–1909, 2005.
- MELLO, H.H.C. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas mantendo a relação cálcio:fósforo disponível em 2:1. Universidade Federal de Viçosa. 2010. Tese Doutorado. Programa de Pós- Graduação em Zootecnia.
- MINISTERIO de Agricultura Pecuaria e Abastecimento. Decreto lei nº. 76.896 de 06 de janeiro de 1976. *Diario Oficial da União*
- MITCHELL, R.D.; EDWARDS, H.M. Effect of phytase and 1,25-dihydroxycholecalciferol on phytate utilization and the quantitative requirement for calcium and phosphorus in young broiler chickens. *Poultry Science.* v. 75, p. 95-110, 1996.
- MOHAMMED, A.; GIBNEY, M.J.; TAYLOR, T.G. The effect of dietary levels of inorganic phosphorus, calcium and cholecalciferol on the digestibility of phytate phosphorus by the chick. *British Journal of Nutrition.* v. 66, p. 251-259, 1991.
- MULLANEY, E.J.; DALY, C.B.; ULLAH, A.H.J. Advances in phytase research. *Adv. Appl. Microbiol.* v. 47, p. 157-199, 2000.
- MUNARO, F.A.; LOPEZ, J.; TEIXEIRA, A.S. et al. Aumento da disponibilidade do fósforo fítico pela adição de fitase a rações para frangos de corte. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.25, n.5, p.921-931, 1996.
- MUNIZ, E.B.; ARRUDA DE, A.M.V.; FASSANI, E.J.; TEIXEIRA, A.S.; SILVA DA, J.H.V. *Revista Caatinga Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Pro-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação.* v.20, n.3, p.58-69, julho/setembro, 2007.
- MURAKAMI, A.E.; GARCIA, E.R.M.; MARTINS, E.N.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; OLIVEIRA, A.F.G.. Efeito da inclusão de óleo de linhaça nas rações sobre o desempenho e os parâmetros ósseos de frangos de corte. *R. Bras. Zootec.* v.38, n.7, July, 2009.
- NAGATA, A.K.; RODRIGUES, P.B.; RODRIGUES, K.F.; FRIETAS, R.T.F.; ALBINO, L.F.T.; FIALHO, E.T. Uso do conceito de proteína ideal em rações com diferentes níveis energéticos, suplementadas com fitase para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. *Ciênc. agrotec., Lavras*, v. 33, n. 2, p. 599-605, mar./abr., 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of poultry. 9.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1994. 155p.
- NAHM, K.H.; NAHM, B.A. Poultry production and waste management. Republic of Korea, Yu Han Publishing, 2004.
- NAYANI, N.R.; MARKAKIS, P. Phytases. In: GRAF, E. (ed.) Phytic acid: Chemistry and Applications. 1986. pp. 101-110 (Pitlatus Press, Minneapolis).

NELSON, T.S. The utilization of phytate phosphorus by poultry: a review. *Poultry Science*. v. 46, p. 862-871, 1967.

NORMAS de Redação de Teses e Dissertações. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação. Universidade Federal de Viçosa. 2008. Disponível em: <<http://www.ppg.ufv.br/docs/Normas%20de%20Reda%C3%A7%C3%A3o%20de%20Teses%20e%20Disserta%C3%A7%C3%B5es.pdf>> Acesso em: 11 dez., 2012.

OLIVEIRA, N.A.; FERREIRA, A.S.; MORAES, G.H.K.; et al. Deposição de proteínas no fêmur de frangos de corte em função do balanço eletrolítico das dietas. *R. Bras. Zootec.*, vol.35 n.4 (suppl.), Viçosa July/Aug., 2006.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. Effect of environmental temperature on performance and on physiological and hormonal parameters of gilts fed at different levels of digestible energy. *Animal Feed Science and Technology*, v.81, p.319-331, 1999. Disponível em: <<http://directory.umm.ac.id/Data%20Elmu/jurnal/A/Animal%20Feed%20Science%20and%20Technology/Vol81.Issue3-4.Oct1999/10391.pdf>>. Acesso em: 07 abr. 2013.

OLUKOSI, O.A.; KONG, C.; FRU-NJI, F.; AJUWON, K.M.; ADEOLA, O. Assessment of a bacterial 6-phytase in the diets of broiler chickens. *Poultry Science*, v. 92, p. 2101-2108, 2013.

ONYANGO, E.M.; BEDFORD, M.R.; ADEOLA, O. Phtase activity along the digestive tract of the broiler chick: a comparative study of an *Escherichia coli*-derived and *Peniophora lycii* phytase. *Can. J. Anim. Sci.* v. 85, p. 61–68, 2005

PATIENCE, J.F. A review of the role acid-base balance in amino acid nutrition. *J. Anim. Sci.*, v.68, p.398-408, 1990.

PERSSON, H.; TURK, M.; NYMAN, M.; SANDBERG, A.-S. Binding of Cu²⁺, Zn²⁺, and Cd²⁺ to inositol tri-, tetra-, penta-, and hexaphosphates. *J. Agric. Food Chem.* v. 46, p. 3194-3200, 1998.

PINTO, A.R.; SILVA, B.; OLIVEIRA, I.C.; PEREIRA, J.O.S.; NUNES, L. Manual de normalização de trabalhos acadêmicos. Viçosa, MG, 2011. 70 p. Disponível em: <<http://www.bbt.ufv.br/>>. Acesso em: 20 jan., 2013.

PLUMSTEAD, P.W.; LEYTEM, A.B.; MAGUIRE, R.O.; et al. Interaction of calcium and phytate in broiler diets. 1. effects on apparent prececal digestibility and retention of phosphorus. *Poultry Science*, v.87, p.449–458, 2008.

POWAR, V.K.; JAGANNATHAN, V. Purification and properties of phytate-specific phosphatase from *Bacillus subtilis*. *Journal of Bacteriology*, v.151, n.3, p.1102-1108, 1982.

QIAN, H.; KORNEGAY, E.T.; DENBOW, D.W. Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, vitamin D3 and the calcium: total phosphorus ratios in broiler diets. *Poultry Science*. v. 74 (Suppl.1), n.126, 1995.

- QIAN, H. KORNEGAY, E.T.; DENBOW, D.M. Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium: total phosphorus ratio in broiler diets. *Poultry Science*, v. 76, p. 37-46, 1997.
- RAPP, C.; LANTZSCH, H.-J.; DROCHNER, W. Hydrolysis of phytic acid by intrinsic plant or supplemented microbial phytase (*Aspergillus niger*) in the stomach and small intestine of minipigs fitted with re-entrant cannulas. 3. Hydrolysis of phytic acid (IP6) and occurrence of hydrolysis products (IP5, IP4, IP3 and IP2). *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 85, 420-430, 2001.
- RABELLO, C. B. V. Produção de Aves em Clima Quente. In: *Zootec*, 2008, João Pessoa, PB – UFPB/ABZ. Anais... Pernambuco: Departamento de Zootecnia Universidade Federal Rural de Pernambuco. 26 a 30 de maio de 2008.
- RAMA, S.V.; et al. Interaction between dietary calcium and non-phytate phosphorus levels on growth, bone mineralization and mineral excretion in commercial broilers. *Animal Feed Science and Technology*, v.131, p.133–148, 2006.
- RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H.; BRYDEN, W.L. Effects of phytase supplementation, individually or in combination with glycanase, on the nutritive value of wheat and barley. *Poultry Science*, v.78, n.11, p.1588-1595, 1999.
- RAVINDRAN, V.; COWIESON, A.J.; SELLE, P.H. Influence of dietary electrolyte balance and microbial phytase on growth performance, nutrient utilization, and excreta quality of broiler chickens. *Poult. Sci.*, v. 87, p. 677-688, 2008.
- REDDY, N.R., SATHE, S.K., SALUNKHE, D.K. Phytates in legumes and cereals. *Adv. Food Res.* v. 28, p. 1-91, 1982.
- RIANCHO MORAL, J.A.; GONZÁLEZ MACÍAS, J. HUESO. In: *MANUAL PRÁCTICO DE OSTEOPOROSIS Y ENFERMEDADES DEL METABOLISMO MINERAL*. Servicio de medicina interna. Hospital Universitario Marqués de Valdecilla, Universidad de Cantabria, Santander. 2004. Disponível em: <<http://www.infomagnesio.com/investigaciones/inv04.pdf>> Acesso em: 09 abr., 2012.
- ROSOL, T.J.; CAPEN, C.C. Calcium-regulating hormones and diseases of abnormal mineral (calcium, phosphorus, magnesium) metabolism. In: Kaneko, J.J.; Harvey, J.W.; Bruss, M.L. (eds). *Clinical Biochemistry of domestic animals*. Fifth edition. San Diego: Academic Press, 1997. p.619-702. 1997.
- ROSTAGNO, H.S. Exigências nutricionais e biodisponibilidade de fósforo para frangos de corte. In: *SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES*, 1998, Campinas. Anais... Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1998. p.1-27.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos (composição de alimentos e exigências nutricionais). 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 186p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. Tabelas brasileiras

- para vaes y suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 3ed. Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Zootecnia. 2011.
- ROUSSEAU, X.; LETOURNEAU-MONTMINY, M.P.; MEME, N.; MAGNIN, M.; NYS, Y.; NARCY, A. Phosphorus utilization in finishing broiler chickens: Effects of dietary calcium and microbial phytase. *Poultry Science*, v. 91, p. 2829-2837, 2012.
- RUNHO, R.C. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 30, n. 1, fev. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151635982001000100027&lng=pt&nrm=iso> Acesso em 14 out. 2012.
- RUTHERFURD, S.M.; CHUNG, T. K.; THOMAS, D.V.; ZOU, M.L.; MOUGHAN, P.J. 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*, v. 91, p. 1118-1127, 2012.
- RUTZ, F. Absorção de minerais e vitaminas. In: FUNDACAO APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVICOLA. *Fisiologia de digestão e absorção das aves*. Campinas: FACTA, p. 83-98, 1994.
- SANTOS, T. M.B. Caracterização química, microbiológica e potencial de produção de biogás a partir de três tipos de cama, considerando dois ciclos de criação de frangos de corte. 1997. 95f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1997.
- SARTAJ, M.; FERNANDES, L.; PATNI, N. K. Performance of forced, passive, and natural aeration methods for composting manure slurries. *Transaction of the ASAE*, Saint Joseph, v. 40, n. 2, p. 457-463, Mar./Apr. 1997.
- SCHALY, L.M.; GONÇALVES, B.N.; OLIVEIRA, M.C.; LAURENTIZ, A.C. Efeito de níveis de fósforo não-fítico e de fitase sobre o fêmur de frangos de corte. *Biotemas*, v. 22, n. 1, p. 81-85, 2009.
- SCHEIDELER, S.E. Interaction of dietary calcium, manganese, and manganese source (Mn oxide or Mn methionine complex) on chick performance and manganese utilization. *Biological Trace Element Research*. v. 29, n. 3, p. 217-228, 1991.
- SCHONER, V.F.J.; HOPPE, P.P.; SCHWARZ, G. Comparative effects of microbial phytase and inorganic phosphorus on performance and on retentions of phosphorus, calcium and crude ash in broilers. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* v. 66, p. 248, 1991.
- SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C.; YOUNG, R.J. *Nutrition of the chicken*. Ithaca (NY): M.L. Scott & Associates; 1982; 562p.
- SEBASTIAN, S.; TOUCH BURN, S.P.; CHAVEZ, E.R. Implications of Phytic acid and supplemented microbial phytase in poultry nutrition: a review. *World's Poultry Science Journal*. v. 54, p. 27-47, 1998.

- SELLE, P.H.; COWIESON, A.J.; RAVINDRAN, R. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs. *Livest. Sci.*, v.124, n.1, p.126-141, 2009.
- SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition (Review). *Animal Feed Science and Technology*, v. 135, p.1-41, 2007.
- SERC. State Environmental Resource Center. Phosphorus Pollution. Policy issues package. 2005. Disponível em: <<http://www.serconline.org/phosphorus/fact.html>>. Acesso em: 20 jan., 2013.
- SHASTAK, Y.; WITZIG, M.; HARTUNG, K.; RODEHUTSCORD, M. Comparison of retention and prececal digestibility measurements in evaluating mineral phosphorus sources in broilers^{1,2}. *Poultry Science*, v. 91, p. 2201-2209, 2012.
- SHASTAK, Y.; WITZIG, M.; HARTUNG, K.; Bessei W.; RODEHUTSCORD, M. Y. Comparison and evaluation of bone measurements for the assessment of mineral phosphorus sources in broilers^{1,2}. *Poultry Science*, v. 91, p. 2210-2220, 2012.
- SHEPPY, C. The Current Feed Enzyme Market and Likely Trends. In: *Enzymes in farm animal nutrition*. Michael R. Bedford Gary G. Partridge (Ed.). CAB International, U.K., 2001.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3ed. Viçosa: UFV, 2002, p. 235.
- SINGH, P.K. Significance of phytic acid and supplemental phytase in chicken nutrition: a review. *World's Poultry Science Journal*, v. 64, 2008.
- SMITH, T.N.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I.; KILBURN, J.; EDWARDS, H.M. The use of near-infrared reflectance spectroscopy to predict the moisture, nitrogen, calcium, total phosphorus, gross energy, and phytate phosphorus contents of broiler excreta. *Poult. Sci.* v. 80, p. 314-319, 2001.
- SPETZMAN, J.; BLACK, G.; HETZEL, C.; MCDONALD, K.; HEISKARY, S.; HORGAN, B.; MUGAAS, B.; ROSEN, C.; STRUSS, R. Phosphorus in Lawns, Landscapes, and Lakes: An Informative Guide on Phosphorus. Minnesota Department of Agriculture, 2005. Disponível em: <<http://www.mda.state.mn.us/news/publications/chemfert/reports/phosphorusguide.pdf>>. Acesso em: 20 jan., 2013.
- STANFORD, M. Calcium metabolism. In: HARRISON, G.J.; LIGHTFOOT, T. *Clinical Avian Medicine - Volume I*. Disponível em: <<http://www.harrisonsbirdfoods.com/avmed/cam/04nutrition1.pdf>>. Acesso em: 08 abr., 2013.
- SUTTLE, N. F. *The mineral nutrition of livestock*. 4 ed. CABI Publishing. 1825-205p. 2010.
- SWENSON, M.J. *Dukes - Fisiologia dos animais domésticos*. 12.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 946p.

- TAHIR, M.; SHIM, M.Y.; WARD, N.E.; WESTERHAUS, M.O.; PESTI, G.M. Evaluation of near-infrared reflectance spectroscopy (NIRS) techniques for total and phytate phosphorus of common poultry feed ingredients. *Poultry Science*, v. 91, p. 2540-2547, 2012.
- TAKEMASA, M.; MURAKAMI, H.; YAMAZAKI, M. Reduction of phosphorus excretion in chicks by addition of yeast phytase. *Jpn. Poult. Sci.* v. 33, p. 104–111, 1996.
- TAMIM, N.M.; ANGEL, R.; CHRISTMAN, M. Influence of Dietary Calcium and Phytase on Phytate Phosphorus Hydrolysis in Broiler Chickens. *Poultry Science*, v. 83, p.1358–1367, 2004.
- TURK, M.; SANDBERG, A.S.; CARLSSON, N.G.; ANDID, T. Inositol hexaphosphate hydrolysis by baker`s yeast, capacity, kinetics and degradation products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. v. 48, p. 100-104, 2000.
- TWINING, P.F.; LILLIE, R.J.; ROBEL, E.J.; DENTON, C.A. Calcium and phosphorus requirements of broiler chickens. *Poultry Science*, v. 44, p. 283, 1965.
- UBABEF. União Brasileira de Avicultura. Relatório Anual. 2012. Disponível em: <<http://www.abef.com.br/ubabef/down.php?arq=cmVsYXRvcmlvLWFudWFsLTIwMTIucGRm>>. Acesso em: 20 jan., 2013.
- UFV – Universidade Federal de Viçosa. 2007. SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 8.0. UFV, Viçosa, Brasil, p. 59. (Manual do usuário).
- UNDERWOOD, E.J. *The Mineral Nutrition of Livestock*, 2nd edn. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, UK, p. 1. 1981.
- VIEITES, F.M.; FRAGA, A.L.; MORAES, G.H.K.; VARGAS JÚNIOR, J.G.; NALON, R.P.; CORRÊA, G.S.S.; NUNES, R.V. Cálcio, fósforo e proteína total no sangue de frangos de corte em função de níveis de balanço eletrolítico da ração. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.63, n.4, p.887-894, 2011.
- VÖLKER, L.H.; WEISER, H. The relevance of vitamins D3 and C for bone metabolism in poultry. In: *Maryland Nutrition Conference for Feed Manufactures*; Maryland; USA; 1993; p.42-54.
- WAIDRIP-DAIL, H.; HE, Z.; ERICH, S.M. E ILONEVCUTT, I.C. Soil Phosphorus Dynamics in Response to Poultry Manure Amendment. *TECHNICAL ARTICLE*. *Soil Science*. Vol. 174, no. 4, abril 2009.
- WALK, C.L.; ADDO-CHIDIE, E.K.; BEDFORD, M.R.; ADEOLA, O.. Evaluation of a highly soluble calcium source and phytase in the diets of broiler chickens. *Poultry Science*, v. 91, p. 2255-2263, 2012.
- WALK, C.L.; BEDFORD, M.R.; SANTOS, T.S.; PAIVA, D.; BRADLEY, J.R.; WLADECKI, H.; HONAKER, C. McELROY, A.P. Extra-phosphoric effects of superdoses of a novel microbial phytase. *Poultry Science*, v. 92, p. 719-725, 2013.

- WASSERMAN, R.H.; TAYLOR, A.N. Intestinal absorption of phosphorus in the chicks. Effect of vitamin D and other parameters. *Journal of Nutrition*. v. 103, p. 586-599, 1973.
- WATKINS, B.A. [2003]. Longitudinal growth and modeling of bone. Disponível em: <http://www.novusint.com/Public/Library/Techpaper.asp?ID=9ift.confex.com/ift/200/techprogram/paper_4941.htm>. Acesso em: 12/2/2006.
- WILLIAMS, B.; et al. Dietary effects on bone quality and turnover, and Ca and P metabolism in chickens. *Research in Veterinary Science*, v.69, p.81–87, 2000.
- WILLIAMS, C.M. Poultry waste management in developing countries. Food and agriculture organization of the united nations. *Poultry Development review*. 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/013/al715e/al715e00.pdf>>. Acesso em: 20 jan., 2013.
- WILLIAMS, M.; BARKER, J.; SIMS, J. Management and utilization of poultry wastes. *Rev Environ Contam Toxicol.*, vol. 162, 1999, p. 105–157.
- WISE, A. Dietary factors determining the biological activity of phytase. *Nutrition Abstract and Reviews*. v. 53, p. 791-806, 1983.
- WODZINSKI, R.J.; ULLAH, A.H.J. Phytase. *Advances in Applied Microbiology*. v. 42, p. 263-303, 1996.
- WORLD Poultry Meat Production to Rise in 2012. The poultry site. 2012. Disponível em: <<http://www.thepoultrysite.com/poultrynews/25806/world-poultry-meat-production-to-rise-in-2012>>. Acesso em: 20 jan., 2013.
- XIE, M.; et al. Interaction between dietary calcium and non-phytate phosphorus on growth performance and bone ash in early White Pekin ducklings. *Animal Feed Science and Technology*, v.151, p.161–166, 2009.
- ŻYŁA, K.; MIKA, M.; DULIŃSKI, R.; ŚWIĄTKIEWICZ, S.; KORELESKI, J.; PUSTKOWIAK, H.; PIIRONEN, J. Effects of inositol, inositol-generating phytase B applied alone, and in combination with 6-phytase A to phosphorus-deficient diets on laying performance, eggshell quality, yolk cholesterol, and fatty acid deposition in laying hens. *Poultry Science*, v. 91, p. 1915-1927, 2012.

CAPÍTULO 1

NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE

RESUMO - Foi realizado um experimento na Universidade Federal de Viçosa para validar os níveis de fósforo disponível (Pd) para frangos de corte de desempenho médio preconizados nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011) suplementado a partir de fosfato bicálcico para frangos de corte machos no período dos oito aos 21, 33 e 45 dias de idade mantendo-se a relação cálcio: Pd em 2,13:1. Foram utilizadas 480 aves da linhagem Cobb[®], distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com três níveis, oito repetições e 20 aves por unidade experimental. A dieta foi isoenergética e isotrófica baseada em milho e farelo de soja. Houve três planos alimentícios: inicial (8-21 dias), crescimento (21-33 dias) e finalização (33-45 dias) mantendo níveis abaixo da exigência (90%); valores da exigência (ROSTAGNO et al., 2011) (assumidos como 100%); e acima da exigência (110%). Os percentuais respectivos de Pd por fase foram: inicial: 0,352, 0,391 (100%) e 0,430; crescimento: 0,308, 0,342 (100%) e 0,376; e finalização 0,268, 0,298 (100%) e 0,328. Cada grupo de animais manteve-se no mesmo nível de proporção (90-100-110%) ao longo do experimento. Os parâmetros avaliados foram peso final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, e quantificadas as cinzas (Cz), o fósforo (P) e o cálcio (Ca) nas tíbias (22 e 33 dias) ou fêmures (45 dias). Não houve diferenças nos valores de desempenho aos 21 dias nem aos 33 dias. Aos 45 dias houve piora na conversão alimentar conforme os níveis aumentaram ($P < 0,05$). Em relação aos parâmetros ósseos aos 21 dias foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) somente para o P (% e g). Aos 33 dias não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) para nenhum dos parâmetros ósseos. Aos 45 dias houve diferenças significativas ($P < 0,05$) para peso do fêmur, Cz (% e g) e quantidade de Ca e de P. Recomenda-se diminuir os níveis de Pd em 10% até o dia 33 de idade.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção pecuária são constantemente objeto de pesquisas no intuito de aumentar a produtividade para alimentar a população crescente.

As linhagens de aves têm sido melhoradas pela zootecnia favorecendo o constante ajuste dos seus requerimentos. A produção de frango de corte requer fósforo adicionado nas rações animais. Este mineral, sendo recurso natural, não é renovável e está se esgotando.

A segurança alimentar e a independência alimentar, além de políticas fortes e emancipatórias, precisam de estudos que promovam avanços para obtenção limpa de proteína de boa qualidade e a preços acessíveis.

O frango, sendo uma das carnes mais apetecidas no mundo, exige dos profissionais constante melhora e evolução tanto no seu perfil nutricional quanto ao preço; ao mesmo tempo, a necessidade de preservar o ambiente permite que haja a necessidade de pesquisas bem direcionadas já que o crescimento da população exponencial demanda o aumento de alimentos sendo que não há possibilidade duplicar as áreas de produção.

Uma população em constante crescimento e a necessidade da zootecnia de produzir mais proteína de boa qualidade e a preços acessíveis, junto com o dever da produção limpa tendo presente a sustentabilidade, levam a formular o objetivo deste estudo: validar os níveis de fósforo disponível para frangos de corte machos de desempenho médio, preconizados nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011) através de análise de desempenho e dos parâmetros ósseos dos animais sob estudo quando adicionado fosfato bicálcico na dieta.

2 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, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética para Uso de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa em 21 julho de 2012 segundo Protocolo No. 021/2012 (Anexo A).

O ensaio foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia (Centro de Ciências Agrárias) da Universidade Federal de Viçosa (Minas Gérias, Brasil), no período compreendido entre maio e julho, em 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 pela classificação de Köppen e Geiger (1928) (inverno seco e verão úmido), com temperatura média anual de 20,9°C e precipitação pluviométrica anual de 1203mm³. O período experimental foi de 38 dias: fase inicial (dia oito a dia 21), fase de crescimento (dia 21 a dia 33) e fase de finalização (dia 33 a dia 45).

480 pintos de corte Cobb[®] machos de oito dias de idade e com peso médio de 180g foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado sendo três níveis de fósforo disponível (Pd) suplementado a partir de fosfato bicálcico, com oito repetições de 20 aves cada. As aves foram alojadas em 24 boxes (2,25m² cada) com piso de cimento, coberto com cepilhos de madeira, em galpão de alvenaria, com dimensões 4,5m x 19,4m x 2,8m de pé direito, situado no sentido Leste-Oeste, coberto com telhas de cimento amianto, com lanternim, laterais possuindo muretas de 0,5m. de altura e o restante fechado com tela de ½” e cortinas com abertura de cima para baixo.

Os níveis de Pd (Tratamentos) usados para formulação das rações experimentais foram feitos partindo dos níveis recomendados nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011) para frangos de corte machos de desempenho médio, o qual foi assumido como 100%, e mais dois níveis: -10% e +10% (90%, 100% e 110%) (Tabela 1.1), sendo os animais assignados em cada tratamento, mantidos nesse mesmo nível durante o experimento todo.

Tabela 1.1 - Níveis de fósforo disponível* por fase para frangos de corte machos de desempenho médio e distribuição dos tratamentos.

	8 a 21 dias	21 a 33 dias	33 a 45 dias
90% da exigência	0,352	0,308	0,268
Exigência** (100%)	0,391	0,342	0,298
110% da exigência	0,430	0,376	0,328

*Relação Ca:Pd 2,13:1

** Segundo as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011).

Além das oito repetições de cada tratamento (*SUPRA*), conforme já descritas, outras cinco repetições foram feitas, para cada um dos tratamentos, para amostragem (abate e retirada das tíbias e fêmures), com o objetivo de evitar desequilíbrio nas repetições do experimento de desempenho e não prejudicar as análises estatísticas. Assim, para atender este procedimento, um total de mais 300 aves de corte Cobb[®] machos foram criadas no mesmo galpão experimental e com as mesmas rações experimentais para cada tratamento.

O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz (natural + artificial), durante todo o período experimental, utilizando-se lâmpadas de 60W. Até o dia 21 foram utilizadas lâmpadas infravermelho de 250W para aquecimento. A temperatura diária foi mensurada (às 08:00H e às 16:00H) no interior dos galpões com termômetros de máxima e mínima durante todo o período experimental. As médias são apresentadas na tabela 1.2.

Tabela 1.2 - Temperaturas médias registradas durante o período experimental.

Temperatura média °C	08:00H		16:00H	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
	22,6	27,8	24,3	28,5

As aves receberam ração e água à vontade. Os valores de matéria seca, de P e de Ca apresentam-se na tabela 1.3. As rações experimentais (Tabelas 1.4 a 1.6) foram isonutritivas, à base de milho e de farelo de soja, e formuladas para atender às necessidades nutricionais de frangos de corte conforme as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011).

Tabela 1.3 - Composição nutricional dos ingredientes utilizados nas rações experimentais*.

Ingredientes	Cálcio	Fósforo	Matéria Seca
Milho	0,050	0,257	88,270
Farelo de soja	0,237	0,608	88,810
Calcário	36,710	-	99,850
Fosfato bicálcico	23,570	18,140	99,750

*Determinações feitas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Tabela 1.4 - Ração experimental para a fase de criação (8 a 21 dias).

Ingredientes	90%	100%	110%
Milho 7,88%	56,257	56,257	56,257
Farelo de Soja 45%	36,462	36,462	36,462
Óleo de Soja	2,858	2,858	2,858
Areia	0,800	0,505	0,210
Calcário	0,876	0,960	1,043
Fosfato Bicálcico	1,286	1,498	1,709
Sal Comum	0,482	0,482	0,482
DL-Metionina, 99%	0,275	0,275	0,275
L-Lisina/HCl, 78,4%	0,165	0,165	0,165
L-Treonina, 98,5%	0,039	0,039	0,039
Suplemento Mineral ¹	0,110	0,110	0,110
Suplemento Vitamínico ²	0,110	0,110	0,110
Cloreto de Colina 60%	0,100	0,100	0,100
Salinomicina 12% ³	0,055	0,055	0,055
Avilamicina 10% ⁴	0,010	0,010	0,010
BHT	0,010	0,010	0,010
Amido	0,100	0,100	0,100
TOTAL	100	100	100
Níveis calculados e analisados de cálcio e fósforo total			
Energia Metabolizável, Kcal/kg	3000,000	3000,000	3000,000
Proteína Bruta, %	21,260	21,260	21,260
Cálcio, %	0,750	0,833	0,916
Cálcio analisado⁵, %	0,739	0,819	0,900
Fósforo Total calculado⁶, %	0,583	0,622	0,661
Fósforo Total analisado⁵, %	0,600	0,639	0,677
Fósforo disponível, %	0,352	0,391	0,30
Lisina digestível, %	1,174	1,174	1,174
Lisina total, %	1,278	1,278	1,278
Metionina + Cistina digestível, %	0,846	0,846	0,846
Metionina + Cistina total, %	0,925	0,925	0,925
Arginina digestível, %	1,347	1,347	1,347
Treonina digestível, %	0,763	0,763	0,763
Treonina total, %	0,868	0,868	0,868
Triptofano digestível, %	0,240	0,240	0,240
Triptofano total, %	0,263	0,263	0,263
Valina digestível, %	0,904	0,904	0,904
Valina total, %	1,040	1,040	1,040

¹ 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.

² 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.

³ Coxistac 12%.

⁴ Surmax 10%.

⁵ Valores baseados nas análises feitas aos ingredientes apresentadas na tabela 1.3.

⁶ Valores calculado a partir das informações contidas nas Tabelas Brasileiras para aves e suínos (Rostagno et al., 2011).

Tabela 1.5 - Ração experimental para a fase de crescimento (21 a 33 dias).

Ingredientes	90%	100%	110%
Milho 7,88%	59,535	59,535	59,535
Farelo de Soja 45%	32,715	32,715	32,715
Óleo de Soja	3,718	3,718	3,718
Areia	0,800	0,542	0,284
Calcário	0,780	0,853	0,927
Fosfato Bicálcico	1,082	1,267	1,452
Sal Comum	0,457	0,457	0,457
DL-Metionina, 99%	0,249	0,249	0,249
L-Lisina/HCl, 78,4%	0,158	0,158	0,158
L-Treonina, 98,5%	0,027	0,027	0,027
Suplemento Mineral ¹	0,100	0,100	0,100
Suplemento Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100
Cloreto de Colina 60%	0,100	0,100	0,100
Salinomicina 12% ³	0,055	0,055	0,055
Avilamicina 10% ⁴	0,010	0,010	0,010
BHT	0,010	0,010	0,010
Amido	0,100	0,100	0,10
TOTAL	100	100	100
Níveis calculados e analisados de cálcio e fósforo total			
Energia Metabolizável, Kcal/kg	3100,000	3100,000	3100,000
Proteína Bruta, %	19,791	19,791	19,791
Cálcio, %	0,656	0,728	0,801
Cálcio analisado⁵, %	0,637	0,708	0,778
Fósforo Total calculado⁶, %	0,532	0,766	1,035
Fósforo Total analisado⁵, %	0,548	0,778	1,041
Fósforo disponível, %	0,308	0,342	0,376
Lisina digestível, %	1,078	1,078	1,078
Lisina total, %	1,175	1,175	1,175
Metionina + Cistina digestível, %	0,787	0,787	0,787
Metionina + Cistina total, %	0,862	0,862	0,862
Arginina digestível, %	1,239	1,239	1,239
Treonina digestível, %	0,701	0,701	0,701
Treonina total, %	0,799	0,799	0,799
Triptofano digestível, %	0,219	0,219	0,219
Triptofano total, %	0,242	0,242	0,242
Valina digestível, %	0,841	0,841	0,841
Valina total, %	0,943	0,943	0,943

¹ Suplemento mineral aves - Composição por kg de ração: cobre, 1g; ferro, 5g; iodo 0,1g.; manganês, 7g; selênio, 30mg; zinco, 6,5g.; veículo.

² Suplemento vitamínico - Composição por kg de ração: vit. A, 750000UI; vit. D3, 190000UI; vit. E 2800UI; vit. B1, 0,2g; vit B2, 0,5mg; vit. B6, 0,28g; B12, 1,2mg; vit. K3, 0,15g; ác. pantotênico, 1g; ácido nicotínico 3g; ácido fólico, 70mg; biotina, 7mg; antioxidante Não reportado; veículo.

³ Coxistac 12%.

⁴ Surmax 10%.

⁵ Valores baseados nas análises feitas aos ingredientes apresentadas na tabela 1.3.

⁶ Valores calculado a partir das informações contidas nas Tabelas Brasileiras para aves e suínos (Rostagno et al., 2011).

Tabela 1.6 - Ração experimental para a fase final (33 a 45 dias).

Ingredientes	90%	100%	110%
Milho 7,88	63,097	63,097	63,097
Farelo de Soja 45%	29,428	29,428	29,428
Óleo de Soja	3,768	3,768	3,768
Areia	0,800	0,575	0,350
Calcário	0,696	0,759	0,823
Fosfato Bicálcico	0,894	1,055	1,216
Sal Comum	0,444	0,444	0,444
DL-Metionina, 99%	0,225	0,225	0,225
L-Lisina/HCl, 78,4%	0,170	0,170	0,170
L-Treonina, 98,5%	0,024	0,024	0,024
Suplemento Mineral ¹	0,075	0,075	0,075
Suplemento Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100
Cloreto de Colina 60%	0,100	0,100	0,100
Salinomicina 12% ³	0,055	0,055	0,055
Avilamicina 10% ⁴	0,010	0,010	0,010
BHT	0,010	0,010	0,010
Amido	0,100	0,100	0,100
TOTAL	100	100	100
Níveis calculados e analisados de cálcio e fósforo total			
Energia Metabolizável, Kcal/kg	3150,000	3150,000	3150,000
Proteína Bruta, %	18,580	18,580	18,580
Cálcio, %	0,571	0,635	0,698
Cálcio analisado⁵, %	0,568	0,629	0,690
Fósforo Total calculado⁶, %	0,488	0,518	0,547
Fósforo Total analisado⁵, %	0,503	0,532	0,562
Fósforo disponível, %	0,268	0,298	0,328
Lisina digestível, %	1,010	1,010	1,010
Lisina total, %	1,101	1,101	1,101
Metionina + Cistina digestível, %	0,737	0,737	0,737
Metionina + Cistina total, %	0,808	0,808	0,808
Arginina digestível, %	1,147	1,147	1,147
Treonina digestível, %	0,656	0,656	0,656
Treonina total, %	0,749	0,749	0,749
Triptofano digestível, %	0,202	0,202	0,202
Triptofano total, %	0,223	0,223	0,223
Valina digestível, %	0,788	0,788	0,788
Valina total, %	0,884	0,884	0,884

¹ Suplemento mineral aves - Composição por kg de ração: cobre, 10g; ferro, 50g; iodo 1g.; manganês, 70g; selênio, 300mg; zinco, 65g.; veículo.

² Suplemento vitamínico - Composição por kg de ração: vit. A, 7500000UI; vit. D3, 1900000UI; vit. E 28000UI; vit. B1, 2g; vit B2, 5mg; vit. B6, 2,8g; B12, 12mg; vit. K3, 1,5g; ác. pantotênico, 10g; ácido nicotínico 30g; ácido fólico, 700mg; biotina, 70mg; antioxidante Não reportado; veículo.

³ Coxistac 12%.

⁴ Surmax 10%.

⁵ Valores baseados nas análises feitas aos ingredientes apresentadas na tabela 1.3.

⁶ Valores calculado a partir das informações contidas nas Tabelas Brasileiras para aves e suínos (Rostagno et al., 2011).

A tabela 1.7 apresenta os valores analisados de proteína bruta, cálcio, fósforo total e matéria seca das rações experimentais feitas segundo a fase e o nível de Pd.

Tabela 1.7 - Composição de proteína bruta, cálcio, fósforo total e matéria seca analisada das rações experimentais segundo plano alimentário e nível de fósforo disponível*.

Plano alimentário	Nível	Proteína Bruta	Cálcio	Fósforo Total	Matéria Seca
Inicial	90	21,348	0,539	0,519	90,053
	100	21,215	0,609	0,536	89,897
	110	20,415	0,710	0,576	89,833
Crescimento	90	20,915	0,568	0,459	90,221
	100	20,210	0,642	0,518	90,380
	110	20,206	0,678	0,562	90,142
Finalização	90	17,504	0,521	0,467	90,339
	100	19,051	0,581	0,529	90,250
	110	18,648	0,624	0,568	89,664

*Determinações feitas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

As rações foram formuladas mantendo a relação Ca:Pd em 2,13:1 e a disponibilidade do P dos ingredientes vegetais foi considerada usando os valores das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011).

A mortalidade foi registrada para correção dos dados de desempenho. As aves e as rações foram pesadas no início (aos oito dias), aos 21, aos 33 e aos 45 dias de idade das aves para determinação do ganho de peso, do consumo de ração e para o cálculo da conversão alimentar. Aos 21, aos 33 e aos 45 dias de idade, cinco aves na média de peso de cada repetição ($\pm 10\%$), totalizando 40 aves por tratamento, foram abatidas, pelo procedimento de eletronar-cose e sangria, de acordo com protocolo estabelecido pelo Comitê de Ética para Uso de Animais/DZO/UFV (Protocolo No. 021/2012 (Anexo A)) para retirada das tíbias e dos fêmures e posteriores análises de parâmetros ósseos. As tíbias foram totalmente descarnadas e separados da cartilagem e da fíbula. Foi feita pre-secagem em estufa de ventilação forçada (55-60°C por 72 horas). Em seguida os ossos foram triturados em moinho de bola. A secagem definitiva foi feita em estufa sem ventilação forçada de ar (105°C por 72 horas). A quantificação das cinzas ósseas consistiu da incineração das tíbias (desengorduradas com éter, moídos e homogeneizados) por 6 horas a 600°C para determinação do percentual do resíduo sendo expressos na matéria seca desengordurada. A solução mineral para a determinação de fósforo e cálcio foi obtida das cinzas por via seca, e a determinação do fósforo foi realizada pelo método de fotometria, o cálcio foi determinado por absorção atômica com chama (cinzas (% e g), cálcio

(% e g), fósforo (% e g), de acordo com a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002) e Detmann et al. (2012).

Os pintinhos foram adquiridos com um dia de idade no mercado local, sendo que até os oito dias de idade, foram criados de acordo com as normas de manejo do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa e receberam ração pré-inicial 0,47% de Pd e 0,92% de cálcio como preconizado nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011) no mesmo galpão que foi destinado ao experimento.

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando houve diferença significativa ($P < 0,05$) as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK). As análises estatísticas dos parâmetros analisados foram realizadas utilizando-se os programas SAEG (UFV, 2007) e ASSISTAT (UFCG, 2012) (Anexo B). 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 ;

μ = efeito médio geral;

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

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

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado de peso final, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar obtidos com frangos de corte machos Cobb[®] no período de oito aos 21 dias de idade apresentaram-se na tabela 1.7.

Tabela 1.7 - Médias de peso final, de ganho de peso, de consumo de ração e de conversão alimentar para frangos de corte machos de 8 a 21 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível*.

Tratamentos	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	0,806	0,621	0,946	1,523
100%	0,833:0,391	0,180	0,798	0,617	0,932	1,511
110%	0,916:0,430	0,181	0,787	0,607	0,923	1,524
Média	-	-	0,797	0,615	0,933	1,520
CV (%)	-	-	4,130	5,060	3,160	3,480

* nível de 5% de probabilidade

Não houve diferenças ($P>0,05$) entre os níveis de Pd testados para frangos de corte dos oito aos 21 dias de idade para as variáveis de desempenho.

As médias de teor de cinzas, de cálcio e de fósforo na tíbia 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 1.8.

Tabela 1.8 - Médias do teor de cinzas, de cálcio e de fósforo na tíbia de frangos de corte machos de 8 a 21 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível*.

Tratamento	Níveis Ca:Pd	Peso tíbia (g)	Cinzas		Cálcio		Fósforo	
			(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
90%	0,750:0,352	1,794	46,914	0,841	17,952	0,321	9,349 ^b	0,167 ^b
100%	0,833:0,391	1,957	46,520	0,911	18,296	0,358	11,092 ^a	0,217 ^a
110%	0,916:0,430	1,937	47,162	0,913	18,302	0,354	11,488 ^a	0,223 ^a
Média	-	1,896	46,865	0,889	18,183	0,345	10,643	0,202
CV (%)	-	12,090	1,410	12,260	12,610	17,730	6,990	13,320

* nível de 5% de probabilidade

Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre se pelo teste SNK a 5% de probabilidade.

Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) nas variáveis cinzas (%) e cálcio (Ca) (%). Entretanto encontraram-se diferenças entre os níveis para as variáveis percentual ($P=0,00005$) e quantidade de fósforo ($P=0,00009$), sendo que nos níveis da exigência e acima

da mesma, mostraram-se iguais entre eles mas foram diferentes ($P < 0,05$) do nível abaixo da exigência.

Pode-se inferir que o menor nível estudado (90%) (Pd 0,352%; 8-21 dias) foi suficiente para manter o desempenho ao mesmo nível da exigência (100%) para frangos de corte machos de desempenho médio. O fato de não observar diferenças pode estar associado à possível mobilização de P do tecido ósseo, que pode estar sendo utilizado para suprir os níveis requeridos e garantir o ótimo desempenho, sendo que nesta fase há uma grande demanda para mineralização óssea.

Os valores de consumo de ração deste estudo discordaram dos resultados de alguns autores (MUNARO, 1996; SEBASTIAN et al., 1996; VIVEIROS et al., 2002) que têm reportado que há redução no consumo de alimento quando o P é adicionado abaixo dos valores da exigência. Em dietas deficientes em níveis nutricionais, as aves tentam compensar com uma maior ingestão; neste estudo pode-se inferir que o menor nível de Pd usado (0,352%) não representou uma deficiência o suficiente para inibir o consumo de alimento, resultados concordes com Teixeira et al. (2013) que usando níveis crescentes de Pd (0,301%-0,500%) com aves Cobb-500[®] assim como também com os resultados de Gomes et al. (2004) onde, usando níveis crescentes de Pd (0,150%-0,600%) não observaram diferenças para este parâmetro em machos Hubbard[®].

Em relação aos parâmetros ósseos neste período, o uso de níveis abaixo da exigência garantiu os mesmo resultados obtidos para os níveis da exigência e acima da mesma para o caso das variáveis peso de tíbia, cinzas e Ca no osso. Assim, para a variável P (% e g), o nível de abaixo da exigência usado neste experimento, não foi suficiente para promover a mesma deposição deste mineral para os outros dois níveis, uma vez que os resultados mostram diferenças ($P > 0,05$), indicando que, nas condições experimentais deste ensaio, quanto mais P é adicionado na dieta há uma maior deposição concordando com estudos prévios (LAN et al., 2002; GOMES et al., 2004; SANTOS, 2005).

Assim, relacionando os dados de desempenho com os dados dos parâmetros ósseos, pode estar acontecendo algum tipo de demanda de P a partir do tecido ósseo para supri-lo em favor da demanda de ganho de peso das aves, isto porque os parâmetros ósseos são mais sensíveis às mudanças na dieta do que os parâmetros de desempenho. Abreu (1989) constatou que os parâmetros ósseos são mais sensíveis para avaliar níveis de P para aves, uma vez que para ótimo desempenho sua exigência mínima, é inferior à necessária para máxima mineralização dos ossos. Segundo Gomes et al. (2004) níveis abaixo das recomendações reduzem a

deposição de matéria mineral no tecido ósseo, o que pode influenciar negativamente a integridade e resistência óssea. Os valores de exigência para adequada mineralização óssea atingem valor pico quando as aves estão com quatro semanas de idade Talaty et al. (2009) sendo que tinha sido verificado que o teor de cinzas, Ca e P nos ossos atinge o valor máximo aos 22 dias de idade (BARREIRO et al., 2009a). Estes resultados indicam que pode haver alguma limitação de P quando usado níveis de Pd abaixo da exigência no presente experimento.

Os resultados de peso final, de ganho de peso, de consumo de ração e de conversão alimentar obtidos com frangos de corte machos Cobb® no período dos oito aos 33 dias estão apresentados na tabela 1.9.

Tabela 1.9 - Médias de peso final, de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para frangos de corte machos de 8 a 33 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível*.

Tratamento	Níveis Ca:Pd 8-21//21-33	Peso Inicial (kg)	Peso Final (kg)	Ganho de peso (kg)	Consumo ração (kg)	Conversão alimentar
90%	0,750:0,352//0,656:0,308	0,180	1,928	1,748	2,690	1,540
100%	0,833:0,391//0,728:0,342	0,180	1,910	1,730	2,670	1,544
110%	0,916:0,430//0,801:0,376	0,181	1,913	1,732	2,658	1,535
Média	-	-	1,917	1,740	2,673	1,540
CV (%)	-	-	3,380	3,650	2,290	2,720

* nível de 5% de probabilidade

Não houve diferenças ($P>0,05$) entre nenhum dos níveis de Pd testados para frangos de corte entre os oito e até os 33 dias de idade para as variáveis de desempenho. O Pd incluído na dieta parece não estar limitando o desempenho animal.

As médias de teor de cinzas, de cálcio e de P na tíbia de frangos de corte machos de oito aos 33 dias de idade, de acordo com diferentes níveis em estudo estão apresentadas na tabela 1.10.

Tabela 1.10 - Médias do teor de cinzas, de cálcio e de fósforo na tíbia de frangos de corte machos de 8 a 33 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível*.

Tratamento	Níveis Ca:Pd 8-21//21-33dias	Peso tíbia (g.)	Cinzas		Cálcio		Fósforo	
			(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
90%	0,750:0,352//0,656:0,308	4,905	48,207	2,365	20,122	0,985	10,440	0,510
100%	0,833:0,391//0,728:0,342	4,848	47,428	2,298	21,045	1,019	11,465	0,554
110%	0,916:0,430//0,801:0,376	5,117	48,121	2,463	20,055	1,027	11,306	0,578
Média	-	4,957	47,919	2,375	20,407	1,010	11,070	0,547
CV (%)	-	8,920	1,470	8,930	8,830	12,030	10,320	11,350

* nível de 5% de probabilidade.

Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) nos parâmetros ósseos para o período compreendido entre os oito e os 33 dias.

Em relação aos parâmetros ósseos neste período, verifica-se que os menores níveis de Pd testados permitiram atingir os mesmos resultados que quando suplementados níveis da exigência. Isto reflete que a mineralização óssea foi efetiva para frango de corte nesta dos oito aos 33 dias de idade. A sensibilidade dos ossos às mudanças da dieta decresce com o avanço da idade das aves sendo maior aos 21 dias do que aos 33 dias de idade (BARREIRO et al., 2009b; KARIMI et al., 2013).

No presente experimento parece no haver limitações severas de P quando usados níveis de Pd abaixo da exigência, uma vez que os resultados foram semelhantes entre os diferentes níveis.

Os resultados de peso final, de ganho de peso, de consumo de ração e de conversão alimentar obtidos com frangos de corte machos Cobb[®] no período de oito aos 45 dias de idade estão apresentados na tabela 1.11.

Tabela 1.11 - Médias de peso final, de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para frangos de corte machos de 8 a 45 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível*.

Tratamento	Níveis Ca:Pd 8-21//21-33//33-45 dias	Peso Inicial (kg)	Peso Final (kg)	Ganho de peso (kg)	Consumo ração (kg)	Conversão alimentar
90%	0,75:0,352//0,656:0,308//0,571:0,268	0,180	3,126	2,945	5,048	1,615 ^b
100%	0,833:0,391//0,728:0,342//0,635:0,298	0,180	3,044	2,864	5,007	1,645 ^{ab}
110%	0,916:0,43//0,801:0,376//0,698:0,328	0,181	3,010	2,829	4,997	1,661 ^a
Média	-	-	3,060	2,879	5,017	1,641
CV (%)	-	-	3,100	3,250	2,550	2,060

* nível de 5% de probabilidade

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

Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) para as variáveis de desempenho, exceto para conversão alimentar ($P=0.0392$).

A análise do período entre os oito e os 45 dias sugere que, o uso de níveis de Pd abaixo da exigência resultou em valores semelhantes de desempenho exceto para o parâmetro conversão alimentar onde os menores valores (1,615) foram verificados para o nível de Pd abaixo da exigência sendo menor em 1,86% em relação ao nível da exigência e de 2,85% em relação ao nível acima da exigência.

Quando aumentaram os níveis de Pd o ganho de peso permaneceu igual, demonstrando que pode haver uma relação onde provavelmente o nível de Pd acima da exigência, não se

constitui em excesso, e por tanto, não há prejuízo no desempenho das aves. Os resultados concordaram com Laurentiz et al. (2009) que, trabalhando com aves Cobb[®] com idade entre 1 e 21 dias receberam uma dieta com níveis crescentes (0,290% - 0,450%), dos 22 dias de idade até os 35 receberam 0,170% - 0,410% de Pd e dos 36 dias de idade até os 45 receberam 0,130% - 0,370% de Pd, e não apresentaram diferenças no parâmetro ganho de peso; contrariando estes resultados, Shafey et al. (1991) demonstraram que o ganho de peso dos frangos de corte foi menor quando alimentados com dietas contendo altos níveis de Ca (25,9 g·kg⁻¹). Neste estudo os níveis de Pd usados não são suficientemente altos como para prejudicar o ganho de peso; tal vez isto ocorre porque não há diminuição da digestibilidade de aminoácidos tais como o ácido glutâmico, leucina e fenilalanina sendo que ao mesmo tempo esses níveis altos de Ca aumentam a digestibilidade da lisina e a histidina (SHAFÉY et al., 1991). Outra explicação plausível é que provavelmente esteja ocorrendo uma maior atividade enzimática do sistema digestivo das aves conforme avança a idade, o que tornaria o P fítico mais disponível, pela baixa exigência deste mineral para os parâmetros de desempenho em estádios avançados de criação (RAMA RAO et al., 2006). Assim, a alta inclusão de Ca na dieta não consegue ter o efeito antagônico que poderia causar sobre a absorção de outros minerais (CABRAL, 1999).

Excetuando a conversão alimentar não foram verificadas diferenças nos outros parâmetros. Conforme avança da idade das aves tem sido verificada relação direta com a hidrólise de P fítico (TEMPERTON et al., 1965a, b, c; NELSON, 1968); esse aumento na disponibilidade do P fítico, torna possível a redução nos níveis de P provenientes de fontes inorgânicas como o fosfato bicálcico. Maenz e Classen (1998) verificaram que o fitato pode ser hidrolisado por fosfatases não específicas, ou ainda por fitases específicas, localizadas nas membranas da planura estriada do intestino delgado das aves e que, a atividade de hidrólise dessas enzimas aumenta com o avanço da idade das aves, mas essa capacidade de hidrólise é limitada e a produção de fitase endógena insignificante. Segundo os citados autores, uma maior área de superfície e melhor atividade da fitase no intestino delgado das aves mais velhas, podem melhorar a eficiência de hidrólise endógena do fitato.

As médias de teor de cinzas, de cálcio e de fósforo no fêmur de frangos de corte machos de oito aos 45 dias de idade, de acordo com diferentes níveis em estudo estão apresentadas na tabela 1.12.

Tabela 1.12 - Médias do teor de cinzas, cálcio e fósforo no fêmur de frangos de corte machos de 8 a 45 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível.*

Tratamento	Níveis Ca:Pd 8-21//21-33//33-45dias	Peso fêmur (g)	Cinzas		Cálcio		Fósforo	
			(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
90%	0,750:0,352/0,656:0,308/ 0,571:0,268	3,994 ^b	50,905 ^b	2,033 ^b	19,312	0,776 ^b	10,908	0,439 ^b
100%	0,833:0,391/0,728:0,342 /0,635:0,298	5,532 ^a	51,241 ^{ab}	2,833 ^a	19,445	1,076 ^a	9,986	0,551 ^a
110%	0,916:0,430/0,801:0,376/ 0,698: 0,328	3,844 ^b	51,980 ^a	1,999 ^b	18,598	0,715 ^b	10,794	0,413 ^b
Média	-	4,457	51,375	2,288	19,118	0,856	10,563	0,467
CV (%)	-	10,910	1,470	10,840	10,430	16,710	10,930	14,790

* nível de 5% de probabilidade

Medias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre se pelo teste SNK a 5% de probabilidade.

Não houve diferenças ($P>0,05$) entre os tratamentos para as variáveis percentual de Ca e de P. Houve diferenças significativas para peso do osso ($P<0,001$); percentual de cinzas ($P=0,0284$); quantidade de cinzas ($P<0,001$); quantidade de Ca ($P=0,00022$); quantidade de P ($P=0,00082$).

Em relação aos parâmetros ósseos neste período, houve um comportamento na variável peso do fêmur que parece estar se refletindo no comportamento das variáveis de quantidade para cinzas, Ca, e P. Sendo assim, tanto os níveis abaixo da exigência quanto os níveis acima da mesma, apresentaram resultados iguais entre eles e por sua vez mostraram valores inferiores ($P<0,05$) em relação aos resultados do nível da exigência. A influência da dieta na mineralização óssea parece estar determinado pelos níveis de P e de Ca adicionados. Assim, dietas contendo níveis abaixo da exigência irão trazer como consequência uma menor deposição de cinzas, Ca e P (EDWARDS; VELTMANN, 1983; PARMER et al., 1987) em relação à níveis da exigência. Os níveis baixos de Ca prejudicam a absorção de P (SCHOULTEN, et al., 2002) cabendo ressaltar que o mecanismo endógeno de produção energética pode ser inibido diretamente pela falta de P (PARMER et al., 1987). Outra hipótese sugere que, as diferenças significativas comprovadas em alguns parâmetros ósseos em relação aos menores níveis de Pd, provavelmente sejam promovidas por uma redução na síntese e a liberação de hormônio de crescimento e de hormônios da tireoide, principalmente triiodotironina (T3), como verificado no estudo de Parmer et al. (1987) usando níveis de Pd de 0,05% e 0,1%. Sugere-se que uma deficiência grave de P afeta a função do hormônio da tireoide, diminuindo os níveis de T3 sérico. A depressão em T3 pode ser causada por uma deficiência na conversão periférica de T4 para T3. A tiroxina é encontrada no fígado e nos rins (YAMAZAKI; SLINGERLAND, 1959). Como o rim cresce com a deficiência de P, é possível encontrar danos e prejuízos no mecanismo deste órgão. O mecanismo de conversão periférica de T4 para T3 não é bem com-

preendido. Se o P está de alguma forma envolvido nesta conversão, então a falta de P intracelular pode ser uma causa para o comprometimento. Então, sugere-se que uma redução da síntese ou da secreção, ou ambos, de T4 e T3, a partir da glândula tiroide, pode ocorrer quando há deficiência de P (PARMER et al., 1987).

Nos resultados do nível acima da exigência, a quantidade adicionada de Ca pode estar prejudicando a absorção de Ca, de P e outros minerais (SCHOULTEN, et al., 2002). Runho et al. (2001) explicaram que o excesso de Ca e P pode aumentar a microflora intestinal, resultando em maior utilização de aminoácidos pelos microrganismos e redução na permeabilidade destes nutrientes em relação à parede intestinal, com conseqüente redução na sua digestibilidade. Além disto, sendo o fitato grande fator anti-nutricional em monogástricos o mesmo possui grupos ortofosfatos altamente ionizáveis que afetam a disponibilidade de cátions, como o Ca, zinco, cobre, magnésio e ferro, no trato gastrointestinal, resultando na formação de complexos insolúveis (SOHAIL; ROLAND, 1999).

A média de percentual de cinzas no fêmur foi maior no tratamento com níveis de Pd acima da exigência se comparada com o resultado do nível abaixo da exigência; assim, se considerado o percentual de cinzas na tíbia como um excelente indicador de mineralização óssea, os resultados indicam que a formulação de rações utilizando níveis de Pd e de Ca abaixo da exigência, prejudica esse parâmetro.

Em relação aos indicadores de mineralização óssea, segundo os resultados deste experimento, parece que os parâmetros quantidade de P e quantidade de Ca, são mais sensíveis do que o percentual para estes mesmos minerais uma vez que não houve diferenças significativas entre os níveis testados para o valor em percentual e sim para o valor em quantidade.

CONCLUSÕES

Recomenda-se avaliar níveis de Pd menos restritos quanto 10% para o período entre os oito e os 21 dias e para o período entre os 33 até os 45 dias de idade.

É possível reduzir em 10% a quantidade de Pd adicionado à dieta quando suplementado a partir de fosfato bicálcico dos 21 até os 33 dias, sob as condições experimentais deste estudo.

BIBLIOGRAFIA

- ABREU, R.D. Exigência nutricional de fósforo e sua disponibilidade em diversos alimentos para aves. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1989. 142p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- ABVISTA FEED INGREDIENTS. Formulating with Quantum 5000 – Poultry. 3 Woodstock Court, Blenheim Road, Marlborough Business Park, Marlborough, Wiltshire, SN8 4AN. United Kingdom.
- AHMAD, T.S. et al. Effect of microbial phytase produced from a fungus *Aspergillus niger* on bioavailability of phosphorus and calcium in broiler chickens. *Anim. Feed Sci. Technol.* Amsterdam, V. 83, p.103-114, 2000.
- AHMADI, H.; RODEHUTSCORD, M. A meta-analysis of responses to dietary nonphytate phosphorus and phytase in laying hens. *Poultry Science*, v. 91, p. 2072-2078, 2012.
- AVILA de, V.S.; ALBINO, J.J.; SAATKAMP, M.G. Método para Avaliar a Uniformidade nas Fases de Cria e Recria em Lotes de Frangas para Produção de Ovos. Em: Instrução técnica para o avicultor. Embrapa – Aves e suínos. 2007. Disponível em: Disponível em: <www.cnpas.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_h9i30u6b.pdf> Acesso em: 10 Mar., 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.
- BALLAM, G. C.; ENGSTER, H. M.; SNETZINGER, D. C. Effect of calcium level on the ability of broiler and single comb White leghorn to hydrolyze phytate phosphorus. *Poultry Science*, Atlanta, v. 63, p. 61, Jan. 1984. (Abst.)
- BARREIRO, F.R.; SAGULA, A.L.; JUNQUEIRA, O.M.; et al. Densitometric and biochemical values of broiler tibias at different ages. *Poultry Science*, v.88, p.2644–2648, 2009a.
- BARREIRO, F.R.; SAGULA, A.L.; JUNQUEIRA, O.M.; PEREIRA, G.T.; BARALDI-ARTONI, S.M. Densitometric and biochemical values of broiler tibias as different ages. *Poult. Sci.* v. 88, p. 2644-2648, 2009b.
- BIEHL, R.R.; BAKER, D.H.; DeLUCA, H.F. 1 μ -Hydroxylated cholecalciferol compounds act additively with microbial phytase to improve phosphorus zinc and manganese utilization in chicks fed soy-based diets. *Journal of Nutrition*, v.125, p.2407-2416, 1995.
- BRUGALLI, I. Efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo e nos valores energéticos da farinha de carne e ossos e exigência nutricional de fósforo para pintos de corte. 1996. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CABRAL, G.H. Níveis de cálcio em rações para frango de corte. 1999. 83p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

- CAMPBELL, R.M.; SCANES, C.G. Lipolytic activity of purified pituitary and bacterially derived growth hormone on chicken adipose tissue in vitro. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* v. 180, p. 513-517, 1985.
- CONTE, A.J. Valor nutritivo do farelo de arroz integral em rações para frangos de corte, suplementadas com fitase e xilanase. 2000, 164f. (Tese de Doutorado em Zootecnia)- Universidade Feral de Lavras, Lavras, 2000.
- DELEZIE, E.; MAERTENS, L.; HUYGHEBAERT, G.. Consequences of phosphorus interactions with calcium, phytase, and cholecalciferol on zootechnical performance and mineral retention in broiler chickens. *Poultry Science*, v. 91, p. 2523-2531, 2012.
- DENBOW, D. M.; RAVINDRAN, V.; KORNEGAY; Y. I. Z.; HULET, R. M. Improving phosphorus availability in soybean meal for broilers by supplemental phytase. *Poultry Science*, Champaign, v. 74, n. 11, p. 1831-1842, Nov. 1995.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; FILHO, S.C.V.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. Métodos para análise de alimentos. INCT-Ciência animal. Visconde de Rio Branco, 2012, p.214.
- De LUCA, H.F. Parathyroid hormone as a trophic hormone for 1,25-dihydroxyvitamin D3, the metabolically active form of vitamin D. *N. Engl. J. Med.* p. 287:250, 1972.
- EDWARDS, H.M.; VELTMAN, J.R. The role of calcium and phosphorus in the etiology of tibial dyschondroplasia in young chicks. *J. Nutr.*, v. 113, n. 8, p. 1568-1575, 1983.
- GEHRING, C.K.; BEDFORD, M.R.; DOZIER III, W.A. Interactive effects of phytase and xylanase supplementation with extractable salt-soluble protein content of corn in diets with adequate calcium and nonphytate phosphorus fed to broilers. *Poultry Science*, v. 92, p. 1858-1869, 2013.
- GEHRING, C.K.; BEDFORD, M.R.; DOZIER III, W.A. Extra-phosphoric effects of phytase with and without xylanase in corn-soybean meal-based diets fed to broilers. *Poultry Science*, v. 92, p. 979-991, 2013.
- GOMES, P.C. RUNHO, R.C.; D'AGOSTINI, P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; LOPES, P.S. 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. Zootec.*, v.33, n.6, p.1734-1746, 2004 (Supl. 1).
- HARVEY, S.; SCANES, C.G.; HOWE, T. Growth hormone effects on in vitro metabolism of avian adipose and liver tissue. *Gen. Comp. Endocrinol.* v.33, p. 322-328, 1977.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Normas de apresentação tabular. Rio de Janeiro, 1993. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/vizualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/normastabular.pdf>>. Acesso em: 12 de out. 2012.

- IYAYI, E.A.; FRU-NJI, F.; ADEOLA, O. True phosphorus digestibility of black-eyed pea and peanut flour without or with phytase supplementation in broiler chickens. *Poultry Science*, v. 92, p. 1595-1603, 2013.
- KARIMI, A.; BEDFORD, M.R.; SADEGHI, G.H.; GHOBADI, Z. Influence of dietary non-phytate phosphorus levels and phytase supplementation on the performance and bone characteristics of broilers. *Braz. J. Poult. Sci.* v. 13, p. 43-51, 2011.
- KARIMI, A.; COTO, C.; MUSSINI, F.; GOODGAME, S.; LU, C.; YUAN, J.; BEDFORD, M.R.; WALDROUP, P.W. Interactions between phytase and xylanase enzymes in male broiler chicks fed phosphorus-deficient diets from 1 to 18 days of age. *Poultry Science*, v. 92, p. 1818-1823, 2013.
- LAN, G.Q. et al. Efficacy of supplementation of a phytase-producing bacterial culture on the performance and nutrient use of broiler chickens fed corn-soybean meal diets. *Poult.Sci.*, Champaign, v.81, n.10, p.1522-1532, 2002.
- LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S.; et al. Efeito da adição da enzima fitase em rações para frango de corte com redução dos níveis de fósforo nas diferentes fases de criação. *Ciênc. Anim. Bras.*, v.8, n.2, p.207-216, 2007.
- 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.
- LIMA, I.L. Disponibilidade de fósforo e de flúor de alguns alimentos e exigência nutricional de fósforo para frangos de corte. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 121p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- LIU, J.B.; CHEN, D.W.; ADEOLA, O.. Phosphorus digestibility response of broiler chickens to dietary calcium-to-phosphorus ratios. *Poultry Science*, v. 92, p. 1572-1578, 2013.
- MAENZ, D.; CLASSEN, H. Phytase activity in the intestinal brush border membrane of the chicken. *Poultry Sci.* v. 77, p. 557, 1998.
- MANUAL DE MANEJO DE FRANGOS DE CORTE COBB. Cobb-Vantress Inc. 2009.
- McKNIGHT, W. F. Phytase technical specifications and properties. In: *SHORT COURSE ON FEED TECHNOLOGY*, 7., 1997, Korea. Course... Korea: Korean Society of Animal Nutrition and Feedstuffs, 1997.
- MORAN Jr., E.T.; TODD, M.C. Continuous Submarginal Phosphorus with Broilers and the Effect of Preslaughter Transportation: Carcass Defects, Further-Processing Yields, and Tibia-Femur Integrity. *Poultry Science* v. 73, p. 1448-1457, 1994.
- MUNARO, F.A.; LOPEZ, J.TEIXEIRA, A.S.; LOPEZ, S.E. Efeito da fitase em rações com 15% de farelo de arroz desengordurado no desempenho de frangos de corte. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.25, n.5, p.910-920, 1996.

- NELSON, T. S.; SHIEH, T. R.; WODZINSKI, R. J.; WARE, J. H. The availability of phytate phosphorus in soybean meal before and after treatment with a mold phytase. *Poultry Science*, Champaign, v. 47, n. 6, p. 1842-1848, Nov. 1968.
- OLUKOSI, O.A.; KONG, C.; FRU-NJI, F.; AJUWON, K.M.; ADEOLA, O. Assessment of a bacterial 6-phytase in the diets of broiler chickens. *Poultry Science*, v. 92, p. 2101-2108, 2013.
- PARMER, T.G.; CAREW, L.B.; ALSTER, F.A.; SCANES, C.G. Thyroid function, growth hormone, and organ growth in broilers deficient in phosphorus. *Poult. Sci.* v, 66, p.1995-2004. 1987.
- PINHEIRO, S.R.F.; SAKOMURA, N.K.; NASCIMENTO, D.C.N.; DOURADO, L.R.B.; FERNANDES, J.B.K.; THOMAZ, M.C. Níveis nutricionais de fósforo disponível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. *R. Bras. Zootec.*, v. 40, n. 2, p. 361-369, 2011.
- PINTO, A.R.; SILVA, B.; OLIVEIRA, I.C.; PEREIRA, J.O.S.; NUNES, L. Manual de normalização de trabalhos acadêmicos. Viçosa, MG, 2011. 70 p. Disponível em: <<http://www.bbt.ufv.br/>>. Acesso em: 20 jan., 2013.
- QIAN, H.; KORNEGAY, E.T.; DENBOW, D.M. (1996). Phosphorus equivalence of microbial phytase in turkey diets as influenced by Ca:P ratios and P levels. *Poultry Science* 75, 69-81.
- QIAN, H.; KORNEGAY, E. T.; DENBOW, D. M. Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium: total phosphorus ratio in broiler diets. *Poultry Science*, Champaign, v. 76, n. 5, p. 37-46, Jan. 1997.
- RAMA RAO, S.V.; RAJU, M.V.L.N.; REDDY, M.R. et al. Interaction between dietary calcium and non-phytate phosphorus levels on growth, bone mineralization and mineral excretion in commercial broilers. *Animal Feed Science and Technology*, v.131, p.133-148, 2006.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. Tabelas brasileiras para vaes y suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 3ed. Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Zootecnia. 2011.
- ROUSSEAU, X.; LETOURNEAU-MONTMINY, M.P.; MEME, N.; MAGNIN, M.; NYS, Y.; NARCY, A. Phosphorus utilization in finishing broiler chickens: Effects of dietary calcium and microbial phytase. *Poultry Science*, v. 91, p. 2829-2837, 2012.
- RUNHO, R.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; et al. Exigência de Fósforo Disponível para Frangos de Corte Machos e Fêmeas de 1 a 21 Dias de Idade. *Revista brasileira de zootecnia.*, v.30, n.1, p.187-196, 2001.
- RUTHERFURD, S.M.; CHUNG, T. K.; THOMAS, D.V.; ZOU, M.L.; MOUGHAN, P.J. 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*, v. 91, p. 1118-1127, 2012.

- SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R.; D'AGOSTINI, P. Exigência Nutricional de Cálcio para Frangos de Corte, nas Fases de Crescimento e Terminação. R. Bras. Zootec., v.33, n.2, p.397-406, 2004.
- SANTOS dos, F.R. Efeito da suplementação com fitase sobre o desempenho e digestibilidade de nutrientes para frangos de corte. (Dissertação de mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Unesp, Câmpus de Jaboticabal, São Paulo. Brasil, 2005.
- SANTOS dos, L.M.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, L.T.; GOMIDE, E.M.; NAVES, L.P. Níveis de cálcio e fósforo disponível em rações com fitase para frangos de corte nas fases pré-inicial e inicial. R. Bras. Zootec., v. 40, n. 11, p. 2476-2485, 2011.
- SANTOS dos, L.M.; RODRIGUES, P.B.; ALVARENGA, R.R., NAVES, L.P.; HESPANHOL, R.; LIMA, J.F.R.; LARA, M.C.C.; L.R. SILVA. Níveis de fósforo disponível e cálcio em rações suplementadas com fitase para frangos de corte nas fases de crescimento e final. R. Bras. Zootec., v. 40, n. 11, p. 2486-2495, 2011.
- SCHALY, L.M.; GONÇALVES, B.N.; OLIVEIRA, M.C.; LAURENTIZ, A.C. Efeito de níveis de fósforo não-útil e de fitase sobre o fêmur de frangos de corte. Biotemas, v. 22, n. 1, p. 81-85, 2009.
- SCHÖNER, F.J., HOPPE, P. P., SCHWARZ, G.; WIESCHE, H. (1993). Effects of microbial phytase and inorganic phosphate in broiler chickens: performance and mineral retention at various calcium levels. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 69, 235-244.
- SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; BERTECHINI, A.G.; FREITAS DE, R.T.F.; CONTE, A.J.; SILVA, U.H. Efeito dos níveis de cálcio sobre a absorção de minerais em dietas iniciais para frangos de corte suplementadas com fitase. *Ciênc. agrotec.*, Lavras. V.26, n.6, p.1313-1321, nov./dez., 2002
- SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; CONTE, A.J.; SILVA, H.O.; et al. Efeito dos níveis de cálcio da ração suplementada com fitase sobre a deposição de minerais na tíbia de frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. *Rev. Cienc. Agrotec.*, Lavras, v.27, n.1, p.206-210, 2003.
- SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R.; LAGUE, P.C. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper and zinc in broilers chickens fed corn-soybean diets. *Poult. Sci.*, Champaign, v.75, n.6, p.729-736, 1996.
- SHAFEY, T.M. (1988) The effects of high calcium diets on broiler chickens. Ph.D. Thesis, University of Queensland, St. Lucia, Queensland, Australia.
- SHAFEY, T. M.; McDONALD, M. W.; DINGLE, J. G. Effects of dietary calcium and available phosphorus concentration on digesta pH and on the availability of calcium, iron, magnesium and zinc from the intestinal contents of meat chickens. *British Poultry Science*, London, v. 32, n. 1, p. 185-194, Mar. 1991.

- SHASTAK, Y.; WITZIG, M.; HARTUNG, K.; RODEHUTSCORD, M. Comparison of retention and prececal digestibility measurements in evaluating mineral phosphorus sources in broilers^{1,2}. *Poultry Science*, v. 91, p. 2201-2209, 2012.
- SHASTAK, Y.; WITZIG, M.; HARTUNG, K.; Bessei W.; RODEHUTSCORD, M. Y. Comparison and evaluation of bone measurements for the assessment of mineral phosphorus sources in broilers^{1,2}. *Poultry Science*, v. 91, p. 2210-2220, 2012.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3ed. Viçosa: UFV, 2002, p. 235.
- SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: *WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE*, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- SOHAIL, S.S., ROLAND, D.A. Influence of supplemental phytase on performance of broilers four to six of age. *Poultry Science*, v. 78, p. 550-555, 1999.
- TALATY, P.N.; KATANBAF, M.N.; HESTER, P.Y. Life cycle changes in bone mineralization and bone size traits of commercial broilers. *Poultry Science*, v.88, p.1070-1077, 2009.
- TANAKA, Y.; DeLUCA, H.F. The control of 25-hydroxyvitamin D metabolism by inorganic phosphorus. *Arch. Biochem. Biophys.* p. 154:566-574, 1973.
- TEIXEIRA, E.N.M.; SILVA DA, J.H.B.; GOULART, C.G.; FILHO, J.J.; RIBEIRO, M.L.G. Suplementação da fitase em rações com diferentes níveis de fósforo disponível para frangos de corte. *Revista Ciência Agronômica*, v. 44, n. 2, p. 390-397, abr-jun, 2013.
- TEMPERTON, H.; DUDLEY, F.J.; PICKERING, G.J. Phosphorus requirements of poultry.iv. the effects on growing pullets of feeding diets containing on animal protein or supplementary phosphorus. *British Poultry Science*, v. 6, n. 1, p. 125-133, 1965a.
- TEMPERTON, H.; DUDLEY, F.J.; PICKERING, G.J. Phosphorus requirements of poultry.v. the effects during the subsequent laying year of feeding growing diets containing on animal protein or supplementary phosphorus. *British Poultry Science*, v. 6, n. 1, p. 135-141, 1965b.
- TEMPERTON, H.; DUDLEY, F.J.; PICKERING, G.J. Phosphorus requirements of poultry.VI. Phosphorus requirements of growing pullets between 8 and 18 weeks of age. *British Poultry Science*, v. 6, n. 1, p. 143-151, 1965c.
- UFCG - Universidade Federal de Campina Grande. 2009. – The Assistat-Statistical Assistance Software. ASSISTAT, UFCG, Campina Grande, Brasil.
- UFV – Universidade Federal de Viçosa. 2007. SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 8.0. UFV, Viçosa, Brasil, p. 59. (Manual do usuário).
- VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I. et al. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. *Poultry Science*, v.81, p.1172-1183, 2002.

- WALK, C.L.; BEDFORD, M.R.; McELROY, A.P. Influence of limestone and phytase on broiler performance, gastrointestinal pH, and apparent ileal nutrient digestibility. *Poultry Science*, v. 91, p. 1371-1378, 2012.
- WALK, C.L.; ADDO-CHIDIE, E.K.; BEDFORD, M.R.; ADEOLA, O.. Evaluation of a highly soluble calcium source and phytase in the diets of broiler chickens. *Poultry Science*, v. 91, p. 2255-2263, 2012.
- WISE, A. Dietary factors determining the biological activities of phytate. *Nutrition Abstract Review*, Aberdeen, v. 53, n. 9, p. 791-806, Sept. 1983.
- YAMAZAKI, E.; SLINGERLAND, D.W. The in vitro metabolism of thyroxine, triiodothyronine and their acetic and propionic acid analogues. *Endocrinology*, v. 64, n. 1, p. 126-135, 1959.
- YAN, F.; FRITTS, C.A.; WALDROUP, P.W. Evaluation of modified dietary phosphorus levels with and without phytase supplementation on live performance and excreta phosphorus concentration in broiler diets. 2. modified early phosphorus levels. *Journal of Applied Poultry Research*, v.13, p.394-400, 2004.
- ŻYŁA, K.; MIKA, M.; DULIŃSKI, R.; ŚWIĄTKIEWICZ, S.; KORELESKI, J.; PUSTKOWIAK, H.; PIIRONEN, J. Effects of inositol, inositol-generating phytase B applied alone, and in combination with 6-phytase A to phosphorus-deficient diets on laying performance, eggshell quality, yolk cholesterol, and fatty acid deposition in laying hens. *Poultry Science*, v. 91, p. 1915-1927, 2012.

CAPÍTULO 2

NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE EM RAÇÕES SUPLEMENTADAS COM FITASE

RESUMO - Foi realizado um experimento na Universidade Federal de Viçosa para validar os níveis de fósforo disponível (Pd) para frangos de corte de desempenho médio preconizados nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011) suplementado a partir de fosfato bicálcico e fitase (500FTU·kg.⁻¹ de ração) para frangos de corte machos no período dos oito aos 21, 33 e 45 dias de idade mantendo-se a relação cálcio: Pd em 2,13:1. Foram utilizadas 480 aves da linhagem Cobb[®], distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com três níveis, oito repetições e 20 aves por unidade experimental. A dieta foi isoenergética e isoprotéica baseada em milho e farelo de soja. Houve três planos alimentícios: inicial (8-21 dias), crescimento (21-33 dias) e finalização (33-45 dias) mantendo níveis abaixo da exigência (90%); valores da exigência (ROSTAGNO et al., 2011) (assumidos como 100%); e acima da exigência (110%). Os percentuais respectivos de Pd por fase foram: inicial: 0,352, 0,391 (100%) e 0,430; crescimento: 0,308, 0,342 (100%) e 0,376; e finalização 0,268, 0,298 (100%) e 0,328. Cada grupo de animais manteve-se no mesmo nível de proporção (90-100-110%) ao longo do experimento. Os parâmetros avaliados foram peso final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, e quantificadas as cinzas (Cz), o fósforo (P) e o cálcio (Ca) nas tíbias (22 e 33 dias) ou fêmures (45 dias). Em relação ao desempenho dos oito aos 21 dias de idade apenas houve diferenças significativas ($P < 0,05$) para a variável consumo sendo menor no nível acima da exigência; o resultados do nível da exigência e o nível acima desta, foram semelhantes ($P > 0,05$). Nem aos 33 dias nem aos 45 dias de idade houve diferenças ($P > 0,05$). Em relação aos parâmetros ósseos aos 21 dias os níveis de Pd abaixo da exigência, reportaram os menores ($P < 0,05$) quando comparados com níveis da exigência para as variáveis: Cz (%), Ca (% e g) e P (% e g). Aos 33 dias não houve diferenças significativas ($P > 0,05$). Aos 45 dias de idade os níveis de Pd abaixo da exigência reportaram os menores valores ($P < 0,05$) para peso do fêmur, Cz (% e g) e P (g). Para Ca não houve diferenças ($P > 0,05$) sendo que conforme aumentavam os níveis de Pd o percentual de Ca numericamente diminuía. Recomenda-se avaliar níveis de Pd $< 10\%$ para o período entre os oito e os 21 dias. Dos oito aos 33 dias de idade o nível de Pd abaixo da exigência apresentou resultados similares tanto para desempenho quanto para variáveis ósseas.

1 INTRODUÇÃO

A biotecnologia tem evoluído ao ponto de sintetizar enzimas capazes de hidrolisar a fitina, molécula incluída nos compostos vegetais das rações animais.

Essas enzimas, chamadas fitases, podem quebrar a molécula de myo-inositol hexaquisfosfato e liberar o fósforo e outros minerais contidos nas moléculas vegetais das rações, disponibilizando minerais (fósforo, cálcio, magnésio, manganês, zinco entre outros) aos animais, diminuindo a quantidade de fósforo adicionado como fosfatos de tipo inorgânico na dieta.

Com estes avanços biotecnológicos, aqueles referidos à ciência animal e especificamente a melhoramento e nutrição, tem permitido linhagens mais produtivas e ao mesmo tempo animais que conseguem aproveitar mais os alimentos fornecidos. O resultado, uma constante evolução dos requerimentos nutricionais dos animais.

A referida evolução trouxe legislações mais rigorosas em relação ao ambiente e, a exigência permanente de produções limpas, permitiu aos cientistas abrir novas linhas de pesquisa.

Os dejetos animais constituíram-se numa ameaça aos novos paradigmas uma vez que os mesmos são ricos em fósforo, mineral que não é bem aproveitado pelo animal quando adicionado na forma de fosfatos inorgânicos (e.x. fosfato bicálcico), podendo então causar poluição em áreas férteis e recursos hídricos.

Assim, o presente estudo visou validar os níveis de fósforo disponível preconizados nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011) para frangos de corte de desempenho médio através de dados de desempenho e de parâmetros ósseos de animais submetidos a dietas contendo fosfato bicálcico e fitase.

2 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, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética para Uso de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa em 21 julho de 2012 segundo Protocolo No. 021/2012 (Anexo A).

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, em 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 pela classificação de Köppen e Geiger (1928) (inverno seco e verão úmido), com temperatura média anual de 20,9°C e precipitação pluviométrica anual de 1203mm³. O período experimental foi de 38 dias: fase inicial (dia oito a dia 21), fase de crescimento (dia 21 a dia 33) e fase de finalização (dia 33 a dia 45).

480 pintos de corte Cobb[®] machos de oito dias de idade e com peso médio de 180g foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado sendo três níveis de fósforo disponível (Pd) suplementado a partir de fosfato bicálcico e com adição de fitase, com oito repetições de 20 aves cada. As aves foram alojadas em 24 boxes (2,25m² cada) com piso de cimento, coberto com cepilhos de madeira, em galpão de alvenaria, com dimensões 4,5m x 19,4m x 2,8m de pé direito, situado no sentido Leste-Oeste, coberto com telhas de cimento amianto, com lanternim, laterais possuindo muretas de 0,5m de altura e o restante fechado com tela de ½” e cortinas com abertura de cima para baixo.

Os níveis de Pd (Tratamentos) usados para formulação das rações experimentais foram feitos partindo dos níveis recomendados nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011) para frangos de corte machos de desempenho médio, o qual foi assumido como 100% (valor de referência), e mais dois níveis: -10% e +10% (90%, 100% e 110%) (Tabela 2.1), sendo os animais assignados em cada tratamento, mantidos nesse mesmo nível durante o experimento todo.

Tabela 2.1 - Níveis de fósforo disponível* para frangos de corte machos de desempenho médio e distribuição dos tratamentos.

	8 a 21 dias	21 a 33 dias	33 a 45 dias
90% da exigência	0,352	0,308	0,268
Exigência** (100%)	0,391	0,342	0,298
110% da exigência	0,430	0,376	0,328

*Relação Ca:Pd 2,13:1

** Segundo as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011).

Além das oito repetições de cada tratamento (*SUPRA*), conforme já descritas, outras cinco repetições foram feitas, para cada um dos tratamentos, para amostragem (abate e retirada das tíbias e fêmures), com o objetivo de evitar desequilíbrio nas repetições do experimento de desempenho e não prejudicar as análises estatísticas. Assim, para atender este procedimento, um total de mais 300 aves de corte Cobb® machos foram criadas no mesmo galpão experimental e com as mesmas rações experimentais para cada tratamento.

O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz (natural + artificial), durante todo o período experimental, utilizando-se lâmpadas de 60W. Até o dia 21 foram utilizadas lâmpadas infravermelho de 250W para aquecimento. A temperatura diária foi mensurada (às 08:00H e às 16:00H) no interior dos galpões com termômetros de máxima e mínima durante todo o período experimental. As médias são apresentadas na tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Temperaturas médias (manhã e tarde) registradas durante o período experimental.

Temperatura média °C	08:00H		16:00H	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
	20,5	25,2	19,4	26,4

As aves receberam ração e água à vontade. Os valores de matéria seca, de P e de Ca apresentam-se na tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Composição nutricional dos ingredientes utilizados nas rações experimentais*.

Ingredientes	Cálcio	Fósforo	Matéria Seca
Milho	0,050	0,257	88,270
Farelo de soja	0,237	0,608	88,810
Calcário	36,710	-	99,850
Fosfato bicálcico	23,570	18,140	99,750

*Determinações feitas no laboratório de nutrição animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

A enzima utilizada foi uma 6-fitase de origem bacteriana (*Escherichia coli*) expressa na levedura *Pichi pastoris*. O nível de inclusão da enzima foi de 500FTU·kg⁻¹ de ração (100g·t métrica⁻¹) considerando-se sua matriz nutricional (Tabela 2.4) na formulação da dieta²⁶ (FORMULATING..., 2007).

Tabela 2.4 - Nutrientes contidos na matriz da fitase comercial usada*.

Nutrientes da matriz	Contribuição na dieta
Fósforo disponível %	0,130
Cálcio %	0,143
Energia metabolizável, kcal·kg. ⁻¹	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.

As rações experimentais (Tabelas 2.5 a 2.7) foram isonutritivas, à base de milho e farelo de soja, e formuladas para atender às necessidades nutricionais de frangos de corte conforme as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011). As suplementações dos níveis de Pd foram feitas com fosfato bicálcico e fitase, considerando o aporte da matriz da enzima.

²⁶ Formula e composição final da ração podem ser divergentes devidas à variações na amostragem, erros do ensaio ou até mesmo variação no conteúdo nutricional dos ingredientes.

Tabela 2.5 - Ração experimental para a fase inicial (8 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	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 ¹	0,110	0,110	0,110
Suplemento Vitamínico ²	0,110	0,110	0,110
Cloreto de Colina 60%	0,100	0,100	0,100
Salinomicina 12% ³	0,055	0,055	0,055
Avilamicina 10% ⁴	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
TOTAL	100	100	100
Níveis calculados e analisados de cálcio e fósforo total			
Energia Metabolizável, Kcal/kg	3000,000	3000,000	3000,000
Proteína Bruta, %	21,275	21,275	21,275
Cálcio, %	0,750	0,833	0,916
Cálcio analisado⁵, %	0,603	0,683	0,764
Fósforo Total calculado⁶, %	0,455	0,494	0,533
Fósforo Total analisado⁵, %	0,474	0,512	0,551
Fósforo disponível, %	0,352	0,391	0,430
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

¹ 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.

² 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.

³ Coxistac 12%.

⁴ Surmax 10%.

⁵ Valores baseados nas análises feitas aos ingredientes apresentadas na tabela 1.3.

⁶ Valores calculado a partir das informações contidas nas Tabelas Brasileiras para aves e suínos (Rostagno et al., 2011).

Tabela 2.6 - Ração experimental para a fase de crescimento (21 a 33 dias).

Ingredientes	90%	100%	110%
Milho 7,88%	63,075	63,075	63,075
Farelo de Soja 45%	31,347	31,347	31,347
Óleo de Soja	2,185	2,185	2,185
Areia	0,800	0,542	0,284
Calcário	0,861	0,934	1,007
Fosfato Bicálcico	0,384	0,569	0,754
Sal Comum	0,380	0,380	0,380
DL-Metionina, 99%	0,220	0,220	0,220
L-Lisina/HCl, 78,4%	0,175	0,175	0,175
L-Treonina, 98,5%	0,095	0,095	0,095
Suplemento Mineral ¹	0,100	0,100	0,100
Suplemento Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100
Cloreto de Colina 60%	0,100	0,100	0,100
Salinomicina 12% ³	0,055	0,055	0,055
Avilamicina 10% ⁴	0,010	0,010	0,010
BHT	0,010	0,010	0,010
Amido	0,090	0,090	0,090
Fitase	0,010	0,010	0,010
TOTAL	100	100	100
Níveis calculados e analisados de cálcio e fósforo total			
Energia Metabolizável, Kcal/kg	3100,000	3100,000	3100,000
Proteína Bruta, %	19,807	19,807	19,807
Cálcio, %	0,656	0,728	0,801
Cálcio analisado⁵, %	0,512	0,583	0,653
Fósforo Total calculado⁶, %	0,404	0,438	0,473
Fósforo Total analisado⁵, %	0,422	0,456	0,489
Fósforo disponível, %	0,308	0,342	0,376
Lisina digestível, %	1,078	1,078	1,078
Lisina total, %	1,173	1,173	1,173
Metionina + Cistina digestível, %	0,787	0,787	0,787
Metionina + Cistina total, %	0,861	0,861	0,861
Arginina digestível, %	1,209	1,209	1,209
Treonina digestível, %	0,701	0,701	0,701
Treonina total, %	0,798	0,798	0,798
Triptofano digestível, %	0,230	0,230	0,230
Triptofano total, %	0,252	0,252	0,252
Valina digestível, %	0,841	0,841	0,841
Valina total, %	0,942	0,942	0,942

¹ Suplemento mineral aves - Composição por kg de ração: cobre, 1g; ferro, 5g; iodo 0,1g.; manganês, 7g; selênio, 30mg; zinco, 6,5g.; veículo.

² Suplemento vitamínico - Composição por kg de ração: vit. A, 750000UI; vit. D3, 190000UI; vit. E 2800UI; vit. B1, 0,2g; vit B2, 0,5mg; vit. B6, 0,28g; B12, 1,2mg; vit. K3, 0,15g; ác. pantotênico, 1g; ácido nicotínico 3g; ácido fólico, 70mg; biotina, 7mg; antioxidante Não reportado; veículo.

³ Coxistac 12%.

⁴ Surmax 10%.

⁵ Valores baseados nas análises feitas aos ingredientes apresentadas na tabela 1.3.

⁶ Valores calculado a partir das informações contidas nas Tabelas Brasileiras para aves e suínos (Rostagno et al., 2011).

Tabela 2.7 - Ração experimental para a fase de finalização (33 a 45 dias).

Ingredientes	90%	100%	110%
Milho 7,88%	66,665	66,665	66,665
Farelo de Soja 45%	28,059	28,059	28,059
Óleo de Soja	2,236	2,236	2,236
Areia	0,800	0,575	0,350
Calcário	0,776	0,840	0,903
Fosfato Bicálcico	0,195	0,356	0,518
Sal Comum	0,367	0,367	0,367
DL-Metionina, 99%	0,196	0,196	0,196
L-Lisina/HCl, 78,4%	0,187	0,187	0,187
L-Treonina, 98,5%	0,064	0,064	0,064
Suplemento Mineral ¹	0,075	0,075	0,075
Suplemento Vitamínico ²	0,100	0,100	0,100
Cloreto de Colina 60%	0,100	0,100	0,100
Salinomicina 12% ³	0,055	0,055	0,055
Avilamicina 10% ⁴	0,010	0,010	0,010
BHT	0,010	0,010	0,010
Amido	0,090	0,090	0,090
Fitase	0,010	0,010	0,010
TOTAL	100	100	100
Níveis calculados e analisados de cálcio e fósforo total			
Energia Metabolizável, Kcal/kg	3150,000	3150,000	3150,000
Proteína Bruta, %	18,595	18,595	18,595
Cálcio, %	0,571	0,635	0,698
Cálcio analisado⁵, %	0,431	0,492	0,553
Fósforo Total calculado⁶, %	0,360	0,390	0,420
Fósforo Total analisado⁵, %	0,377	0,407	0,436
Fósforo disponível, %	0,268	0,298	0,328
Lisina digestível, %	1,010	1,010	1,010
Lisina total, %	1,010	1,010	1,010
Metionina + Cistina digestível, %	0,737	0,737	0,737
Metionina + Cistina total, %	0,807	0,807	0,807
Arginina digestível, %	1,147	1,147	1,147
Treonina digestível, %	0,656	0,656	0,656
Treonina total, %	0,748	0,748	0,748
Triptofano digestível, %	0,213	0,213	0,213
Triptofano total, %	0,234	0,234	0,234
Valina digestível, %	0,788	0,788	0,788
Valina total, %	0,882	0,882	0,882

¹ Suplemento mineral aves - Composição por kg de ração: cobre, 0,75g; ferro, 3,75g; iodo 0,075g.; manganês, 5,25g; selênio, 22,5mg; zinco, 4,875.; veículo.

² Suplemento vitamínico - Composição por kg de ração: vit. A, 750000UI; vit. D3, 190000UI; vit. E 2800UI; vit. B1, 0,2g; vit B2, 0,5mg; vit. B6, 0,28g; B12, 1,2mg; vit. K3, 0,15g; ác. pantotênico, 1g; ácido nicotínico 3g; ácido fólico, 70mg; biotina, 7mg; antioxidante Não reportado; veículo.

³ Coxistac 12%.

⁴ Surmax 10%.

⁵ Valores baseados nas análises feitas aos ingredientes apresentadas na tabela 1.3.

⁶ Valores calculado a partir das informações contidas nas Tabelas Brasileiras para aves e suínos (Rostagno et al., 2011).

A tabela 2.8 apresenta os valores analisados de proteína bruta, cálcio, fósforo total e matéria seca das rações experimentais feitas segundo a fase e o nível de Pd.

Tabela 2.8 - Composição de proteína bruta, cálcio, fósforo total e matéria seca analisada das rações experimentais segundo plano alimentário e nível de fósforo disponível*.

Plano alimentário	Nível	Proteína Bruta	Cálcio	Fósforo Total	Matéria Seca
Inicial	90	20,523	0,428	0,423	89,261
	100	19,770	0,465	0,481	89,042
	110	20,242	0,506	0,527	89,556
Crescimento	90	20,025	0,399	0,382	90,395
	100	20,842	0,452	0,428	90,514
	110	20,040	0,495	0,443	90,546
Finalização	90	18,058	0,416	0,221	89,612
	100	18,561	0,442	0,255	89,773
	110	17,843	0,487	0,265	89,362

*Determinações feitas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

As rações foram formuladas mantendo a relação Ca:Pd em 2,13:1 e a disponibilidade do P dos ingredientes vegetais foi considerada usando os valores das Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011).

A mortalidade foi registrada para correção dos dados de desempenho. As aves e as rações foram pesadas no início (aos oito dias), aos 21, aos 33 e aos 45 dias de idade das aves para determinação do ganho de peso, do consumo de ração e para o cálculo da conversão alimentar. Aos 21, aos 33 e aos 45 dias de idade, cinco aves na média de peso de cada repetição ($\pm 10\%$), totalizando 40 aves por tratamento, foram abatidas, pelo procedimento de eletronar-cose e sangria, de acordo com protocolo estabelecido pelo Comitê de Ética para Uso de Animais/DZO/UFV (Protocolo No. 021/2012 (Anexo A)) para retirada das tíbias e dos fêmures e posteriores análises de parâmetros ósseos. As tíbias foram totalmente descarnadas e separados da cartilagem e da fíbula. Foi feita pre-secagem em estufa de ventilação forçada (55-60°C por 72 horas). Em seguida os ossos foram triturados em moinho de bola. A secagem definitiva foi feita em estufa sem ventilação forçada de ar (105°C por 72 horas). A quantificação das cinzas ósseas consistiu da incineração das tíbias (desengorduradas com éter, moídas e homogeneizadas) por 6 horas a 600°C para determinação do percentual do resíduo sendo expressos na matéria seca desengordurada. A solução mineral para a determinação de fósforo e cálcio foi obtida das cinzas por via seca, e a determinação do fósforo foi realizada pelo método de fotometria, o cálcio foi determinado por absorção atômica com chama (cinzas (% e g), cálcio

(% e g), fósforo (% e g), de acordo com a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002) e Detmann et al. (2012).

Os pintinhos foram adquiridos com um dia de idade no mercado local, sendo que até os oito dias de idade, foram criados de acordo com as normas de manejo do Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa e receberam ração pré-inicial 0,47% de Pd e 0,92% de cálcio como preconizado nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011) no mesmo galpão que foi destinado ao experimento.

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizados e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando houve diferença significativa ($P < 0,05$) as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK). As análises estatísticas dos parâmetros analisados foram realizadas utilizando-se o programa SAEG (UFV, 2007) e ASSISTAT (UFCG, 2012) (Anexo B). 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 ;

μ = efeito médio geral;

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

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

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de peso final, de ganho de peso, de consumo de ração e de conversão alimentar obtidos com frangos de corte machos Cobb[®] no período dos oito aos 21 dias de idade estão apresentados na tabela 2.9.

Tabela 2.9 - Médias de peso final, de ganho de peso, de consumo de ração e de conversão alimentar para frangos de corte machos de 8 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 ^a	1,546
100%	0,833:0,391	0,180	0,785	0,605	0,955 ^a	1,578
110%	0,916:0,430	0,181	0,778	0,597	0,917 ^b	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

Medias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre se pelo teste SNK a 5% de probabilidade.

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 acima da exigência e os demais.

Neste período observou-se que o uso de níveis de Pd e de Ca abaixo da exigência, resultaram em valores semelhantes do que os níveis da exigência quando analisada a variável consumo de ração sendo que os níveis acima da exigência reportaram um decréscimo nos resultados, indicando que a maior quantidade de Ca e de P no lúmen intestinal pode estar diminuindo a taxa de passagem dos nutrientes por formação de fitato de Ca (LANTZASCH, apud McKNIGHT, 1997), o que conseqüentemente pode estar diminuindo o consumo de ração. Em relação ao desempenho, quando adicionada fitase (500FTU) à os níveis abaixo da exigência, está sendo verificado valores iguais aos reportados pelos níveis de Pd da exigência. Estes dados concordam com achados de desempenho de Viveros et al. (2002) os quais, usando aves que consumiram ração com Pd reduzido (0,35%) e adição de fitase foram semelhantes aos obtidos com alimentação controle (Pd 0,45%).

As médias de teor de cinzas, de cálcio e de fósforo na tibia de frangos de corte machos de 8 a 21 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de Pd e de cálcio na ração estão apresentadas na tabela 2.10.

Tabela 2.10 - Médias do teor de cinzas, de cálcio e de fósforo na tíbia de frangos de corte machos de 8 a 21 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível*.

Tratamento	Níveis Ca:Pd	Peso tíbia (g)	Cinzas		Cálcio		Fósforo	
			(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
90%	0,750:0,352	1,905	45,705 ^c	0,871	13,591 ^b	0,257 ^b	9,002 ^b	0,171 ^b
100%	0,833:0,391	1,942	46,949 ^b	0,913	17,170 ^a	0,335 ^a	10,813 ^a	0,210 ^a
110%	0,916:0,430	1,899	47,678 ^a	0,906	16,698 ^a	0,317 ^a	11,485 ^a	0,218 ^a
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

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

Não houve diferenças ($P > 0,05$) entre os níveis de Pd para a variável peso da tíbia nem quantidade de cinzas. Verificou-se que à medida que os níveis de Pd aumentavam os resultados tinham relação direta, por tanto, 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 ($P = 0,00042$), sendo os menores valores encontrados no nível de Pd abaixo da exigência.

Em relação a estes resultados, os níveis de Pd abaixo da exigência resultaram em menor deposição de cinzas (%), de cálcio (% e g) e de fósforo (% e g) quando comparado com os outros dois níveis. O estudo de Lan et al. (2002) revelou que houve uma redução na concentração de Ca e de P nas tíbias das aves alimentadas com dieta contendo baixo nível de P (0,24%) em relação aos valores obtidos com a dieta controle (0,354% de P) na fase de crescimento. Diminuindo o conteúdo de P da dieta se reduz significativamente o conteúdo de cinzas no osso da tíbia (PARMER et al., 1987). Estas mudanças são aparentemente o resultado de um mecanismo de *feed back* 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, elevando os níveis séricos de Ca (De LUCA, 1972) suprimindo a secreção do hormônio paratireoide (PTH) (TANAKA; De LUCA, 1973).

Níveis elevados de Ca na ração prejudicam sua própria absorção bem como a de P, de zinco e de manganês (SCHOULTEN, et al., 2002) o que poderia explicar o comportamento das variáveis percentual de cinzas, do Ca (% e g) e do P (% e g), que mostraram os valores mais baixos quando adicionado o nível de Pd abaixo da exigência. O efeito inibitório do Ca na hidrólise do fitato foi comprovado por Ballam et al. (1984). Esses autores observaram que a elevação do nível de Ca na ração à base de milho e farelo de soja reduziu a hidrólise do fitato em frangos de corte, independente do nível do Pd.

A partir dos resultados obtidos verifica-se então que o nível de Pd abaixo da exigência (0,352%) foi o suficiente para garantir ótimo desempenho, porém não foi suficiente para maximizar a deposição óssea uma vez que os níveis de Pd da exigência apresentaram maiores resultados. Já tinha sido verificado (ABREU, 1989) que os parâmetros ósseos são mais sensíveis para avaliar as fontes e níveis de P para aves, sendo que a exigência mínima para ótimo desempenho é inferior à requerida para máxima mineralização do tecido ósseo, sendo assim, estes 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 (GOMES et al., 2004).

Os resultados de ganho de peso, de consumo de ração e de conversão alimentar obtidos com frangos de corte machos Cobb[®] no período de oito a 33 dias de idade estão apresentados na tabela 2.11.

Tabela 2.11 - Médias de peso final, de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para frangos de corte machos de 8 a 33 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio na ração suplementada com fitase*

Tratamento	Níveis Ca:Pd 8-21//21-33 dias	Peso Inicial (kg)	Peso Final (kg)	Ganho de peso (kg)	Consumo ração (kg)	Conversão alimentar
90%	0,750:0,352/0,656:0,308	0,180	1,885	1,704	2,675	1,570
100%	0,833:0,391/0,728:0,342	0,180	1,866	1,686	2,672	1,585
110%	0,916:0,430/0,801:0,376	0,181	1,862	1,681	2,622	1,560
Média	-	-	1,871	1,690	2,656	1,572
CV (%)	-	-	2,810	3,080	2,300	2,030

* nível de 5% de probabilidade

Não houve diferenças ($P > 0,05$) entre os níveis de Pd avaliados para os parâmetros de desempenho no período dos oito aos 33 dias de idade.

Estes resultados indicam que o nível de Pd abaixo da exigência, quando adicionado à dieta na forma de fosfato bicálcico e fitase (500FTU), garantiu deposição mineral semelhante aos resultados obtidos com níveis de Pd acordes com a exigência. Na mesma linha, Brandão et al. (2007) não encontraram diferenças significativas quanto ao consumo de ração em aves de 21 a 35 dias suplementadas com fitase ($100\text{g}\cdot\text{t}^{-1}$), concordando também com Bonato et al. (2001), Sebastian et al. (1996 a, b), que não verificaram efeito da adição da fitase nas rações para esta variável. O estudo de Viveros et al. (2002) verificou que o desempenho das aves que consumiram ração com Pd reduzido (0,35%), com adição de fitase, foi semelhante ao daquela alimentadas com a dieta controle, contendo níveis normais de Pd (0,45).

As médias de teor de cinzas, de cálcio e de fósforo na tíbia de frangos de corte machos de 8 a 33 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de Pd e Ca na ração estão apresentadas na tabela 2.12.

Tabela 2.12 - Médias do teor de cinzas, de cálcio e de fósforo na tíbia de frangos de corte machos de 8 a 33 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio suplementada com fitase*

Tratamento	Níveis Ca:Pd 8-21//21-33 dias	Peso tíbia (g)	Cinzas		Cálcio		Fósforo	
			(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
90%	0,750:0,352/0,656:0,308	4,889	47,113	2,305	18,567	0,909	10,688	0,524
100%	0,833:0,391/0,728:0,342	4,795	47,367	2,270	17,689	0,847	10,835	0,519
110%	0,916:0,430/0,801:0,376	4,918	47,798	2,351	18,714	0,920	10,756	0,530
Média	-	4,867	47,426	2,309	18,323	0,892	10,760	0,524
CV (%)	-	6,100	1,240	6,460	8,700	10,430	8,990	12,060

* nível de 5% de probabilidade

Não houve diferenças ($P > 0,05$) para os níveis de Pd em estudo para os parâmetros ósseos no período avaliado.

Em relação a estes resultados, os parâmetros ósseos mostram que os níveis de Pd abaixo da exigência, suplementados a partir de fosfato bicálcico e fitase, garantem os mesmos resultados do que níveis da exigência ou até níveis acima da mesma. Embora no período dos oito aos 21 dias foram encontradas diferenças em alguns parâmetros ósseos, já avaliando o período até os 33 dias essas diferenças não são mais verificadas. Estes resultados indicam que possivelmente haja um efeito compensatório nesta fase para a variável P em tíbia. Até os 21 dias a ave é mais sensível às mudanças da dieta em relação à mineralização óssea (SUTTLE, 2010). Com o avanço da idade, a exigência, mesmo sendo menor, parece ser bem suprida pelas dietas contendo níveis de Pd abaixo da exigência, ao ponto de obter resultados de mineralização óssea semelhantes entre os tratamentos indicando maior eficiência na absorção conforme avança a idade. Olukosi et al. (2007) verificaram que a retenção (ileal) aparente de Ca e de P incrementa-se marcadamente às primeiras três semanas de idade. A adição de fitase incrementa essa retenção sugerindo que pintinhos possuem baixa capacidade de degradar fitato e o Ca e o P são co-precipitados.

A falta de diferenças entre os resultados dos níveis de Pd pode estar indicando que o P não foi severamente limitado no nível de Pd abaixo da exigência no presente ensaio.

Os resultados de peso final, de ganho de peso, de consumo de ração e de conversão alimentar obtidos com frangos de corte machos Cobb® dos oito aos 45 dias de idade estão apresentados na tabela 2.13.

Tabela 2.13 - Médias de peso final, de ganho de peso, de consumo de ração e de conversão alimentar para frangos de corte machos de 8 a 45 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível*.

Tratamento	Níveis Ca:Pd 8-21//21-33//33-45 dias	Peso Inicial (kg)	Peso Final (kg)	Ganho de peso (kg)	Consumo ração (kg)	Conversão alimentar
90%	0,750:0,352/0,656:0,308/0,571:0,268	0,180	2,924	2,744	4,990	1,819
100%	0,833:0,391/0,728:0,342/0,635:0,298	0,180	2,918	2,738	4,999	1,826
110%	0,916:0,430/0,801:0,376/0,698:0,328	0,181	2,881	2,701	4,968	1,840
Média	-	-	2,908	2,728	4,986	1,828
CV (%)	-	-	2,230	2,380	2,440	2,090

* nível de 5% de probabilidade

Medias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferem entre se pelo teste SNK a 5% de probabilidade.

Não foram encontradas diferenças significativas ($P > 0,05$) entre os níveis de Pd avaliados para as variáveis de desempenho no período de estudo.

Em relação ao período dos oito aos 45 dias, os níveis de Pd abaixo da exigência com adição de fosfato bicálcico e de fitase resultaram em valores de desempenho semelhantes aos níveis da exigência. Laurentiz et al. (2009) usando aves entre 1 e 42 dias, reduziram o nível de Pd da dieta em 39%, o que resultou num ganho de peso semelhante àquele de aves alimentadas com níveis de exigência, o que possivelmente tem relação com uma maior atividade enzimática do sistema digestivo das aves conforme avança a idade, tornando o P fítico mais disponível. Concomitantemente age em favor desta teoria, o fato de que há diminuição na necessidade de P com o aumento da idade. Estudos (MORAN, Jr.; TODD, 1994) estão em contradição com estes resultados já que verificaram que diminuir o Pd em 10% levou a redução do peso do animal e do ganho no início da experimentação até o final do experimento. Deficiências de P provocam redução no consumo de alimento (MUNARO, 1996; SEBASTIAN et al., 1996; VIVEROS et al., 2002). Adequada suplementação com fitase em dietas baseadas em ingredientes vegetais (LAURENTIZ, 2007; ASSUENA et al, 2009) disponibiliza P fítico o que provavelmente neste estudo esta a favor desses efeitos adversos no consumo e assim estar explicando a semelhança de resultados entre tratamentos para esta variável (VIVEROS et al., 2002; YAN; APPLGATE et al., 2004; WALDROUP, 2004). A conversão não reportou efeitos significativos ($P > 0,05$) da mesma maneira que nos resultados do Gomes et al. (2004) usando níveis crescentes de Pd (0,17 a 0,62%), e Lima (1995) usando frangos de corte de 22 a 42 dias, recebendo dietas com níveis de 0,153% a 0,531% de Pd.

As médias de teor de cinzas, de cálcio e de fósforo no fêmur de frangos de corte machos de oito aos 45 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de Pd e de Ca na ração estão apresentadas na tabela 2.14.

Tabela 2.14 - Médias do teor de cinzas, de cálcio e de fósforo no fêmur de frangos de corte machos de 8 a 45 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível*.

Tratamento	Níveis Ca:Pd 8-21//21-33//33-45dias	Peso fêmur (g)	Cinzas		Cálcio		Fósforo	
			(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
90%	0,750:0,352/0,656:0,308/ 0,571:0,268	3,881 ^b	49,020 ^b	1,902 ^b	19,752 ^{ab}	0,766	10,650	0,414 ^b
100%	0,833:0,391/0,728:0,342/ 0,635:0,298	4,603 ^a	50,363 ^a	2,32 ^a	18,120 ^b	0,836	10,545	0,484 ^a
110%	0,916:0,430/0,801:0,376/ 0,698: 0,328	4,460 ^a	50,652 ^a	2,256 ^a	18,054 ^b	0,809	9,922	0,442 ^{ab}
Média		4,315	50,012	2,159	18,642	0,804	10,372	0,446
CV (%)		9,430	1,660	9,410	7,600	14,030	8,150	10,570

* nível de 5% de probabilidade

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

Os resultados das medias para quantidade de Ca e percentual de P não foram diferentes ($P > 0,05$). Os valores das variáveis peso do osso ($P = 0,0045$); percentual de cinzas ($P = 0,0016$); quantidade de cinzas ($P = 0,00054$); percentual de Ca ($P = 0,0425$); quantidade de P ($P = 0,0235$), reportaram diferenças significativas.

Para o período entre os oito e os 45 dias de idade, o nível de Pd abaixo de exigência reportou menores valores de deposição para cinzas (% e g) assim como também para quantidade de P. Espera-se uma redução na concentração de Ca e de P nos ossos das aves alimentadas com dieta contendo nível de Pd abaixo da exigência (EDWARDS; VELTMANN, 1983; PARMER et al., 1987; LAN et al., 2002; VIVEROS et al., 2002; YAN; BANKS et al., 2004; WALDROUP, 2004; SANTOS, 2005). Pode estar ocorrendo que o mecanismo de *feed back* homeostático incrementa a formação de 1,25-dihidroxicolecalciferol (calcitriol) nas células tubulares do rim. O calcitriol aumenta a absorção de Ca e de P no intestino delgado, elevando os níveis séricos de Ca suprimindo a secreção de PTH (TANAKA; DeLUCA, 1973). Desde que o PTH cause um incremento na excreção de fosfato no rim, o organismo estará protegido de futuras perdas de P por diminuição no nível paratireoide (PARMER et al., 1987). A falta de P pode interferir com o mecanismo endógeno de produção energético e inibi-lo (PAMER et al., 1987) comprovando achados de Edwards e Veltmann, (1983) que estabeleceram que níveis baixos de cinzas no ossos estão relacionados diretamente com a quantidade de P da dieta mais do que com teores de Ca, embora esses parâmetros também podam ser afetados pelo Ca como foi demonstrado por Schoulten, et al. (2002) que verificaram níveis baixos de Ca na ração prejudicam a absorção de P podendo isto também explicar o comportamento das variáveis quantidade de P, cinzas (% e g), salientando o fato que o peso do osso apresentou diferenças significativas.

Quando se analisou a variável cinzas e quantidade de P no fêmur (g), verificou-se que houve maior deposição quando ministrado Pd ao nível da exigência se comparado com o nível abaixo da exigência. Este resultado está de acordo com os encontrados por Rostagno et al. (1988), Gomes et al. (1993), Lima (1995) e Runho et al. (2001), demonstrando a sensibilidade destes parâmetros quando avaliado Pd (SOHAIL; ROLAND, 1999).

Fica então demonstrado que a administração de níveis de Pd abaixo da exigência reduz a deposição de matéria mineral no osso, podendo influenciar negativamente a integridade e resistência óssea, confirmando o encontrado por Moran e Todd (1994) que reportaram que o fêmur é tão sensível, quanto a tibia, à mudanças na dieta quando níveis baixos de P na dieta podendo ser também avaliada em experimentos que relatam características do desenvolvimento ósseo em aves (APPLEGATE; LILBURN, 2002).

O benefício enzimático sobre a deposição de minerais na tibia possivelmente esteja acontecendo pela disponibilização de P (e Zinco) complexado ao ácido fítico, o que concorda com BIEHL; BAKER (1997). Muito desta evidencia tinha sido verificada anteriormente para Pd em frangos de corte (BRUGALLI, 1996; RUNHO et al., 2001; SÁ et al., 2004), assim como também para Ca (CABRAL, 1999).

CONCLUSÕES

Recomenda-se avaliar níveis de Pd menos restritos quanto 10% para o período entre os oito e os 21 dias e para o período entre os 33 até os 45 dias de idade.

É possível reduzir em 10% a quantidade de Pd adicionado à dieta quando suplementado a partir de fosfato bicálcico e fitase dos 21 até os 33 dias, sob as condições experimentais deste estudo.

BIBLIOGRAFIA

- ABREU, R.D. Exigência nutricional de fósforo e sua disponibilidade em diversos alimentos para aves. 1989. 142p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- ABVISTA FEED INGREDIENTS. Formulating with Quantum 5000 – Poultry. 3 Woodstock Court, Blenheim Road, Marlborough Business Park, Marlborough, Wiltshire, SN8 4AN. United Kingdom.
- AGAR, W.T.; HIRD, F.J.R.; SIDHU, G.S. The absorption, transfer and uptake of aminoacids by intestinal tissue. *Journal of Physiology*, v. 121, p. 255-263, 1953.
- AHMADI, H.; RODEHUTSCORD, M. A meta-analysis of responses to dietary nonphytate phosphorus and phytase in laying hens. *Poultry Science*, v. 91, p. 2072-2078, 2012.
- APPLEGATE, T.J.; LILBURN, M.S. Growth of the femur and tibia of a commercial broiler line. *Poultry Science*, v. 81, p. 1289-1294, 2002.
- ASSUENA, V.; JUNQUEIRA, O.M.; DUARTE, K.F.; LAURENTIZ, A.C.; FILARDI, R.S.; SGAVIOLI, S. Effedt of dieatary Phytase suplementation on the performance, bonde densitometry and Phosphorus and Nitrogen excretion of broiler. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.11, n.1, p. 25-30, 2009.
- AVILA de, V.S.; ALBINO, J.J.; SAATKAMP, M.G. Método para Avaliar a Uniformidade nas Fases de Cria e Recria em Lotes de Frangas para Produção de Ovos. Em: Instrução técnica para o avicultor. Embrapa – Aves e suínos. 2007. Disponível em: Disponível em: <www.cnpa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_h9i30u6b.pdf> Acesso em: 10 Mar., 2013.
- BALLAM, G. C.; ENGSTER, H. M.; SNETZINGER, D. C. Effect of calcium level on the ability of broiler and single comb White leghorn to hydrolyze phytate phosphorus. *Poultry Science*, Atlanta, v. 63, p. 61, Jan. 1984. (Abst.)
- BANKS KM, Thompson KL, Jaynes P. et al. The effect of copper on the efficacy of phytase, growth, and phosphorus retention in broiler chicks. *Poultry Science*, v. 83, p. 1335-1341, 2004
- BARREIRO, F.R.; SAGULA, A.L.; JUNQUEIRA, O.M.; PEREIRA, G.T.; BARALDI-ARTONI, S.M. Densitometric and biochemical values of broiler tibias as different ages. *Poult. Sci.* v. 88, p. 2644-2648, 2009.
- BIEHL, R. R.; BAKER, D. H. Microbial phytase improves amino acid utilization in young chicks fed diets based o. soybean meal but not it diets based on peanut meal. *Poultry Science*, London, v. 76, p. 335-360, 1997.
- BONATO, E. L.; ZANELLA, I.; ROSA, A. P. Efeito da adição de enzimas em dietas com níveis crescentes de farelo de arroz integral sobre o desempenho de frangos de corte. In:

- CONFERÊNCIA APINCO 2001 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. Anais Campinas: FACTA, 2001. p. 32.
- BRANDÃO, P.A.; COSTA, F.P.G.; BRANDÃO, J.S.; SILVA, J.H.V.. Efeito da adição de fitase em rações de frangos de corte, durante as fases de crescimento e final. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 31, n. 2, p. 492-498, mar./abr., 2007.
- BROZ, J., OLDALE, P., PERRIN-VOLTZ, A.H. Effects of supplemental phytase on performance and phosphorus utilization in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates. Br. Poult. Sci., v. 35, n. 2, p. 273-280, 1994.
- BRUGALLI, I. Efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo e nos valores energéticos da farinha de carne e ossos e exigência nutricional de fósforo para pintos de corte. Viçosa, MG: UFV, 1996. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CABRAL, G.H. Níveis de cálcio em rações para frango de corte. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 107p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- CONTE, A.J. Valor nutritivo do farelo de arroz integral em rações para frangos de corte, suplementadas com fitase e xilanase. 2000, 164f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Feral de Lavras, Lavras, 2000.
- DELEZIE, E.; MAERTENS, L.; HUYGHEBAERT, G. Consequences of phosphorus interactions with calcium, phytase, and cholecalciferol on zootechnical performance and mineral retention in broiler chickens. Poultry Science, v. 91, p. 2523-2531, 2012.
- FORMULATING with...Quantum 5000 – Poultry. 3 Woodstock Court, Blenheim Road, Marlborough Business Park, Marlborough, Wiltshire, SN8 4AN. United Kingdom. Disponível em: <<http://www.abvista.com/assets/download/130>>. Acesso em: 12 de out 2012.
- EDWARDS Jr., H.M.; VELTMANN Jr., J.R. The Role of Calcium and Phosphorus in the Etiology of Tibial Dyschondroplasia in Young Chicks. The Journal of Nutrition, v. 113, p. 1568-1575, 1983.
- GEHRING, C.K.; BEDFORD, M.R.; DOZIER III, W.A. Interactive effects of phytase and xylanase supplementation with extractable salt-soluble protein content of corn in diets with adequate calcium and nonphytate phosphorus fed to broilers. Poultry Science, v. 92, p. 1858-1869, 2013.
- GEHRING, C.K.; BEDFORD, M.R.; DOZIER III, W.A. Extra-phosphoric effects of phytase with and without xylanase in corn-soybean meal-based diets fed to broilers. Poultry Science, v. 92, p. 979-991, 2013.
- GOMES, P.C.; GOMES, M.F.M.; ALBINO, L.F.T. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte nas fases de crescimento e terminação. R. Soc. Bras. Zootec., v. 23, n. 4, p. 615-622, 1994.

- GOMES, P.C. RUNHO, R.C.; D'AGOSTINI, P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; LOPES, P.S. 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. Zootec., v.33, n.6, p.1734-1746, 2004 (Supl. 1).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Normas de apresentação tabular. Rio de Janeiro, 1993. Disponível em: <<http://biblioteca.ibge.gov.br/vizualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/normastabular.pdf>>. Acesso em: 12 de out. 2012.
- IYAYI, E.A.; FRU-NJI, F.; ADEOLA, O. True phosphorus digestibility of black-eyed pea and peanut flour without or with phytase supplementation in broiler chickens. Poultry Science, v. 92, p. 1595-1603, 2013.
- KARIMI, A.; BEDFORD, M.R.; SADEGHI, G.H.; GHOBADI, Z. Influence of dietary non-phytate phosphorus levels and phytase supplementation on the performance and bone characteristics of broilers. Braz. J. Poult. Sci. v. 13, p. 43-51, 2011.
- KARIMI, A.; COTO, C.; MUSSINI, F.; GOODGAME, S.; LU, C.; YUAN, J.; BEDFORD, M.R.; WALDROUP, P.W. Interactions between phytase and xylanase enzymes in male broiler chicks fed phosphorus-deficient diets from 1 to 18 days of age. Poultry Science, v. 92, p. 1818-1823, 2013.
- KERSEY, J.H., SALEH, E.A., STILBORN, H.L. et al. 1998. Effect of dietary phosphorus level, high available phosphorus corn, and microbial phytase on performance and fecal phosphorus content. 1. Broiler grown 1 to 21 d in battery pens. Poult. Sci., 77:71 (suppl.1) (abstract.).
- LAN, G.Q.; ABUDULLAH, N.; JALALUDIN, S. et al. Efficacy of supplementation of a phytase-producing bacterial culture on the performance and nutrient use of broiler chickens fed corn-soybean meal diets. Poultry Science, v.81, n.10, p.1522-1532, 2002.
- LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S.; et al. Efeito da adição da enzima fitase em rações para frango de corte com redução dos níveis de fósforo nas diferentes fases de criação. Ciênc. Anim. Bras., v.8, n.2, p.207-216, 2009.
- LIMA, I.L. Disponibilidade de fósforo e de flúor de alguns alimentos e exigência nutricional de fósforo para frangos de corte. 1995. 121p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa.
- LIU, J.B.; CHEN, D.W.; ADEOLA, O.. Phosphorus digestibility response of broiler chickens to dietary calcium-to-phosphorus ratios. Poultry Science, v. 92, p. 1572-1578, 2013.
- MANUAL DE MANEJO DE FRANGOS DE CORTE COBB. Cobb-Vantress Inc. 2009.
- McKNIGHT, W. F. The impact of phytase and high available phosphorus corn on broiler performance and phosphorus excretion. In: PROCEEDINGS OF THE BASF TECHNICAL SYMPOSIUM, 1999, Atlanta. Anais Atlanta: BASF, 1999. Seção 6, p. 57-66.

- MORAN Jr., E.T.; TODD, M.C. Continuous submarginal phosphorus with broilers and the effect of preslaughter transportation: carcass defects, further-processing yields, and tibia-femur integrity. *Poultry Science*, v. 73, p. 1448-1457, 1994.
- MUNARO, F.A.; LOPEZ, J.TEIXEIRA, A.S.; LOPEZ, S.E. Efeito da fitase em rações com 15% de farelo de arroz desengordurado no desempenho de frangos de corte. *Rev.Bras. Zootec.*, Viçosa, v.25, n.5, p.910-920, 1996.
- MURAKAMI, A.E.; GARCIA, E.R.M.; MARTINS, E.N.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; OLIVEIRA, A.F.G. de. Efeito da inclusão de óleo de linhaça nas rações sobre o desempenho e os parâmetros ósseos de frangos de corte. *R. Bras. Zootec.*, v. 38, n. 7, p. 1256-1264, 2009
- NAMKUNG, H., LEESON, S. 1999. Effect of phytase Enzyme on dietary Nitrogen-corrected apparent metabolizable energy and ileal digestibility of nitrogen and amino acids in broiler chicks. *Poult. Sci.*, 78:1317-1319.
- OLUKOSI, O.A.; KONG, C.; FRU-NJI, F.; AJUWON, K.M.; ADEOLA, O. Assessment of a bacterial 6-phytase in the diets of broiler chickens. *Poultry Science*, v. 92, p. 2101-2108, 2013.
- OLUKOSI, O.A.; COWIESON, A.J.; ADEOLA, O. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase and protease or phytase individually or in combination in broilers. *Poultry Science*, v. 86, p. 77-86, 2007.
- PARMER, T.G.; CAREW, L.B.; ALSTER, F.A.; SCANES, C.G. Thyroid function, growth hormone, and organ growth in broilers deficient in phosphorus. *Poult. Sci.* v, 66, p.1995-2004. 1987.
- PERNEY, K.M., CANTOR, A.H., STRAW, M.L. et al. 1993. The effect of dietary on growth performance and phosphorus utilization of broiler chicks. *Poult. Sci.*, 72:2106-2114.
- PINHEIRO, S.R.F.; SAKOMURA, N.K.; NASCIMENTO, D.C.N.; DOURADO, L.R.B.; FERNANDES, J.B.K.; THOMAZ, M.C. Níveis nutricionais de fósforo disponível para aves de corte ISA Label criadas em semiconfinamento. *R. Bras. Zootec.*, v. 40, n. 2, p. 361-369, 2011.
- PINTO, A.R.; SILVA, B.; OLIVEIRA, I.C.; PEREIRA, J.O.S.; NUNES, L. Manual de normalização de trabalhos acadêmicos. Viçosa, MG, 2011. 70 p. Disponível em: <<http://www.bbt.ufv.br/>>. Acesso em: 20 jan., 2013.
- PIZZOLANTE, C. C.; TEIXEIRA, A. S.; SANTOS, C. D. Utilização da fitase na alimentação de frangos de corte: desempenho. In: CONFERÊNCIA APINCO 2000 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. FACTA, 2000, Campinas. Anais... Campinas: [s.n.], 2000. p. 45
- RAVINDRAN, V., CABAUGH, S., RAVINDRAN, G., BRYDEN, L. 1999. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broiler. *Poult. Sci.*, 78:699-706.

- ROSTAGNO, H.S., SAKOMURA, N.K., GOMES, P.C. et al. Exigência nutricional de fósforo e sua disponibilidade em fosfato de rocha e fosfato parcialmente defluorizado para pintos de corte. R. Soc. Bras. Zootec., v. 17, n. 3. P. 249-257, 1988.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. Tabelas brasileiras para vaes y suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 3ed. Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Zootecnia. 2011.
- ROUSSEAU, X.; LETOURNEAU-MONTMINY, M.P.; MEME, N.; MAGNIN, M.; NYS, Y.; NARCY, A. Phosphorus utilization in finishing broiler chickens: Effects of dietary calcium and microbial phytase. Poultry Science, v. 91, p. 2829-2837, 2012.
- RUNHO, R.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; et al. Exigência de Fósforo Disponível para Frangos de Corte Machos e Fêmeas de 1 a 21 Dias de Idade. Revista brasileira de zootecnia., v.30, n.1, p.187-196, 2001.
- RUTHERFURD, S.M.; CHUNG, T. K.; THOMAS, D.V.; ZOU, M.L.; MOUGHAN, P.J. 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, v. 91, p. 1118-1127, 2012.
- SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R.; D'AGOSTINI, P. Exigência Nutricional de Cálcio para Frangos de Corte, nas Fases de Crescimento e Terminação. R. Bras. Zootec., v.33, n.2, p.397-406, 2004.
- SANTOS dos, F.R. Efeito da suplementação com fitase sobre o desempenho e digestibilidade de nutrientes para frangos de corte. (Dissertação de mestrado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Unesp, Câmpus de Jaboticabal, São Paulo. Brasil, 2005.
- SANTOS dos, L.M.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, L.T.; GOMIDE, E.M.; NAVES, L.P. Níveis de cálcio e fósforo disponível em rações com fitase para frangos de corte nas fases pré-inicial e inicial. R. Bras. Zootec., v. 40, n. 11, p. 2476-2485, 2011a.
- SANTOS dos, L.M.; RODRIGUES, P.B.; ALVARENGA, R.R., NAVES, L.P.; HESPANHOL, R.; LIMA, J.F.R.; LARA, M.C.C.; L.R. SILVA. Níveis de fósforo disponível e cálcio em rações suplementadas com fitase para frangos de corte nas fases de crescimento e final. R. Bras. Zootec., v. 40, n. 11, p. 2486-2495, 2011b.
- SCHALY, L.M.; GONÇALVES, B.N.; OLIVEIRA, M.C.; LAURENTIZ, A.C. Efeito de níveis de fósforo não-fítico e de fitase sobre o fêmur de frangos de corte. Biotemas, v. 22, n. 1, p. 81-85, 2009.
- SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; BERTECHINI, A.G. et al. Efeito dos níveis de cálcio sobre a absorção de minerais em dietas iniciais para frangos de corte suplementadas com fitase. Ciência e Agrotecnologia, v.26, n.6. p.1313-1321, 2002.
- SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R.; LAGUE, P.C. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phospho-

- rus, cooper and zinc in broilers chickens fed corn-soybean diets. *Poult. Sci.*, Champaign, v.75, n.6, p.729-736, 1996a.
- SEBASTIAN, S., TOUCHBURN, S.P., CHAVEZ, E.R. et al. Efficacy of supplemental microbial phytase at different dietary calcium levels on growth performance and mineral utilization of broiler chickens. *Poult. Sci.*, v. 75, p. 1516-1523, 1996b.
- SEBASTIAN, S., TOUCHBURN, S.P., CHAVEZ, E.R. et al. Aparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed a corn-soybean diet supplemented with microbial phytase. *Poult. Sci.*, 78:1760-1769, 1997.
- SHAFEY, T.M.; McDONALD, M.W. The effects of dietary concentrations of minerals, source of protein, amino acids and antibiotics on the growth of and digestibility of amino acids by broiler chickens. *British Poultry Science*, v.32, p.535-544, 1991.
- SHAFEY, T.M.; McDONALD, M.W.; DINGLE, J.G. Effects of dietary calcium and available phosphorus concentration on digesta pH and on the availability of calcium, iron, magnesium and zinc from the intestinal contents of meat chickens. *British Poultry Science*, London, v. 32, n. 1, p. 185-194, Mar. 1991.
- SHASTAK, Y.; WITZIG, M.; HARTUNG, K.; RODEHUTSCORD, M. Comparison of retention and prececal digestibility measurements in evaluating mineral phosphorus sources in broilers^{1,2}. *Poultry Science*, v. 91, p. 2201-2209, 2012.
- SHASTAK, Y.; WITZIG, M.; HARTUNG, K.; Bessei W.; RODEHUTSCORD, M. Y. Comparison and evaluation of bone measurements for the assessment of mineral phosphorus sources in broilers^{1,2}. *Poultry Science*, v. 91, p. 2210-2220, 2012.
- SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: *WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE*, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- SOHAIL, S.S., ROLAND, D.A. 1999. Influence of supplemental phytase on performance of broilers four to six of age. *Poult. Sci.*, 78:550-555.
- SUTTLE, N. F. The mineral nutrition of livestock. 4 ed. CABI Publishing. 1825-205p. 2010.
- TALATY, P.N.; KATANBAF, M.N.; HESTER, P.Y. Life cycle changes in bone mineralization and bone size traits of commercial broilers. *Poultry Science*, v.88, p.1070-1077, 2009.
- TANAKA, Y.; DELUCA, H.F. The control of 25-hydroxyvitamin D metabolism by inorganic phosphorus. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, v. 154, n. 2, p. 566-574, 1973.
- TEIXEIRA, E.N.M.; SILVA DA, J.H.B.; GOULART, C.G.; FILHO, J.J.; RIBEIRO, M.L.G. Suplementação da fitase em rações com diferentes níveis de fósforo disponível para frangos de corte. *Revista Ciência Agronômica*, v. 44, n. 2, p. 390-397, abr-jun, 2013.

- TEJEDOR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; VIETES, F.M. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 802-808, 2001.
- UFMG - Universidade Federal de Campina Grande. 2009. – The Assisat-Statistical Assistance Software. ASSISTAT, UFG, Campina Grande, Brasil.
- UFV - Universidade Federal de Viçosa. 2007. SAEG – Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 8.0. UFG, Viçosa, Brasil, p. 59. (Manual do usuário).
- VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I. et al. Effects of microbial phytase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. *Poultry Science*, v.81, n. 8, p.1172-1183, 2002.
- WALK, C.L.; BEDFORD, M.R.; SANTOS, T.S.; PAIVA, D.; BRADLEY, J.R.; WLADECKI, H.; HONAKER, C. McELROY, A.P. Extra-phosphoric effects of superdoses of a novel microbial phytase. *Poultry Science*, v. 92, p. 719-725, 2013.
- WALK, C.L.; BEDFORD, M.R.; McELROY, A.P. Influence of limestone and phytase on broiler performance, gastrointestinal pH, and apparent ileal nutrient digestibility. *Poultry Science*, v. 91, p. 1371-1378, 2012.
- WALK, C.L.; ADDO-CHIDIE, E.K.; BEDFORD, M.R.; ADEOLA, O.. Evaluation of a highly soluble calcium source and phytase in the diets of broiler chickens. *Poultry Science*, v. 91, p. 2255-2263, 2012.
- YAN, F.; FRITTS, C. A.; WALDROUP, P. W. Evaluation of modified dietary phosphorus levels with and without phytase supplementation on live performance and excreta phosphorus concentration in broiler diets. 2. modified early phosphorus levels. *Journal of Applied Poultry Research*, Savoy, v. 13, p. 394-400, 2004.
- ŻYŁA, K.; MIKA, M.; DULIŃSKI, R.; ŚWIĄTKIEWICZ, S.; KORELESKI, J.; PUSTKOWIAK, H.; PIIRONEN, J. Effects of inositol, inositol-generating phytase B applied alone, and in combination with 6-phytase A to phosphorus-deficient diets on laying performance, eggshell quality, yolk cholesterol, and fatty acid deposition in laying hens. *Poultry Science*, v. 91, p. 1915-1927, 2012.

ANEXO A – Certificado de processo pelo Comitê de ética para Uso de Animais



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA

Campus Universitário – Viçosa, MG – 36370-000 – Telefone: (31) 3899.2262 – Fax: (31) 3899.2275 – e-mail: dzo@ufv.br

Comitê de Ética para Uso de Animais/DZO

Viçosa, 21 de julho de 2012

CERTIFICADO

O Comitê de Ética para Uso de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa certifica que o processo nº 21/2012, intitulado “Níveis de fósforo disponível em rações para frangos de corte suplementadas ou não com fitase”, coordenado pelo Prof(a). Luiz Fernando Teixeira Albino, está de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, estabelecido pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal e com a legislação vigente, tendo sido aprovado por este Comitê em 21/Jul/2012.

CERTIFICATE

The Ethic Committee in Animal Use of Animal Science Department/Universidade Federal de Viçosa certify that the process number 21/2012, named “Available phosphorus levels in broilers diet supplemented with or without Phytase”, coordinated by Prof(a). Luiz Fernando Teixeira Albino, is in agreement with the Ethical Principles for Animal Research established by the Brazilian College for Animal Experimentation (COBEA) and with actual Brazilian legislation. This Institutional Committee approved this process on Jul, 7th, 2012.

Marcos Inácio Marcondes
Presidente do CEUA/DZO/UFV

ANEXO B – Análises estatísticas

1. Análises estatísticas para o período i.) dos oito aos 21 dias de idade; ii.) dos oito aos 33 dias de idade; e iii.) dos oito aos 45 dias de idade, quando usadas para rações suplementadas com fosfato bicálcico.

a.)

Peso médio final

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00136	0.00068	0.6246 ns
Resíduo	21	0.02278	0.00108	
Total	23	0.02414		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.6246	>0.050

Médias de tratamento

1	0.80575 a
2	0.79768 a
3	0.78739 a

Número de médias dms

2	0.03430
3	0.04150

MG = 0.79694

CV% = 4.13

Ponto médio = 0.78335

Ganho

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00087	0.00044	0.4500 ns
Resíduo	21	0.02034	0.00097	
Total	23	0.02121		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.45	>0.050

Médias de tratamento

1	0.62091 a
2	0.61728 a
3	0.60670 a

Número de médias dms

2	0.03240
3	0.03920

MG = 0.61496

CV% = 5.06

Ponto médio = 0.60088

Consumo de ração

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00206	0.00103	1.1861 ns
Resíduo	21	0.01826	0.00087	
Total	23	0.02032		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
 * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
 ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	1.1861	0.3251

Médias de tratamento

1	0.94557 a
2	0.93167 a
3	0.92307 a

Número de médias dms

2	0.03070
3	0.03720

MG = 0.93343

CV% = 3.16

Ponto médio = 0.92863

Conversão alimentar

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00097	0.00049	0.1744 ns
Resíduo	21	0.05871	0.00280	
Total	23	0.05968		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
 * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
 ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.1744	>0.050

Médias de tratamento

1	1.52441 a
2	1.51075 a
3	1.52412 a

Número de médias dms

2 0.05500
3 0.06670

MG = 1.51976
Peso tibia

CV% = 3.48

Ponto médio = 1.52511

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.12700	0.06350	1.2094 ns
Resíduo	21	1.10266	0.05251	

Total	23	1.22967		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	1.2094	0.3183

Médias de tratamento

1 1.79373 a
2 1.95731 a
3 1.93672 a

Número de médias dms

2 0.23830
3 0.28890

MG = 1.89592

CV% = 12.09

Ponto médio = 1.88951

Percentual de cinzas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	1.68105	0.84052	1.9175 ns
Resíduo	21	9.20516	0.43834	

Total	23	10.88621		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	1.9175	0.1718

Médias de tratamento

1 46.91425 a
2 46.51966 a
3 47.16240 a

Número de médias dms

2 0.68850
3 0.83470

MG = 46.86544

CV% = 1.41

Ponto médio = 47.00748

Cinzas – gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.02684	0.01342	1.1310 ns
Resíduo	21	0.24918	0.01187	
Total	23	0.27602		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	1.131	0.3416

Médias de tratamento

1	0.84131 a
2	0.91105 a
3	0.91340 a

Número de médias dms

2	0.11330
3	0.13730

MG = 0.88859

CV% = 12.26

Ponto médio = 0.89294

Percentual de cálcio

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.64164	0.32082	0.0610 ns
Resíduo	21	110.49412	5.26162	
Total	23	111.13577		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.061	>0.050

Médias de tratamento

1	17.95213 a
2	18.29572 a
3	18.30217 a

Número de médias dms

2	2.38540
3	2.89170

MG = 18.18334

CV% = 12.61

Ponto médio = 17.01304

Cálcio - gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00650	0.00325	0.8698 ns
Resíduo	21	0.07842	0.00373	
Total	23	0.08491		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.8698	>0.050

Médias de tratamento

1	0.32148 a
2	0.35818 a
3	0.35424 a

Número de médias dms

2	0.06350
3	0.07700

MG = 0.34464 CV% = 17.73 Ponto médio = 0.35517

Percentual de fósforo

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	20.71116	10.35558	18.7304 **
Resíduo	21	11.61039	0.55288	
Total	23	32.32155		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	5.7804	18.7304	<0.001

Médias de tratamento

1	9.34941 b
2	11.09157 a
3	11.48817 a

Número de médias dms

2	0.77330
3	0.93740

MG = 10.64305 CV% = 6.99 Ponto médio = 9.65920

Fósforo – gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.01487	0.00744	10.2410 **
Resíduo	21	0.01525	0.00073	
Total	23	0.03012		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	5.7804	10.241	<0.001

Médias de tratamento

1	0.16722	b
2	0.21660	a
3	0.22289	a

Número de médias dms

2	0.02800
3	0.03400

MG = 0.20224

CV% = 13.32

Ponto médio = 0.19765

b.)

Peso médio final

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00151	0.00076	0.1806 ns
Resíduo	21	0.08795	0.00419	
Total	23	0.08946		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.1806	>0.050

Médias de tratamento

1	1.92840	a
2	1.91000	a
3	1.91377	a

Número de médias dms

2	0.06730
3	0.08160

MG = 1.91739

CV% = 3.38

Ponto médio = 1.88750

Ganho

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00152	0.00076	0.1893 ns
Resíduo	21	0.08421	0.00401	
Total	23	0.08572		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.1893	>0.050

Médias de tratamento

1	1.74794 a
2	1.72959 a
3	1.73308 a

Número de médias dms

2	0.06590
3	0.07980

MG = 1.73687

CV% = 3.65

Ponto médio = 1.70788

Consumo de ração

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00402	0.00201	0.5375 ns
Resíduo	21	0.07846	0.00374	
Total	23	0.08248		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.5375	>0.050

Médias de tratamento

1	2.68960 a
2	2.66979 a
3	2.65827 a

Número de médias dms

2	0.06360
3	0.07710

MG = 2.67255

CV% = 2.29

Ponto médio = 2.69538

Conversão alimentar

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00039	0.00019	0.1098 ns
Resíduo	21	0.03687	0.00176	
Total	23	0.03725		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.1098	>0.050

Médias de tratamento

1	1.54038 a
2	1.54435 a
3	1.53459 a

Número de médias dms

2	0.04360
3	0.05280

MG = 1.53977 CV% = 2.72 Ponto médio = 1.54426

Peso tibia

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.32038	0.16019	0.8192 ns
Resíduo	21	4.10657	0.19555	
Total	23	4.42695		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.8192	>0.050

Médias de tratamento

1	4.90497 a
2	4.84798 a
3	5.11655 a

Número de médias dms

2	0.45990
3	0.55750

MG = 4.95650 CV% = 8.92 Ponto médio = 4.86435

Percentual de cinzas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	2.92110	1.46055	2.9395 ns
Resíduo	21	10.43416	0.49686	
Total	23	13.35526		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	2.9395	0.0749

Médias de tratamento

1	48.20735 a
2	47.42782 a
3	48.12084 a

Número de médias dms

2	0.73300
3	0.88860

MG = 47.91867

CV% = 1.47

Ponto médio = 48.03971

Cinzas – gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.10918	0.05459	1.2139 ns
Resíduo	21	0.94439	0.04497	
Total	23	1.05357		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	1.2139	0.317

MÉDIAS E MEDIDAS

Médias de tratamento

1	2.36452 a
2	2.29833 a
3	2.46251 a

Número de médias dms

2	0.22050
3	0.26730

MG = 2.37512

CV% = 8.93

Ponto médio = 2.32618

Percentual de cálcio

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	4.90260	2.45130	0.7552 ns
Resíduo	21	68.16285	3.24585	
Total	23	73.06546		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.7552	>0.050

Médias de tratamento

1	20.12159 a
2	21.04507 a
3	20.05454 a

Número de médias dms

2	1.87360
3	2.27120

MG = 20.40707

CV% = 8.83

Ponto médio = 18.87129

Cálcio - gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00821	0.00411	0.2781 ns
Resíduo	21	0.31011	0.01477	
Total	23	0.31833		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.2781	>0.050

Médias de tratamento

1	0.98457 a
2	1.01899 a
3	1.02730 a

Número de médias dms

2	0.12640
3	0.15320

MG = 1.01029

CV% = 12.03

Ponto médio = 1.00182

Percentual de fósforo

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	4.86613	2.43307	1.8656 ns
Resíduo	21	27.38707	1.30415	
Total	23	32.25321		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	1.8656	0.1796

Médias de tratamento

1	10.44027 a
2	11.46527 a
3	11.30553 a

Número de médias dms

2	1.18760
3	1.43970

MG = 11.07036

CV% = 10.32

Ponto médio = 10.27469

Fósforo – gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.01900	0.00950	2.4631 ns
Resíduo	21	0.08101	0.00386	
Total	23	0.10001		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	2.4631	0.1094

Médias de tratamento

1	0.51011 a
2	0.55415 a
3	0.57804 a

Número de médias dms

2	0.06460
3	0.07830

MG = 0.54743

CV% = 11.35

Ponto médio = 0.50013

c.)

Peso médio final

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.05633	0.02816	3.1400 ns
Resíduo	21	0.18835	0.00897	
Total	23	0.24468		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	3.14	0.0641

Médias de tratamento

1	3.12550 a
2	3.04403 a
3	3.01004 a

Número de médias dms

2	0.09850
3	0.11940

MG = 3.05986

CV% = 3.10

Ponto médio = 2.97816

Ganho

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.05648	0.02824	3.2228 ns
Resíduo	21	0.18403	0.00876	
Total	23	0.24051		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	3.2228	0.0602

Médias de tratamento

1	2.94503 a
2	2.86362 a
3	2.82936 a

Número de médias dms

2	0.09740
3	0.11800

MG = 2.87933

CV% = 3.25

Ponto médio = 2.79579

Peso fêmur

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	13.95940	6.97970	29.5118 **
Resíduo	21	4.96662	0.23651	
Total	23	18.92601		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	5.7804	29.5118	<0.001

Médias de tratamento

1	3.99369	b
2	5.53160	a
3	3.84423	b

Número de médias dms

2	0.50570
3	0.61310

MG = 4.45651

CV% = 10.91

Ponto médio = 4.80705

Percentual de cinzas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	4.83598	2.41799	4.2406 *
Resíduo	21	11.97406	0.57019	
Total	23	16.81004		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	4.2406	0.0284

Médias de tratamento

1	50.90494	b
2	51.24122	ab
3	51.97968	a

Número de médias dms

2	0.78530
3	0.95190

MG = 51.37528

CV% = 1.47

Ponto médio = 51.16428

Cinzas – gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	3.56743	1.78372	28.9761 **
Resíduo	21	1.29272	0.06156	
Total	23	4.86015		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	5.7804	28.9761	<0.001

Médias de tratamento

1	2.03252	b
2	2.83317	a
3	1.99913	b

Número de médias dms

2	0.25800
3	0.31280

MG = 2.28827

CV% = 10.84

Ponto médio = 2.47915

Percentual de cálcio

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	3.32174	1.66087	0.4180 ns
Resíduo	21	83.43449	3.97307	
Total	23	86.75623		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.418	>0.050

Médias de tratamento

1	19.31169	a
2	19.44508	a
3	18.59769	a

Número de médias dms

2	2.07290
3	2.51280

MG = 19.11816

CV% = 10.43

Ponto médio = 20.75780

Cálcio - gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.59724	0.29862	14.6091 **
Resíduo	21	0.42926	0.02044	
Total	23	1.02650		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	5.7804	14.6091	<0.001

Médias de tratamento

1	0.77594	b
2	1.07581	a
3	0.71483	b

Número de médias dms

2	0.14870
3	0.18020

MG = 0.85552

CV% = 16.71

Ponto médio = 0.91537

Percentual de fósforo

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	4.04315	2.02157	1.5161 ns
Resíduo	21	28.00070	1.33337	
Total	23	32.04385		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	1.5161	0.2426

Médias de tratamento

1	10.90823	a
2	9.98613	a
3	10.79414	a

Número de médias dms

2	1.20080
3	1.45570

MG = 10.56283

CV% = 10.93

Ponto médio = 10.78000

Fósforo – gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.08533	0.04266	8.9296 **
Resíduo	21	0.10034	0.00478	
Total	23	0.18567		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	5.7804	8.9296	0.0016

Médias de tratamento

1	0.43873	b
2	0.55050	a
3	0.41318	b

Número de médias dms

2	0.07190
3	0.08710

MG = 0.46747

CV% = 14.79

Ponto médio = 0.46942

2. Análises estatísticas para o período i.) dos oito aos 21 dias de idade; ii.) dos oito aos 33 dias de idade; e iii.) dos oito aos 45 dias de idade, quando usadas para rações suplementadas com fosfato bicálcico e fitase.

i.)

Peso médio final

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00128	0.00064	0.7441 ns
Resíduo	21	0.01807	0.00086	
Total	23	0.01935		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.7441	>0.050

Médias de tratamento

1	0.79564	a
2	0.78513	a
3	0.77785	a

Número de médias dms

2	0.03050
3	0.03700

MG = 0.78621

CV% = 3.73

Ponto médio = 0.78238

Ganho

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00130	0.00065	0.7903 ns
Resíduo	21	0.01733	0.00083	
Total	23	0.01863		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.7903	>0.050

Médias de tratamento

1	0.61527 a
2	0.60516 a
3	0.59726 a

Número de médias dms

2	0.02990
3	0.03620

MG = 0.60590

CV% = 4.74

Ponto médio = 0.60075

Consumo de ração

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00672	0.00336	4.3350 *
Resíduo	21	0.01629	0.00078	
Total	23	0.02301		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	4.335	0.0265

Médias de tratamento

1	0.95050 a
2	0.95459 a
3	0.91722 b

Número de médias dms

2	0.02900
3	0.03510

MG = 0.94077

CV% = 2.96

Ponto médio = 0.92663

Conversão alimentar

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00688	0.00344	2.0551 ns
Resíduo	21	0.03516	0.00167	
Total	23	0.04204		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	2.0551	0.1531

Médias de tratamento

1	1.54574 a
2	1.57767 a
3	1.53879 a

Número de médias dms

2	0.04260
3	0.05160

MG = 1.55407

CV% = 2.63

Ponto médio = 1.54338

Peso tibia

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00875	0.00437	0.1345 ns
Resíduo	21	0.68275	0.03251	
Total	23	0.69150		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.1345	>0.050

Médias de tratamento

1	1.90527 a
2	1.94249 a
3	1.89937 a

Número de médias dms

2	0.18750
3	0.22730

MG = 1.91571

CV% = 9.41

Ponto médio = 1.93396

Percentual de cinzas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	15.92980	7.96490	18.2434 **
Resíduo	21	9.16842	0.43659	
Total	23	25.09821		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	5.7804	18.2434	<0.001

Médias de tratamento

1	45.70498	c
2	46.94924	b
3	47.67829	a

Número de médias dms

2	0.68710
3	0.83300

MG = 46.77750

CV% = 1.41

Ponto médio = 46.61192

Cinzas – gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00803	0.00401	0.4932 ns
Resíduo	21	0.17092	0.00814	
Total	23	0.17895		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.4932	>0.050

Médias de tratamento

1	0.87095	a
2	0.91275	a
3	0.90583	a

Número de médias dms

2	0.09380
3	0.11370

MG = 0.89651

CV% = 10.06

Ponto médio = 0.90301

Percentual de cálcio

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	60.49707	30.24853	9.4226 **
Resíduo	21	67.41451	3.21021	
Total	23	127.91158		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	5.7804	9.4226	0.0012

Médias de tratamento

1	13.59099	b
2	17.16985	a
3	16.69837	a

Número de médias dms

2	1.86330
3	2.25870

MG = 15.81973

CV% = 11.33

Ponto médio = 15.97414

Cálcio - gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.02644	0.01322	6.1796 **
Resíduo	21	0.04492	0.00214	
Total	23	0.07136		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	5.7804	6.1796	0.0078

Médias de tratamento

1	0.25744	b
2	0.33498	a
3	0.31737	a

Número de médias dms

2	0.04810
3	0.05830

MG = 0.30326

CV% = 15.25

Ponto médio = 0.33490

Percentual de fósforo

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	26.40627	13.20313	25.6607 **
Resíduo	21	10.80507	0.51453	
Total	23	37.21134		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	5.7804	25.6607	<0.001

Médias de tratamento

1	9.00156 b
2	10.81269 a
3	11.48543 a

Número de médias dms

2	0.74600
3	0.90430

MG = 10.43323

CV% = 6.88

Ponto médio = 9.62135

Fósforo – gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00986	0.00493	12.1640 **
Resíduo	21	0.00851	0.00041	
Total	23	0.01837		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	5.7804	12.164	<0.001

Médias de tratamento

1	0.17136 b
2	0.20956 a
3	0.21792 a

Número de médias dms

2	0.02090
3	0.02540

MG = 0.19962

CV% = 10.08

Ponto médio = 0.19169

ii.)

Peso médio final

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00236	0.00118	0.4287 ns
Resíduo	21	0.05786	0.00276	
Total	23	0.06023		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.4287	>0.050

Médias de tratamento

1	1.88456 a
2	1.86563 a
3	1.86189 a

Número de médias dms

2	0.05460
3	0.06620

MG = 1.87069

CV% = 2.81

Ponto médio = 1.85125

Ganho

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00236	0.00118	0.4360 ns
Resíduo	21	0.05688	0.00271	
Total	23	0.05924		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.436	>0.050

Médias de tratamento

1	1.70418 a
2	1.68566 a
3	1.68130 a

Número de médias dms

2	0.05410
3	0.06560

MG = 1.69038

CV% = 3.08

Ponto médio = 1.67050

Consumo de ração

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.01374	0.00687	1.8387 ns
Resíduo	21	0.07848	0.00374	
Total	23	0.09222		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	1.8387	0.1837

Médias de tratamento

1	2.67450 a
2	2.67178 a
3	2.62243 a

Número de médias dms

2	0.06360
3	0.07710

MG = 2.65624

CV% = 2.30

Ponto médio = 2.63600

Conversão alimentar

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00251	0.00126	1.2313 ns
Resíduo	21	0.02142	0.00102	
Total	23	0.02393		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	1.2313	0.3121

Médias de tratamento

1	1.57018 a
2	1.58528 a
3	1.56041 a

Número de médias dms

2	0.03320
3	0.04030

MG = 1.57196

CV% = 2.03

Ponto médio = 1.57297

Peso tibia

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.06638	0.03319	0.3761 ns
Resíduo	21	1.85347	0.08826	
Total	23	1.91986		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.3761	>0.050

Médias de tratamento

1	4.88873 a
2	4.79470 a
3	4.91797 a

Número de médias dms

2	0.30900
3	0.37450

MG = 4.86713 CV% = 6.10 Ponto médio = 4.78359

Percentual de cinzas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	1.92310	0.96155	2.7763 ns
Resíduo	21	7.27315	0.34634	
Total	23	9.19625		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	2.7763	0.0851

Médias de tratamento

1	47.11266 a
2	47.36666 a
3	47.79840 a

Número de médias dms

2	0.61200
3	0.74190

MG = 47.42591 CV% = 1.24 Ponto médio = 47.41880

Cinzas – gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.02584	0.01292	0.5813 ns
Resíduo	21	0.46677	0.02223	
Total	23	0.49261		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.5813	>0.050

Médias de tratamento

1	2.30493 a
2	2.27046 a
3	2.35058 a

Número de médias dms

2	0.15500
3	0.18800

MG = 2.30865 CV% = 6.46 Ponto médio = 2.26300

Percentual de cálcio

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	4.91707	2.45853	0.9666 ns
Resíduo	21	53.41287	2.54347	
Total	23	58.32994		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.9666	>0.050

Médias de tratamento

1	18.56711 a
2	17.68865 a
3	18.71370 a

Número de médias dms

2	1.65850
3	2.01050

MG = 18.32315 CV% = 8.70 Ponto médio = 18.38706

Cálcio - gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.02496	0.01248	1.4432 ns
Resíduo	21	0.18160	0.00865	
Total	23	0.20656		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	1.4432	0.2587

Médias de tratamento

1	0.90876 a
2	0.84664 a
3	0.91996 a

Número de médias dms

2	0.09670
3	0.11720

MG = 0.89179

CV% = 10.43

Ponto médio = 0.90564

Percentual de fósforo

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.08623	0.04311	0.0461 ns
Resíduo	21	19.64667	0.93556	
Total	23	19.73290		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.0461	>0.050

Médias de tratamento

1	10.68821 a
2	10.83489 a
3	10.75606 a

Número de médias dms

2	1.00590
3	1.21940

MG = 10.75972

CV% = 8.99

Ponto médio = 11.14445

Fósforo – gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00055	0.00027	0.0686 ns
Resíduo	21	0.08394	0.00400	
Total	23	0.08449		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.0686	>0.050

Médias de tratamento

1	0.52372 a
2	0.51867 a
3	0.53035 a

Número de médias dms

2	0.06570
3	0.07970

MG = 0.52425

CV% = 12.06

Ponto médio = 0.54624

iii.)

Peso médio final

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00859	0.00429	1.0195 ns
Resíduo	21	0.08843	0.00421	
Total	23	0.09701		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	1.0195	0.3779

Médias de tratamento

1	2.92407 a
2	2.91838 a
3	2.88141 a

Número de médias dms

2	0.06750
3	0.08180

MG = 2.90795

CV% = 2.23

Ponto médio = 2.90577

Ganho

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00875	0.00437	1.0398 ns
Resíduo	21	0.08833	0.00421	
Total	23	0.09708		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	1.0398	0.371

Médias de tratamento

1	2.74369 a
2	2.73842 a
3	2.70081 a

Número de médias dms

2	0.06740
3	0.08180

MG = 2.72764

CV% = 2.38

Ponto médio = 2.72427

Consumo de ração

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00403	0.00202	0.1359 ns
Resíduo	21	0.31183	0.01485	
Total	23	0.31586		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.1359	>0.050

Médias de tratamento

1	4.99029 a
2	4.99913 a
3	4.96829 a

Número de médias dms

2	0.12670
3	0.15360

MG = 4.98590

CV% = 2.44

Ponto médio = 4.95776

Conversão alimentar

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.00190	0.00095	0.6525 ns
Resíduo	21	0.03061	0.00146	
Total	23	0.03251		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.6525	>0.050

Médias de tratamento

1	1.81889 a
2	1.82576 a
3	1.84025 a

Número de médias dms

2	0.03970
3	0.04810

MG = 1.82830

CV% = 2.09

Ponto médio = 1.84590

Peso fêmur

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	2.33704	1.16852	7.0516 **
Resíduo	21	3.47992	0.16571	
Total	23	5.81696		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	5.7804	7.0516	0.0045

Médias de tratamento

1	3.88118 b
2	4.60302 a
3	4.45981 a

Número de médias dms

2	0.42330
3	0.51320

MG = 4.31467

CV% = 9.43

Ponto médio = 4.31014

Percentual de cinzas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	12.13580	6.06790	8.8524 **
Resíduo	21	14.39446	0.68545	
Total	23	26.53025		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	5.7804	8.8524	0.0016

Médias de tratamento

1	49.01987	b
2	50.36347	a
3	50.65162	a

Número de médias dms

2	0.86100
3	1.04370

MG = 50.01165

CV% = 1.66

Ponto médio = 50.48292

Cinzas – gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.81102	0.40551	9.8315 **
Resíduo	21	0.86617	0.04125	
Total	23	1.67719		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)

ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	5.7804	9.8315	<0.001

Médias de tratamento

1	1.90187	b
2	2.32002	a
3	2.25561	a

Número de médias dms

2	0.21120
3	0.25600

MG = 2.15917

CV% = 9.41

Ponto médio = 2.25104

Percentual de cálcio

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	14.80793	7.40396	3.6859 *
Resíduo	21	42.18335	2.00873	
Total	23	56.99128		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	3.6859	0.0425

Médias de tratamento

1	19.75248 ab
2	18.11996 b
3	18.05438 b

Número de médias dms

2	1.47390
3	1.78670

MG = 18.64228

CV% = 7.60

Ponto médio = 18.83291

Cálcio - gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.01966	0.00983	0.7732 ns
Resíduo	21	0.26704	0.01272	
Total	23	0.28670		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	0.0254	0.7732	>0.050

Médias de tratamento

1	0.76641 a
2	0.83587 a
3	0.80944 a

Número de médias dms

2	0.11730
3	0.14220

MG = 0.80391

CV% = 14.03

Ponto médio = 0.78421

Percentual de fósforo

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	2.47309	1.23654	1.7303 ns
Resíduo	21	15.00789	0.71466	
Total	23	17.48098		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	1.7303	0.2016

Médias de tratamento

1	10.64956 a
2	10.54524 a
3	9.92246 a

Número de médias dms

2	0.87910
3	1.06570

MG = 10.37242

CV% = 8.15

Ponto médio = 10.95791

Fósforo – gramas

QUADRO DE ANÁLISE

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	2	0.02005	0.01002	4.5081 *
Resíduo	21	0.04669	0.00222	
Total	23	0.06674		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$)
ns não significativo ($p \geq .05$)

GL	GLR	F-crit	F	p
2	21	3.4668	4.5081	0.0235

Médias de tratamento

1	0.41353 b
2	0.48384 a
3	0.44157 ab

Número de médias dms

2 0.04900
3 0.05940

MG = 0.44631

CV% = 10.57

Ponto médio = 0.44895