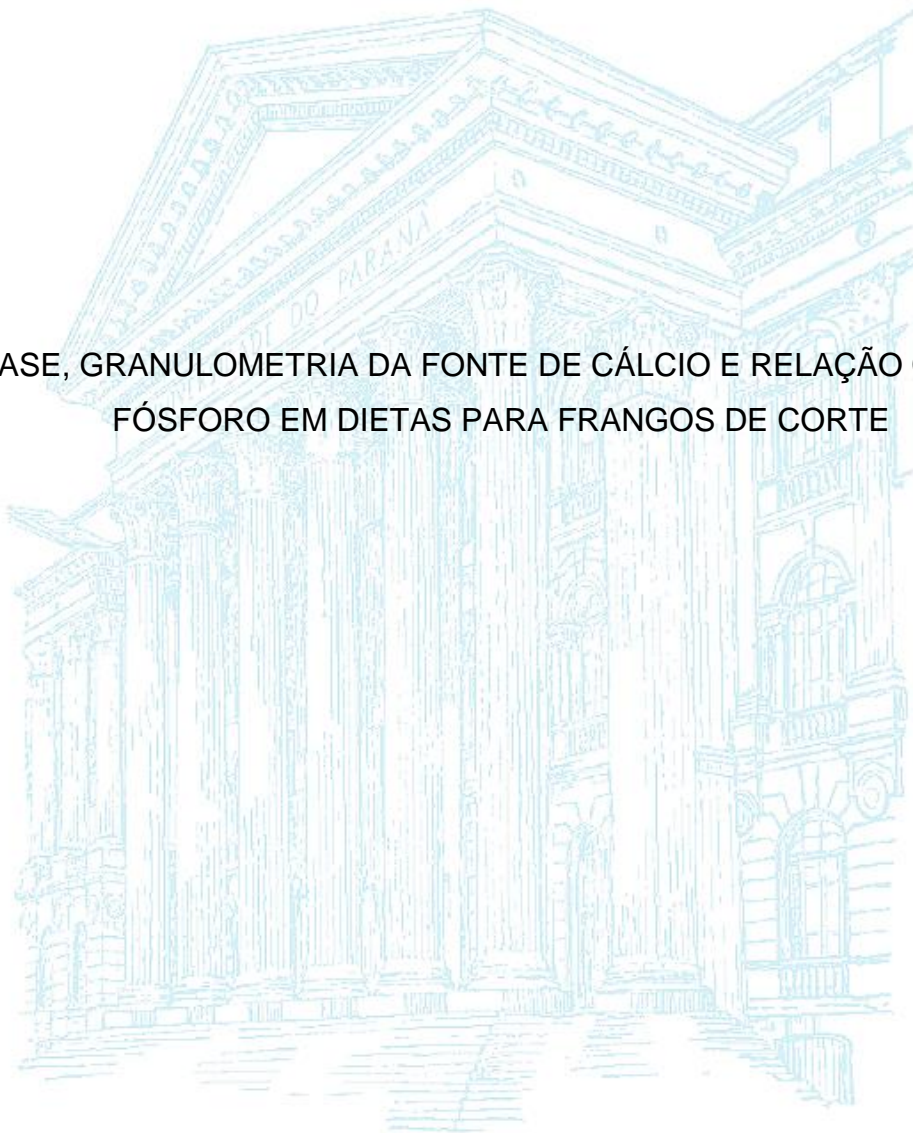


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JEAN FAGNER DURAU

FITASE, GRANULOMETRIA DA FONTE DE CÁLCIO E RELAÇÃO CÁLCIO E
FÓSFORO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE



CURITIBA

2015

JEAN FAGNER DURAU

FITASE, GRANULOMETRIA DA FONTE DE CÁLCIO E RELAÇÃO CÁLCIO E
FÓSFORO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Alex Maiorka

Coorientador: Dr. Everton Luís Krabbe

CURITIBA

2015


PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS




PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada **“FITASE, GRANULOMETRIA DA FONTE DE CÁLCIO E RELAÇÃO CÁLCIO E FÓSFORO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE”** apresentada pelo Mestrando **JEAN FAGNER DURAU** declara ante os méritos demonstrados pelo Candidato, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09-CEPE/UFPR, que considerou o candidato Apto para receber o Título de Mestre em Ciências Veterinárias, na Área de Concentração em Ciências Veterinárias.

Curitiba, 10 de fevereiro de 2015


Professor Dr. Alex Maiorka
Presidente/Orientador


Dr. Everton Luis Krabbe
Membro


Professora Dra. Chayane da Rocha
Membro

	Certificado de Conduta Ética	ETICA 1/1
---	------------------------------	---------------------

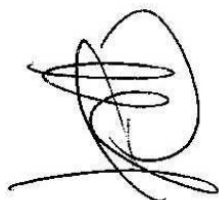
CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº (000/AAAA): 009/2014, sob título **“Avaliação de Fitase na dieta de frangos de 21 a 42 dias de idade, empregando diferentes relações Ca-P na dieta e Fonte de cálcio com diferentes granulometrias ”**, sob responsabilidade de **Everton Luis Krabbe** está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal, adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), **TENDO SIDO CONSIDERADO APROVADO PELA** Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/CNPISA) em reunião realizada em 16/ 10/ 2014.

CERTIFICATE

We certify that the Protocol nº (000/YYYY): 009/2014, under the following title **“Evaluation of phytase in the diet of chickens for 21 to 42 days of age, using the Ca-P relationship in the diet and calcium source with different particle sizes”** is in agreement with the Ethical Principles in Animal Research adopted by Brazilian College of Animal Experimentation (COBEA) and was approved by the Embrapa Swines and Poultry Ethical Committee for Animals utilization in experimentation (CEUA/CNPISA) in 16/10/2014.

Concórdia, 16/10/2014.



Presidente CEUA/CNPISA

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	06
LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E UNIDADES.....	07
RESUMO.....	08
ABSTRACT.....	09
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1. Cálcio.....	11
2.2. Fósforo.....	13
2.3. Fitase.....	16
2.4. Relação cálcio e fósforo.....	19
2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
2.6. REFERÊNCIAS.....	23
3. FITASE, GRANULOMETRIA DA FONTE DE CÁLCIO E RELAÇÃO CÁLCIO E FÓSFORO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE.....	27
RESUMO.....	27
ABSTRACT.....	28
3.1. INTRODUÇÃO.....	29
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
3.3.1. Desempenho zootécnico.....	36
3.3.2. Características ósseas.....	38
3.3.3. Coeficientes de metabolizabilidade.....	41
4. CONCLUSÃO.....	45
5. REFERÊNCIAS.....	45
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tratamentos experimentais.....	30
Tabela 2. Formulação e níveis nutricionais da dieta basal.....	31
Tabela 3. Formulação e níveis nutricionais das dietas experimentais.....	35
Tabela 4. Consumo de ração médio (CRM), ganho de peso médio (GPM) e taxa de conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com duas relações cálcio e fósforo (1,34 e 1,70) duas granulometrias da fonte de cálcio (1354 μm e 428 μm) e com inclusão (500 FTU/kg) ou ausência de fitase no período de 22 a 42 dias de idade.....	36
Tabela 5. Porcentagem de resíduo mineral (RM), cálcio (Ca), fósforo (P) e resistência óssea (RO) de tíbia de frangos de corte alimentados com duas relações cálcio e fósforo (1,34 e 1,70) duas granulometrias da fonte de cálcio (1354 μm e 428 μm) e com inclusão (500 FTU/kg) ou ausência de fitase aos 42 dias de idade.....	38
Tabela 6. Coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), cálcio (CMACa) e fósforo (CMAP) de frangos de corte alimentados com duas relações cálcio e fósforo (1,34 e 1,70), duas granulometrias da fonte de cálcio (1354 μm e 428 μm) e com inclusão (500 FTU/kg) ou ausência de fitase dos 25 aos 28 dias de idade.....	42

LISTA DE SIGLAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

Ca- cálcio
CA - conversão alimentar
CMAMS - coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca
CMACa - coeficiente de metabolizabilidade aparente do cálcio
CMAP – coeficiente de metabolizabilidade aparente do fósforo
CR - consumo de ração
DGM - diâmetro geométrico médio
FC – fonte de cálcio
FO – farinha de ostra
FQ – força de quebra
FTU – unidade de medida de fitase
g - grama
GP - ganho de peso
Kg - kilograma
kgf - kilograma força
MS - matéria seca
NaCl - cloreto de sódio
P - fósforo
Pd- fósforo disponível
p - probabilidade
PB - proteína bruta
pH - potencial de hidrogênio iônico
RM – resíduo mineral
RO – resistencia óssea
UI - unidade internacional
% - porcentagem
µm - micrometro
°C – Graus Celsius

RESUMO

O cálcio (Ca) é o mineral de maior inclusão nas dietas baseadas em milho e farelo de soja, tem importante participação no funcionamento de alguns sistemas no organismo, principalmente o ósseo. Como grande parte do fósforo (P) do ingredientes vegetais, encontra-se como parte da molécula de fitato, não está disponível para os animais não ruminantes, a inclusão de fosfatos de rocha se fazem necessário para atingir a quantidade de P requerida pelas aves. A enzima fitase entra como estratégia para aproveitar o máximo dos nutrientes, principalmente de fósforo dos ingredientes vegetais. Foram realizados dois experimentos para avaliar a inclusão de fitase, relação entre Ca e P e granulometria (DGM) da fonte de cálcio (FC). Foram utilizados seis tratamentos, variando na inclusão de fitase (0 e 500 FTU/kg), relação Ca e P total (1,34:1 e 1,70:1) e DGM da fonte de cálcio (grossa com DGM de 1354 μm e fina 428 μm). Os animais de ambos experimentos foram criados juntos, recebendo a mesma dieta e manejo até o 21º dia de vida, após esse período os animais foram alojados nas instalações de cada experimento. No ensaio de desempenho foram utilizados 1200 frangos de corte, alojados de 22 a 42 dias de idade. Foram seis tratamentos com dez repetições de 20 aves em cada unidade experimental, sendo dez macho e dez fêmeas. Foi avaliado consumo de ração médio (CRM), ganho de peso médio (GPM) e taxa de conversão alimentar (CA) de 22 a 42 dias de idade. Aos 42 dias de idade um de cada unidade experimental foi selecionado para coleta das duas tíbias, foi realizado avaliação de resistência óssea (RO), porcentagem de resíduo mineral (%RM), cálcio (%Ca) e fósforo (%P). No ensaio de metabolismo foram utilizados 960 frangos, alojados de 22 a 28 dias de idade. Foram seis tratamentos com 16 repetições de dez aves em cada unidade experimental, sendo oito repetições de machos e oito de fêmeas. A coleta total de excretas foi de 25 a 28 dias de idade. Foi avaliado coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), cálcio (CMACa) e fósforo (CMAP). As variáveis de desempenho e características ósseas foram comparadas por meio de análise de variância. As variáveis de metabolizabilidade foram comparadas em esquema fatorial 6x2, sendo seis tratamentos e sexo das aves. Havendo diferença significativa as médias foram comparadas por meio de Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Não houve diferença significativa ($p>0,05$) de desempenho e RO. Para %RM no osso houve diferença estatística ($p<0,05$). O tratamento com relação Ca e P de 1,34, FC fina e fitase apresentou menor concentração de RM no osso comparado ao tratamento com relação 1,70, FC grossa e com fitase. Para %Ca no osso houve diferença estatística ($p<0,05$). O tratamento com relação 1,70, fitase e FC grossa apresentou maior concentração de Ca comparado ao grupo com mesma relação e fitase. Não houve interação significativa ($p>0,05$) entre os fatores para nenhuma das variáveis de metabolizabilidade. Não houve diferença significativa para CMAMS. Houve diferença significativa ($p<0,05$) para a variável CMACa, os tratamentos recebendo fitase foram iguais entre si, independentemente da relação Ca e P ou FC. O desempenho e RO dos frangos não foram influenciados pela inclusão de fitase, relação cálcio e fósforo e granulometria da fonte de cálcio. A dieta contendo fitase e relação cálcio e fósforo de 1,70 e fonte de cálcio grossa (1354 μm) apresentou maior concentração de resíduo mineral no osso comparado a dieta com fonte de cálcio fina (428 μm). Independente da relação Ca e P e DGM da FC, os frangos alimentados com dietas contendo fitase apresentaram maior coeficiente de metabolizabilidade de Ca.

Palavras-chave: enzima, metabolizabilidade, minerais, resistência óssea

ABSTRACT

Calcium is the mineral most of the diets based on corn and soybean meal, plays an important role in the functioning of some systems in the body, especially bone. Phosphorus is the second most mineral included in chicken diets, however, is the third most expensive dietary component. Because much of the phosphorus vegetable ingredients is not available for non-ruminants, the inclusion of rock phosphates are necessary to achieve the required amount by birds. The enzyme comes as a strategy to make the most of the nutrients, especially phosphorus, vegetables ingredients. Two experiments were conducted to evaluate the inclusion of phytase, ratio between calcium (Ca) and phosphorus (P) and particle size (PS) of the calcium source (CS). Treatments were varying the inclusion of phytase (0 and 500 FTU / kg), calcium and phosphorus ratio (1.34: 1 and 1.70: 1) and particle size of the calcium source. (thick with PS 1354 μm and thin 428 μm). The animals in both experiments were raised together, receiving the same diet and management until the 21st day of life. In the performance test were used in 1200 broilers housed 22-42 of age. There were six treatments with ten replicates of 20 birds in each experimental unit, ten male and ten female. Was rated average feed intake (FI), weight gain (WG) and feed conversion ratio (FC) 22-42 days old. At 42 days of age one of each experimental unit was selected for the collection of both tibias, was conducted evaluation of bone strength (BS), percentage of mineral residue (% MR), calcium (%Ca) and phosphorus (%P). In the metabolism assay were 960 chickens were housed 22 to 28 days of age. There were six treatments with 16 replicates of ten birds in each experimental unit, eight repetitions of males and eight females. The total excreta collection was 25-28 days old. Was evaluated coefficient of apparent metabolizable dry matter (CAMDM), calcium (CAMCa) and phosphorus (CAMP). The performance variables and bone characteristics were compared using analysis of variance. The metabolizability variables were compared in a factorial 6x2, with six treatments and sex of birds. A significant difference means were compared by Tukey test at 5% probability. There was no significant difference ($p > 0.05$) performance and BS. The %MR for the bone was statistical difference ($p < 0.05$). Treatment with Ca and P 1.34, CS thin and inclusion of phytase showed lower concentration of MR in bone compared to treatment with ratio 1.70, thick CS and phytase. There was no interaction ($p > 0.05$) among the factors for any of metabolizability variables. Gender did not significantly different. There was no significant difference for CAMDM. There was a significant difference ($p < 0.05$) for CAMCa variable, treatments receiving phytase were equal to each other, regardless of Ca and P or FC interface. There was a significant difference ($p < 0.05$) for the CAMP variable, the control treatment, ratio 1.34 and thick FC got metabolizability lower values compared to all other treatments with phytase in the diet. The performance and RO of the chickens were not affected by the inclusion of phytase, calcium and phosphorus ratio and particle size of the calcium source. The diet containing phytase and calcium and phosphorus ratio of 1.70 and a source of thick calcium (1354 μm) had a higher concentration of mineral residue in the bone compared the diet with fine source of calcium (428 μm). Regardless of the calcium and phosphorus and particle size of the calcium source, the chickens fed diets containing phytase had higher coefficient of calcium metabolization.

Key-words: bone strength, enzyme, metabolization, minerals

1. INTRODUÇÃO

O minerais cálcio e fósforo são nutrientes essenciais aos animais, necessitando sua ingestão por meio da alimentação para manutenção dos processos fisiológicos do organismo.

As dietas de frango de corte no Brasil são em grande parte constituídas de milho e farelo de soja. Todavia, apenas esses ingredientes não são suficientes para fornecer a quantidade de cálcio e fósforo necessário para o desempenho adequado da ave, considerando os padrões genéticos atuais de crescimento. Assim, a inclusão de calcários e fosfatos de rocha nas dietas se faz necessário, sendo essas as formas mais comuns de suplementação.

A principal forma de armazenamento do fósforo nas plantas é o fitato, devido a isso grande parte do fósforo é indisponível para os animais não ruminantes. A utilização da enzima fitase é capaz de aumentar o aproveitamento desse nutriente, liberando o fósforo que originalmente não seria aproveitado. A utilização da fitase na dieta aumenta a digestibilidade dos ingredientes vegetais, diminuem a inclusão de fosfatos de rocha e conseqüentemente a excreção de fósforo também é reduzida.

Para frangos de corte, as dietas normalmente possuem níveis de cálcio e fósforo que mantem um relação de 2 para 1, ou seja para cada grama de fósforo há duas gramas de cálcio. Essa relação é a mais difundida para a criação dessa espécie animal, sendo utilizada com intenção de obter o melhor aproveitamento de absorção dos dois minerais. No entanto, estudos ao longo dos anos tem encontrado resultados que é possível utilizar uma relação menor entre esses nutrientes, sem obter resultados negativos.

O objetivo da revisão é abordar informações sobre os minerais cálcio e fósforo, a relação entre eles e a utilização da enzima fitase em dietas para frangos de corte.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cálcio

O cálcio (Ca) é o mineral que representa a maior inclusão nas dietas para frangos de corte baseadas em milho e farelo de soja. Tem papel fundamental para o sistema esquelético e na composição da casca do ovo, demonstrando importância tanto para a produção de aves de corte como de postura.

O Ca tem como participação na estrutura óssea sua função mais importante no organismo. Cerca de 99% do cálcio do corpo está contida no esqueleto, no entanto ele tem importância em vários processos bioquímicos-fisiológicos (especialmente transferência de informação), diferenciação celular e secreção hormonal (Hurwintz et al., 1987).

O apetite específico dos animais pelo Ca se deve basicamente para manter a homeostase na corrente sanguínea (Loubaugt et al., 1981). O organismo promove a manutenção de uma concentração adequada de Ca nos fluidos do corpo, utilizando processos destrutivos como reabsorção óssea, sendo os ossos reservatório desse mineral (Hurwintz et al., 1987). A alimentação tem papel fundamental, pois é por meio dela que o animal ingere o Ca.

Os ingredientes vegetais de maior participação nas fórmulas normalmente utilizadas nas agroindústrias brasileiras, milho e farelo de soja, possuem pouca quantidade de cálcio. O milho e o farelo de soja 45% de proteína possui 0,03% e

0,24%, respectivamente, de cálcio. Devido ao fato dos ingredientes vegetais serem insuficientes em fornecer a quantidade necessária de cálcio para o melhor desempenho em cada situação, a inclusão de outras fontes desse mineral se faz necessária. As fontes de cálcio inorgânico mais comumente utilizadas são o calcário calcítico (37,7% de cálcio), calcário dolomítico (18,6% de cálcio) e a farinha de ostras (36,4% de cálcio) (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos., 2011).

Existem diferentes fontes de cálcio, as mais utilizadas podem ser advindas do mar (farinha de ostra, casca de carangueijo) ou extraído do solo (calcarios), que são passíveis de utilização nas dietas de frango. Porém deve-se levar em consideração uma possível diferença de solubilidade de cálcio para granulometria e origem desse ingrediente (Safamer et al., 2013).

A granulometria é um fator que pode ter importância quando consideramos as fontes de cálcio. Em trabalho de Safamer et al. (2013) é descrito menor solubilidade *in vitro* de uma fonte de Ca com partículas grossas (classificação: fina (<0,5 mm), média (>1,0 até <1,41 mm) e grossa (>1,41 até <2,83 mm)). Essa fonte grossa, devido ao maior tempo de retenção dentro do trato gastrointestinal da ave, resulta em maior uso do Ca, sendo mais metabolizável pelo animal.

A utilização da fonte de Ca e sua inclusão da dieta irá variar conforme a necessidade estipulada para cada fase, e a quantidade de Ca que é disponível a partir dos ingredientes. A deposição de Ca no esqueleto é mais intensa na fase de crescimento, conseqüentemente a inclusão de Ca na dieta é maior para essa fase. A concentração desse mineral no organismo dos pintinhos aumenta de maneira rápida na fase inicial, chegando, ao final do primeiro mês de vida, a 80% do total de Ca da

ave adulta. A nutrição óssea desbalanceada durante a fase de crescimento terá como consequência um desenvolvimento inadequado da ave (Alves et al., 2002).

Para fornecer a quantidade de Ca necessária ao animal, é necessário realizar experimentos para avaliar a resposta da ave para o nível de Ca da dieta e a quanto os ingredientes podem fornecer. Podem existir divergências para as metodologias de determinação de necessidade de cálcio para as aves, isso pode ocorrer de acordo com a característica de resposta biológica de avaliação.

Um exemplo da variação citada acima pode ser encontrada em trabalho de Sá et al. (2004). Nesse artigo é concluído que para frangos de corte no período de crescimento (22 a 42 dias) os valores de Ca como sendo a exigência seria 1,01 % considerando % de Ca e cinza no osso, enquanto que para o período final (43 a 53 dias) o valor seria de 0,97% considerando % de cinza no osso. Nesse mesmo trabalho, utilizando a resistência óssea, variável importante no abate e processamento das aves, a exigência de Ca seria de 1,28 e 1,18%, para as fases de crescimento e terminação. Essas informações demonstram que a % de Ca na dieta promove respostas diferentes para cada variável considerada, a máxima resposta para a cinza no osso é menor que para a resistência óssea.

2.2. Fósforo

Atualmente o fósforo (P) é um dos componente alimentares mais onerosos para o custo das dietas de frango de corte e também é um dos principais poluentes encontrados nas excretas.

A formulação de dietas para satisfazer exatamente os requerimentos de fósforo para as aves deve ser levado em consideração em relação ao impacto econômico e preocupação ambiental (Summers., 1997).

Em ingredientes de origem vegetal, cerca de 60% do fósforo faz parte da molécula denominada fitato, que possui uma baixa disponibilidade para animais não ruminantes como aves e suínos (Broz et al., 1994).

O desempenho das aves sofre interferência do fitato, reduzindo a digestibilidade dos aminoácidos, a absorção de minerais e aumentando as perdas endógenas. É sugerido que o desempenho no crescimento do frango moderno está deprimido devido ao fitato (Santos et al., 2013). Segundo Selle e Ravindran. (2007) é devido ao tempo de trânsito e limitações de pH do trato gastrointestinal de aves, as principais causas que não permitem a completa desfosforilação do ácido fítico a mioinositol e porções de fosfato inorgânico.

O fitato também é denominado como ácido fítico (mio-inositol ácido hexafosfato), ocorrendo naturalmente nas plantas e serve como reserva de P. O principal sítio de deposição de fitato são as sementes, os principais ingredientes da indústria avícola (Tamim et al., 2004). O milho possui 0,25 % de fósforo total, sendo 0,19 % de fósforo fítico e 0,06 % de fósforo disponível, enquanto o farelo de soja (45% de proteína) possui 0,56 % de fósforo total, 0,34 % de fósforo fítico e 0,22 % de fósforo disponível (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos., 2011). Para compensar um nível limitado de fósforo disponível a partir de ingredientes vegetais, fosfatos inorgânicos (por exemplo, fosfato bicálcico) são normalmente incluídos nas dietas para frangos de corte (Broz et al., 1994).

Fontes de fósforo devem ser incluídas na dietas de frango de corte, porque o P é um nutriente essencial para o crescimento das aves. O fornecimento na alimentação abaixo da capacidade genética do frango, ocasionará problemas fisiológicos, ocasionando um desempenho limitado. Em trabalho de Karimi et al. (2011), é afirmado que o uso de dietas com reduzidas concentrações de P disponível reduz o desempenho das aves e mineralização óssea. Nesse caso, a redução foi severa demais causando a diminuição de desempenho, no entanto, a resposta ao nível de P disponível na dieta não é constante e depende da característica medida e idade da ave.

A exigência de P pelo animal diminui conforme a idade avança, na fase inicial de criação (1-10 dias de idade), um elevado nível de fósforo é necessário para maximizar os parâmetros ósseos (Mello et al., 2012), sendo que existe a possibilidade de diminuição de inclusão nas fases finais de produção.

Existem divergências entre os estudos sobre a quantidade de P disponível adequada para cada fase de criação dos frangos de corte, uma das causas dessas diferenças seria o método de avaliação do impacto da redução do P na dieta. A porcentagem de cinzas ósseas e conteúdo mineral são metodologias mais sensíveis comparados a força de quebra como indicadores de consumo de P em pintos de corte (Onyango et al., 2003). Segundo esse mesmo autor uma outra opção seria a densitometria óssea, metodologia que pode ser usado para avaliar o percentual de cinzas na tíbia de frangos de corte.

2.3. Fitase

A suplementação da fitase na dieta dos animais foi estudada inicialmente devido de preocupações ambientais sobre fosfatos nos resíduos produzidos pelos animais (Broz et al., 1994). Essas enzimas são fosfatases capazes de hidrolisar um ou mais grupos fosfato da molécula do ácido fítico, originando fosfatos de mio-inositol, inositol e P inorgânico (Tamim et al., 2004).

A utilização de fitase aumenta a disponibilidade do fósforo contido nos ingredientes vegetais, diminui a inclusão de fosfatos de rocha e conseqüentemente a eliminação de P nas excretas das aves. Ocasiona assim uma influência no custo unitário das dietas e na poluição ambiental produzida. Segundo Tamim et al. (2004) seria possível diminuir a quantidades de P inorgânico necessárias nas dietas, resultando em custos reduzidos, níveis inferiores de excreção de P e diminuição do impacto ambiental. É descrito por Broz et al. (1994) que dependendo das condições, a suplementação com fitase em dietas de frangos de corte permitiria a redução ou mesmo ausência de fontes de fosfatos de inorgânicos.

Em trabalho de Santos et al. (2013) a inclusão de 500 FTU / kg de fitase em uma dieta sem redução de P disponível e inclusão de 1.000 e 1.500 FTU / kg de fitase em uma dieta deficiente de P melhorou a conversão alimentar das aves, em comparação aos tratamentos com uma dieta com Ca e P disponível em níveis normais e sem inclusão da enzima. Esse mesmo autor descreve que a hidrólise de fitato e, conseqüentemente, a redução dos efeitos anti-qualitativos desse composto, pode melhorar o desempenho das aves particularmente a eficiência alimentar. Em trabalho de Santos et al. (2013) é afirmado que o uso de altas dosagens de fitase pode permitir melhorar significativamente a conversão alimentar, principalmente pelo fator de

eliminação dos efeitos anti-qualitativos do fitato. Sendo que segundo Ravindran et al. (2000), os complexos fitato-proteína seriam de grande importância na nutrição de frangos de corte e seriam reduzidos com a utilização de fitase.

Segundo Cowieson e Ravindran., 2007 o fluxo de nitrogênio e aminoácidos endógenos é marcadamente aumentado com a ingestão de P fítico, conseqüentemente a renovação celular é maior, porém a presença de fitase microbiana exógena é eficaz na redução desses efeitos adversos sobre a mucosa intestinal. Esses mesmos autores encontraram que a inclusão de fitase melhorou a digestibilidade ileal aparente de aminoácidos, sendo atribuído parte desse resultado a redução nas perdas endógenas da mucosa.

Em revisão realizada por Khan et al. (2013) é descrito que a suplementação de fitase tem efeitos positivos sobre o desempenho, eficiência alimentar, digestibilidade de proteína/aminoácido, utilização da energia, retenção mineral e crescimento ósseo de frangos de corte durante todos os períodos de criação. Ravindran et al. (2000) encontraram resultados de aumento do coeficiente de digestibilidade de P, nitrogênio e aminoácidos de frangos alimentados com dietas com inclusão de fitase.

Em trabalho de Ravindran et al. (2001) as variáveis de digestibilidade mostram que a adição de fitase a dieta deficiente em lisina melhorou significativamente não só a digestibilidade ileal de lisina, mas também de outros aminoácidos. A adição de fitase melhorou a digestibilidade de todos os aminoácidos avaliados em trabalho realizado por Amerah et al. (2014), indicando forte correlação entre digestibilidade dos aminoácidos e o grau de degradação do fitato.

A ação da enzima fitase pode variar dependendo da concentração de Ca e P da dieta. Em trabalho de Mutucumarana et al. (2014) é sugerido que em dietas com

deficiência em Ca e P, é provável ocorrer a superestimação da digestibilidade de P. Quanto maior a deficiência de P a ave está sendo submetida, maior a sua resposta para fitase (Driver et al., 2005). A resposta de fitase é influenciado pelo nível de fósforo e que a liberação de P por unidade de fitase diminui à medida que aumenta a quantidade de fitase por unidade de dieta. A quantidade ótima de fitase microbiana para adicionar a uma dieta de frangos vai depender da resposta da fitase, o custo da fitase e a fonte de fósforo, e o custo de descarte de P excretado (Kornegay et al., 1996).

A eficácia da fitase microbiana para melhorar a utilização do P fitico e Ca por frangos de corte é influenciada pela relação Ca: P e nível de vitamina D. A inclusão da fitase na dieta pode melhorar o ganho de peso, consumo de ração, teor de cinza, retenção de Ca e P de frangos de corte alimentados com uma dieta à base de milho e farelo de soja, porém estas melhorias são influenciados negativamente por uma alta relação Ca e P, e positivamente influenciado por níveis mais elevados de vitamina D. Altos níveis de vitamina D adicionados às dietas resultaram em aumento da retenção de Ca e P, sendo independente de fitase (Qian et al., 1997). A suplementação de fitase pode ser eficaz para compensar, pelo menos, alguns dos efeitos negativos da redução do nível de P alimentar, porém deve-se tomar cuidado ao impor valores de equivalência P rígidas para uma fitase (Karimi et al., 2011).

A adição de fitase é um método eficaz para melhorar o desempenho e a mineralização óssea em dietas deficientes em P, embora a eficiência proporcional da enzima diminui ao passo que aumenta a inclusão da mesma na dieta. A dose máxima eficaz de fitase difere em dietas variando em teor de fitato, fósforo não fitico, Ca, vitamina D ou relação Ca: P. A capacidade de tamponamento da dieta pode influenciar

a eficácia da fitase e taxas de solubilização de Ca, alterando os tempos de retenção gástrica (Karimi et al., 2013).

A fitase tem um papel importante no desenvolvimento de uma nova compreensão da nutrição mineral. É importante que a fonte de P e níveis de Ca, P, fitase e micro minerais sejam considerados em conjunto com um nível confiável de vitamina D (Atia et al., 2000).

2.4. Relação cálcio e fósforo

Não apenas o fornecimento dos minerais Ca e P isoladamente é importante, como também a quantidade relativa entre os dois na dieta das aves. O Ca possui influência no metabolismo do P, podendo alterar a necessidade deste dependendo do nível de inclusão na dieta. A relação Ca e P na alimentação das aves é variável importante que afeta a deposição de minerais no esqueleto (Al-Masri., 1995).

Segundo Hurwintz e Bar. (1969) a associação química no lúmen intestinal seria mais relevante para a interação entre Ca e P em comparação a competição com o local de absorção, sendo que esse efeito associativo ocorreria principalmente no duodeno. Esses mesmos autores descrevem que a interação entre esses dois compostos, e a conseqüente precipitação e indisponibilidade para absorção, pode ser importante em dietas com níveis normais de minerais e não somente com níveis extremos de cálcio e fósforo. Em trabalho de Hurwintz e Bar. (1971) observaram-se resultados em que houve maior absorção de cálcio com dieta de baixa inclusão de fosfato.

Em aves no período de postura, a disponibilidade do Ca para formação da casca serve como um parâmetro de controle para Ca urinário e padrões de excreção P. A excreção aumenta e diminui quando o Ca do osso deve ser solubilizado para apoiar a calcificação da casca do ovo, mas a excreção de Ca aumenta e de P diminui quando a ingestão dietética de Ca excede a taxa utilização pela glândulas formadoras de casca (Wideman., 1987).

Desde que a relação Ca: P seja mantida 2: 1, a necessidade de P disponível pode ser reduzida, desde que não exista excesso de níveis dietéticos de Ca (Mello et al., 2012). Esse autor, utilizando redução dos níveis dietéticos de fósforo, encontrou resultados que não comprometeram o desempenho e mortalidade de aves.

Efeitos negativos sobre a eficácia da fitase quando a relação Ca: P aumenta acima de 2,14 sugerem que a fitase que hidroliza o fitato a um pH baixo, na extremidade proximal trato intestinal, pode ser inibida por níveis mais elevados de Ca (Amerah et al., 2014).

Reduzindo a relação Ca e P da dieta, ocorre maior degradação do fitato e aumento na digestibilidade do fósforo. Nessa condições citadas anteriormente os frangos são capazes de utilizar melhor o fósforo fítico e, conseqüentemente, manter os níveis de cinza nos ossos semelhantes aos animais alimentados com dieta suplementadas com fitase (Amerah et al., 2014). Resultados semelhantes foram observados por Rousseau et al. (2012), que mostrou uma tendência para a interação entre Ca, P não-fítico e suplementação de fitase, observando uma resposta inferior da fitase nas dietas com menor relação Ca: P não fítico.

A necessidade e utilização de Ca e P para frangos é altamente dependente a resposta dos critérios avaliados (crescimento vs. cinza de ossos), o nível e fonte de

cálcio na dieta, teor de P na dieta e a presença de fitase (Adeola e Sands., 2013). O desequilíbrio nutricional do cálcio e fósforo poderia diminuir os parâmetros da tíbia, como porcentagem de cálcio e fósforo, além de estimular a absorção de fósforo no intestino delgado de frangos de corte (Li et al., 2012). Em trabalho desses mesmos autores é encontrado que uma alta relação cálcio e fósforo na dieta (relação 4,07) foi prejudicial para o crescimento dos frangos.

Remoção do fosfato dicálcico, calcário, ou ambos nas dietas de frangos de corte durante o período de 42 a 49 dias teve pouco efeito sobre o ganho de peso, a utilização do alimento e mortalidade. A resistência óssea foi reduzida quando apenas retirou o calcário ou retirou calcário e fosfato da dieta nesse período. Mantendo a relação 2:1 a remoção de fosfato bicálcico tem pouco efeito sobre a resistência da tíbia, possibilitando a redução de custo de inclusão desses ingredientes na fase final de criação (Skinner et al., 1992).

Diferença entre P absorvido e retenção de P no organismo foi observado em estreita relação Ca: P na alimentação, o que pode ser explicado pelas altas taxas de excreção de P endógeno. A diferença entre a disponibilidade de P e a retenção relativa foi de 29% para relação Ca: P de 1:1 e 6% para Ca: P de 2,5:1. A biodisponibilidade de P do alimento diminuiu ao passo que a relação Ca: P aumentou, devido à baixa quantidade de excreção de P endógeno e o aumento na concentração de Ca da alimentação, onde os limites de absorção de Ca e P e a perda endógena de fósforo via urina diminuíram (Al-Masri., 1995) .

Em dietas de baixo P, Ca altamente solúvel ou com fitase acarreta melhora de desempenho e digestibilidade de Ca. Na presença de fitase e aumento do cálcio dietético ocorre melhora na digestibilidade ileal de P e aumento das cinzas dos ossos,

apesar de uma proporção menor do P total ser depositado nos ossos. Em dietas com fitase e fonte cálcio altamente solúvel, a concentração total de Ca pode ser reduzida para frangos de corte, isso vai equilibrar a relação Ca e P e melhorar a digestão de P, ocasionando um melhor ganho de peso e mineralização óssea adequado (Adeola e Sands., 2003).

Considerando os níveis atuais de fósforo utilizados nas dietas de frangos, a redução de até 20% de P para a maioria das classes de aves de produção, não ocasionaria qualquer efeito adverso sobre o desempenho. No entanto, isso só é eficaz considerando os níveis de cálcio na dieta e outros fatores que podem influenciar na absorção e retenção de fósforo. Dietas com ingredientes variados, inclusão de fitase e metabolitos de vitamina D3 pode melhorar a utilização de fósforo fitico. Como para qualquer nutriente, níveis excessivos de fósforo na dieta irá garantir que não ocorrerá uma deficiência, no entanto, as preocupações econômicas e ambientais ditam que o fósforo ser realizada a níveis dietéticos mínimos (Summers., 1997).

O limite metabólico da digestibilidade de Ca e P em frangos de corte é uma função de muitos fatores que são limitados pela capacidade genética. São necessários mais estudos com metabolismo de Ca e P em aves, especialmente a nível de sistema gastrointestinal. Existe uma necessidade para iniciar a formulação de dietas para aves em base P e Ca digestível. Também considerar a vitamina D3, porque é um dos nutrientes de maior influência no metabolismo desses minerais, melhorando desempenho, produtividade e bem-estar das aves. Além disso, excreção de nutrientes no meio ambiente seria reduzida (Adedokun e Adeola., 2013).

Os frangos de corte tem uma certa capacidade inerente para utilizar P fitico e que a inclusão de Ca na dieta poderia prejudicar essa capacidade. Existe a hipótese

de que o efeito negativo sobre a disponibilidade do Ca e P fitico pode ser evitada ou reduzida, possivelmente por meio do uso de uma forma de Ca que não é reativo com a molécula de ácido fitico, mas ainda disponível para o animal absorver e utilizar (Tamim et al., 2004).

2.5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cálcio é um mineral essencial a alimentação de aves e precisas ser suplementado via dieta. A sua deficiência tem maior impacto na fase inicial de criação, pois tem papel fundamental no crescimento ósseo.

A diminuição da utilização de fosfatos na alimentação das aves será cada vez maior, devido a fatores como custo do ingrediente e poluição ambiental.

A utilização de fitase possui vários aspectos positivos, além de aumentar a disponibilidade do fósforo dos vegetais, também diminui o efeito anti qualitativo causado pelo fitato.

A avaliação dos níveis de cálcio e fósforo nas dietas para aves ainda precisa de mais estudos. A padronização das metodologias de avaliação é um aspecto importante, já que a variação e exatidão dos métodos é grande.

2.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adedokun, S.A., and Adeola, O. 2013 Calcium and phosphorus digestibility: Metabolic limits. *J. Appl. Poult. Res.* 22:600–608.

Adeola O., and J.S. Sands. 2003. Does supplemental dietary microbial phytase improve amino acid utilization? A perspective that it does not. *Journal of Animal Science.* 81(E Suppl 2):E78- E85.

Al-Masri, M. R. 1995. Absorption and endogenous excretion of phosphorus in growing broiler chicks, as influenced by calcium and phosphorus ratios in feed. *Br. J. Nutr.* 74:407–415.

Alves, E.L., A.S. Teixeira, A. Bertechini, P. B. Rodrigues, A.I.G. Oliveira. 2002. Efeito dos níveis de cálcio em duas fontes sobre o desempenho de frangos de corte. *Ciênc. agrotec., Lavras.* V.26, n.6, p.1305-1312.

Amerah, A.M., P. W. Plumstead, L. P. Barnard, and A. Kumar. 2014. Effect of calcium level and phytase addition on ileal phytate degradation and amino acid digestibility of broilers fed corn-based diets. *Poultry Science* 93 :906–915.

Atia, F. A., P. E. Waibel, I. Hermes, C. W. Carlson, and M. M. Walser. 2000. Effect of dietary phosphorus, calcium, and phytase on performance of growing turkeys *Poultry Science.* 79 (2): 231-239.

Broz, J., P. Oldale, A.H. Perrin Voltz, G. Rychen, J. Schulze e C. Simoes Nunes. 1994. Effects of supplemental phytase on performance and phosphorus utilisation in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates, *British Poultry Science*, 35:2, 273-280.

Cowieson, J., and V. Ravindran. 2007. Effect of phytic acid and microbial phytase on the flow and amino acid composition of endogenous protein at the terminal ileum of growing broiler chickens. *British Journal of Nutrition.* 98, 745–752.

Driver, J. P., G. M. Pesti, R. I. Bakalli, and H. M. Edwards. 2005. Effects of calcium and nonphytate phosphorus concentrations on phytase efficacy in broiler chicks. *Poult. Sci.* 84:1406–1417.

Hurwitz, S., and A. BAR. 1969. Relation between the lumen-blood electrochemical potential difference of calcium, calcium absorption and calcium-binding protein in the intestine of the fowl. *J. Nutrition*, 99; 217-224.

Hurwitz, S., and A. Bar. 1971. Calcium and phosphorus interrelationships in the intestine of the fowl. *J. Nutr.* 101:677–685.

Hurwitz, S., S. Fishman. and H. Talpaz. 1987. *Calcium Dynamics: A Model System Approach*1. American Institute of Nutrition.

Karimi, A., M.R. Bedford, G.H. Sadeghi, Z. Ghobadi. 2011. Influence of dietary non-phytate phosphorous levels and phytase supplementation on the performance and bone characteristics of broilers. 13:43-51.

Karimi, A., C. Coto, F. Mussini, S. Goodgame, C. Lu, J. Yuan, M. R. Bedford, and P. W. Waldroup. 2013. Interactions between phytase and xylanase enzymes in male broiler chicks fed phosphorus-deficient diets from 1 to 18 days of age *Poultry Science* 92 :1818–1823.

Khan, S.A., H.R. Chaudhry, Y.S. Butt, T. Jameel., and F. Ahmad. 2013. The Effect of Phytase Enzyme on the Performance of Broiler Flock (A-Review). *Poultry Science Journal*. (2): 117-125.

Kornegay, E.T. Denbow, D.M, Yi. Z and Ravindran, V. 1996. Response of broilers to graded levels of microbial phytase added to maize-soyabean-meal-based diets containing three levels of non-phytate phosphorus. *British Journal of Nutrition*. 75, 839-852.

Li, J., J. Yuan, Y. Guo, Q. Sun, and X. Hu. 2012. The influence of dietary calcium and phosphorus imbalance on intestinal NaPi-IIb and calbindin mRNA expression and tibia parameters of broilers. *Asian-australas. J. Anim. Sci*. 25:552–558.

Lobaugh, B., G. Irving., A. Joshua., and W. J. Mueller. 1981. Regulation of Calcium Appetite in Broiler Chickens. *J. Nutr*. 298-306.

Mello., H.H.C., P. C. Gomes, H. S. Rostagno, L.F.T. Albino, T.C., Rocha, R. L. Almeida, A.A. Calderano. 2012. Dietary requirements of available phosphorus in growing broiler chickens at a constant calcium:available phosphorus ratio. *R. Bras. Zootec.*, v.41, n.11, p.2323-2328.

Mutucumarana, R.K, V. Ravindran, G. Ravindran, and A. J. Cowieson. 2014. Measurement of true ileal digestibility of phosphorus in some feed ingredients for broiler chickens. *J. Anim. Sci*. 92:5520–5529.

Onyango, E. M., P. Y. Hester, R. Strohshine, and O. Adeola. 2003. Bone densitometry as an indicator of percentage tibia ash in broiler chicks fed varying dietary calcium and phosphorus levels. *Poult. Sci*. 82:1787–1791.

Qian, H., E. T. Kornegay, and D. M. Denbow. 1997. Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium:total phosphorus ratio in broiler diets. *Poult. Sci*. 76:37–46.

Ravindran., V., S. Cabahug, G. Ravindran, P.H. Selle, and W.L. Bryden. 2000. Response of broiler chickens to microbial phytase supplementation as influenced by dietary phytic acid and non-phytate phosphorous levels. II. Effects on apparent metabolisable energy, nutrient digestibility and nutrient retention, *British Poultry Science*, 41:2, 193-200.

Ravindran, V., P. H. Selle, G. Ravindran, P.C.H. Morel, A. K. Kies, and W. L. Bryden. 2001. Microbial phytase improves performance, apparent metabolizable energy, and ileal amino acid digestibility of broilers fed a lysine-deficient diet. *Poultry Science* 80:338–344.

Rousseau, X., M. P. Letourneau-Montminy, N. Meme, M. Magnin, Y. Nys, and A. Narcy. 2012. Phosphorus utilization in finishing broiler chickens: effects of dietary calcium and microbial phytase. *Poult. Sci*. 91:2829–2837.

Sá, L.M., P.C. Gomes., H.S. Rostagno., L.F.T. Albino., P.R.Cecon., and P. D'Agostini. 2004. Exigência Nutricional de Cálcio para Frangos de Corte, na Fases de Crescimento e Terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.33, n.2. p.397-406.

Safamehr., A, M. Langille , D. M. Anderson , and J. L. MacIsaac. 2013. Evaluation of composition and in vitro solubility rate of by-products of the Atlantic shellfish industry as alternative calcium sources. *J. Appl. Poult. Res.* 22 :529–538.

Santos, T.T., S. Srinongkote, M. R. Bedford and C. L. Walk. 2013. Effect of high phytase inclusion rates on performance of broilers fed diets not severely limited in available phosphorus asian-aust. *J. Anim. Sci.* Vol. 26, No. 2 : 227-232.

Selle, P. H., and V. Ravindran. 2007. Microbial phytase in poultry nutrition. *Anim. Feed Sci. Technol.* 135:1–41.

Skinner, J.T., A L. Izat., and P.W. Waldrou. 1992. Effect of removal of Supplement calcium and phosphorus from broiler finisher diets. *J. Appl. Poultry Res.* 1:42-47.

Summers. J.D. 1997. Precision Phosphorus Nutrition. *J. Appl. Poultry. Res.* 6:495-500.

Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos. Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. 2011. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG.

Tamim, N. M., R. Angel, and M. Christman. 2004. Influence of dietary calcium and phytase on phytate phosphorus hydrolysis in broiler chickens. *Poult. Sci.* 83:1358–1367.

Wideman, R F. 1987. Renal Regulation of Avian Calcium and Phosphorus Metabolism. American Institute of Nutrition.

3. FITASE, GRANULOMETRIA DA FONTE DE CÁLCIO E RELAÇÃO CÁLCIO E FÓSFORO EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE

RESUMO

Foram realizados dois experimentos para avaliar a inclusão de fitase, relação entre cálcio (Ca) e fósforo (P) e granulometria (DGM) da fonte de cálcio (FC). Foram seis tratamentos, variando na inclusão de fitase (0 e 500 FTU/kg), relação cálcio e fósforo total (1,34:1 e 1,70:1) e granulometria da fonte de cálcio (grossa com DGM de 1354 μm e fina 428 μm). Os animais de ambos experimentos foram criados juntos, recebendo a mesma dieta e manejo até o 21^o dia de vida, após esse período os animais foram alojados nas instalações de cada experimento. No ensaio de desempenho foram utilizados 1200 frangos de corte, alojados de 22 a 42 dias de idade. Foram seis tratamentos com dez repetições de 20 aves em cada unidade experimental, sendo dez machos e dez fêmeas. Foi avaliado consumo de ração médio (CRM), ganho de peso médio (GPM) e taxa de conversão alimentar (CA) de 22 a 42 dias de idade. Aos 42 dias de idade um macho de cada unidade experimental foi selecionado para coleta das duas tíbias, foi realizada avaliação de resistência óssea (RO), porcentagem de resíduo mineral (%RM), cálcio (%Ca) e fósforo (%P). No ensaio de metabolismo foram utilizados 960 frangos, alojados de 22 a 28 dias de idade. Foram seis tratamentos com 16 repetições de dez aves em cada unidade experimental, sendo oito repetições de machos e oito de fêmeas. A coleta total de excretas foi de 25 a 28 dias de idade. Foi avaliado coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), cálcio (CMACa) e fósforo (CMAP). As variáveis de desempenho e características ósseas foram comparadas por meio de análise de variância. As variáveis de metabolizabilidade foram comparadas em esquema fatorial 6x2, sendo seis tratamentos e sexo das aves. Havendo diferença significativa as médias foram comparadas por meio de Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Não houve diferença significativa ($p>0,05$) de desempenho e RO. Para %RM no osso houve diferença estatística ($p<0,05$), o tratamento com relação Ca e P de 1,34, FC fina e inclusão de fitase apresentou menor concentração de RM no osso comparado ao tratamento com relação 1,70, FC grossa e com fitase. Para %Ca no osso houve diferença estatística ($p<0,05$), o tratamento com relação 1,70, fitase e FC grossa apresentou maior concentração de Ca comparado ao grupo com mesma relação e fitase. Não houve interação significativa ($p>0,05$) entre os fatores para nenhuma das variáveis de metabolizabilidade. Não houve diferença significativa para CMAMS. Houve diferença significativa ($p<0,05$) para a variável CMACa, os tratamentos recebendo fitase foram iguais entre si, independentemente da relação Ca e P ou FC. Houve diferença significativa ($p<0,05$) para a variável CMAP, o tratamento controle, relação 1,34 e FC grossa obteve valores de metabolizabilidade inferior comparado a todos os outros tratamentos que receberam fitase na dieta. O desempenho e RO dos frangos não foram influenciados pela inclusão de fitase, relação Ca e P e DGM da fonte de cálcio. A dieta contendo fitase e relação Ca e P de 1,70 e FC grossa (1354 μm) apresentou maior %RM no osso comparado a dieta com fonte de cálcio fina (428 μm). Independente da relação Ca e P e DGM da FC, os frangos alimentados com dietas contendo fitase apresentaram maior coeficiente de metabolizabilidade de cálcio.

Palavras-chave: enzima, metabolizabilidade, minerais, resistência óssea

PHYTASE, PARTICLE SIZE OF CALCIUM SOURCE, AND CALCIUM AND PHOSPHORUS RATIO IN DIETS TO BROILERS CHICKENS

ABSTRACT

Two experiments were conducted to evaluate the inclusion of phytase, ratio between calcium (Ca) and phosphorus (P) and particle size (PS) of the calcium source (CS). Treatments were varying the inclusion of phytase (0 and 500 FTU / kg), calcium and phosphorus ratio (1.34: 1 and 1.70: 1) and particle size of the calcium source. (thick with PS 1354 microns and thin 428 microns). The animals in both experiments were raised together, receiving the same diet and management until the 21st day of life. In the performance test were used in 1200 broilers housed 22-42 of age. There were six treatments with ten replicates of 20 birds in each experimental unit, ten male and ten female. Was rated average feed intake (FI), weight gain (WG) and feed conversion ratio (FC) 22-42 days old. At 42 days of age one of each experimental unit was selected for the collection of both tibias, was conducted evaluation of bone strength (BS), percentage of mineral residue (% MR), calcium (%Ca) and phosphorus (%P). In the metabolism assay were 960 chickens were housed 22 to 28 days of age. There were six treatments with 16 replicates of ten birds in each experimental unit, eight repetitions of males and eight females. The total excreta collection was 25-28 days old. Was evaluated coefficient of apparent metabolizable dry matter (CAMDM), calcium (CAMCa) and phosphorus (CAMP). The performance variables and bone characteristics were compared using analysis of variance. The metabolizability variables were compared in a factorial 6x2, with six treatments and sex of birds. A significant difference means were compared by Tukey test at 5% probability. There was no significant difference ($p > 0.05$) performance and BS. The %MR for the bone was statistical difference ($p < 0.05$). Treatment with Ca and P 1.34, CS thin and inclusion of phytase showed lower concentration of MR in bone compared to treatment with ratio 1.70, thick CS and phytase. There was no interaction ($p > 0.05$) among the factors for any of metabolizability variables. Gender did not significantly different. There was no significant difference for CAMDM. There was a significant difference ($p < 0.05$) for CAMCa variable, treatments receiving phytase were equal to each other, regardless of Ca and P or FC interface. There was a significant difference ($p < 0.05$) for the CAMP variable, the control treatment, ratio 1.34 and thick FC got metabolizability lower values compared to all other treatments with phytase in the diet. The performance and RO of the chickens were not affected by the inclusion of phytase, calcium and phosphorus ratio and particle size of the calcium source. The diet containing phytase and calcium and phosphorus ratio of 1.70 and a source of thick calcium (1354 microns) had a higher concentration of mineral residue in the bone compared the diet with fine source of calcium (428 microns). Regardless of the calcium and phosphorus and particle size of the calcium source, the chickens fed diets containing phytase had higher coefficient of calcium metabolization.

Key-words: bone strength, enzyme, metabolization, minerals

3.1. INTRODUÇÃO

O cálcio é o mineral de maior inclusão nas dietas de frangos de corte, e tem grande importância para crescimento e manutenção do sistema ósseo. Atualmente o fósforo é um dos componentes alimentares mais caros, e tem como característica ser um dos minerais de maior diversidade de funções para o organismo.

Como fonte de cálcio para as dietas podemos usar os calcários de rochas (calcário calcítico, dolomítico) ou fontes advindas do mar (farinha de ostra). Devido que cada fonte possui suas características (porcentagem de cálcio, solubilidade, granulometria), a resposta animal também pode variar conforme a fonte. Devendo-se considerar essas informações na formulação para atender adequadamente a necessidade da ave.

Por causa da influência da absorção intestinal que o Ca e P podem causar entre si, existe a preocupação de manter uma relação de quantidade entre eles nas dietas. A relação 2:1 é a mais utilizada, porém existem estudos avaliando a possibilidade de diminuir essa relação. Essa redução de minerais nas dietas, sem afetar o desempenho, seria um fato positivo do ponto de vista econômico e ambiental.

A utilização da fitase é bastante difundida na avicultura de corte, porém, ainda existem dúvidas em relação a sua ação em diferentes condições. A enzima libera o fósforo que inicialmente seria indisponível para os não ruminantes, e também atua diminuindo o efeito anti qualitativo referente ao fitato. Variações das condições ideais de ação da enzima são relevantes para determinar a eficácia da enzima.

O objetivo do trabalho foi avaliar a inclusão de fitase, duas relações entre cálcio

e fósforo e duas granulometrias da fonte de cálcio considerando o desempenho zootécnico, características ósseas e variáveis de metabolizabilidade.

3.2. MATERIAL E METODOS

Os protocolos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/CNPSA) da Embrapa Suínos e Aves, localizada na cidade de Concordia-SC, sob o protocolo 009/2014 em reunião realizada em **16/ 10/ 2014**.

Tratamentos experimentais

Os tratamentos experimentais estão descritos na tabela 1. A relação Ca e P total foi 1,34 e 1,70. Sendo alterada conforme a presença de fitase e na variação de inclusão fosfato bicálcico e fonte de cálcio na fórmula da dieta fornecida aos animais.

Como FC foi utilizado farinha de ostra, em granulometria considerada grossa e fina. Foi realizada análise de diâmetro de geométrico médio (DGM), duas amostras por farinha, sendo calculado DGM de 1354 µm para farinha grossa e DGM de 428 µm para fina. Desvio geométrico médio (DPG), sendo 1,87 para grossa e 2,28 para fina. Nos tratamentos com fitase a inclusão na dieta foi de 500 FTU/kg.

Tabela 1. Tratamentos experimentais.

Relação Ca - P	Enzima	Fonte de cálcio	Valorização	
			Ca%	Pd%
1,34	Controle	Grossa		
1,34	Controle	Fina		
1,34	Fitase	Grossa	0,16	0,12
1,34	Fitase	Fina	0,16	0,12
1,70	Fitase	Grossa		0,12
1,70	Fitase	Fina		0,12

Experimentos

Realizados dois experimentos, um de desempenho e outro de metabolismo, ambos iniciando aos 22 dias de idade das aves. Foram utilizados frangos de corte da linhagem Cobb, lote misto, alojados com um dia de idade. As aves foram criadas juntas e recebendo o mesmo manejo e dieta basal (Tabela 2) até os 21 dias de idade. O fornecimento da água e da dieta foi a vontade durante toda a criação. Após esse período as aves foram selecionadas e realojadas para cada experimento, tendo peso médio aos 21 dias de 800g.

Tabela 2. Formulação e níveis nutricionais da dieta basal.

Ingrediente	%
Milho	50,55
Farelo de soja	36,07
Farelo de arroz integral	6,5
Óleo de soja	2,92
Fosfato bicálcico	1,38
Calcário	1,00
NaCl	0,5
DL-Metionina	0,27
L-Lisina HCL	0,22
Sequestrador Micotoxinas	0,185
Caulin	0,1
Premix Vitamínico	0,1
L-Treonina	0,093
Cloreto de colina	0,06
Premix mineral	0,05
BHT	0,01
Total	100
Nutriente (calculados)	
EMAn, Mcal/kg	2,950
PB, %	21,05
Ca, %	0,82
P disponível, %	0,39
P total, %	0,72
Na, %	0,21
Lisina dig, %	1,17
Met +Cistina dig, %	0,84
Met dig, %	0,54
Treo dig, %	0,76

Ensaio de desempenho

Foram utilizados 1200 frangos de corte, linhagem Cobb alojados de 22 a 42 dias de idade.

Distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos com dez repetições de 20 aves em cada unidade experimental, sendo dez machos e dez fêmeas.

As aves foram alojadas sobre cama de maravalha, em boxes com 20 frangos, com densidade de 12 aves/m².

Ração, na forma farelada e água foram fornecidos a vontade, em comedouros tubulares e bebedouros nipple durante todo o período experimental.

Os animais receberam a mesma dieta basal até o 21^o dia de vida, a partir do 22^o dia foram fornecidas as dietas referentes aos tratamentos (Tabela 3). Foi realizado pesagem da ração e animais no início do experimento e aos 42^o dia de idade das aves.

Aos 42 dias uma macho por unidade experimental foi sacrificado, por meio de deslocamento cervical, para a coleta das duas tíbias. Sendo que foram utilizados os dois ossos para teste de resistência óssea e posteriormente para análises de composição mineral.

O teste de resistência óssea foi conduzido usando um texturômetro (Modelo: Texture Analyser - TA XT Plus Texture Analyzer ©Texture Technologies Corporation com sonda 3-PointBending Rig (HDP/3PB e HDP/90) e o software Exponent Stable Micro Systems). Os ossos foram posicionados sob dois suportes com espaço entre eles de 40 mm. A resistência à quebra é representada pelo valor de força e está

relacionada entre fatores como: tamanho e à composição mineral do osso. A relação entre a força e a distância (tamanho do osso) representa a rigidez do osso. As medidas de força e a rigidez estão relacionadas ao estresse (fratura) e tensão do osso. O estresse representa a resistência à deformação, enquanto a tensão representa a porcentagem de deformação (RATH et al., 1999).

Após a análise física, as tíbias foram secas em estufas à 105°C (Métodos de Análises Físico-Químicas de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz, 2008) e submetidas à mufla para obtenção das cinzas (CBAA, 2009), para determinação do conteúdo de matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P), conforme metodologia de AOAC (1995).

As variáveis de desempenho avaliadas foram consumo de ração médio (CRM), ganho de peso médio (GPM) e índice de conversão alimentar (CA). As características ósseas foram resistência óssea (RO), porcentagem de resíduo mineral (RM), cálcio e fósforo do osso.

Ensaio de metabolismo

Foram utilizados 960 frangos de corte, linhagem Cobb, criados de 22 a 28 dias de idade.

Distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos com 16 repetições de dez aves por unidade experimental, sendo oito repetições de machos e oito de fêmeas.

Ração, na forma farelada e água foram fornecidos a vontade, em comedouros tipo calha e bebedouros nipple durante todo o período experimental.

Os animais receberam a dieta basal até o 21^o dia de vida, a partir do 22^o dia foram fornecidas as dietas referentes aos tratamentos. Os animais foram alojados nas gaiolas experimentais aos 22 dias de idade, sendo considerado o período de adaptação até o 24^o dia. A coleta total de excretas foi realizado dos 25 aos 28 dias de idade.

A coleta de excretas foi realizado duas vezes ao dia, sendo posteriormente armazenada em congelador. O descongelamento foi realizado à temperatura ambiente, e as amostras homogeneizadas, pesadas e colocadas em estufa a 65°C por um período de 48 horas, sendo retiradas após esse período e pesadas novamente. Foram moídas em micromoinho e, juntamente com as amostras de ração, encaminhadas ao laboratório para análises bromatológicas. Nas amostras de excretas e dietas, foram determinados os teores de matéria seca (MS), minerais cálcio (Ca) e fósforo (P).

Foram determinados os parâmetros de coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), cálcio (CMACa) e fosforo (CMAP).

Análise estatística

As variáveis de desempenho e características ósseas foram comparadas por meio de análise de variância. As variáveis de metabolizabilidade foram comparadas em esquema fatorial, sendo seis tratamentos e dois sexos. Sendo a análise de variância significativa, as médias foram comparadas por meio de Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Formulação e níveis nutricionais das dietas experimentais.

Ingrediente (%)	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	60,904	60,904	60,904	60,904	60,904	60,904
Farelo de soja	31,352	31,352	31,352	31,352	31,352	31,352
Óleo de soja	3,196	3,196	3,196	3,196	3,196	3,196
Fosfato bicalcico	1,108	1,108	0,458	0,458	0,458	0,458
Ostra Grossa	1,036	0	1,034	0	1,458	0
Ostra Fina	0	1,036	0	1,034	0	1,458
Sal comum	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Celite	1	1	1	1	1	1
DL-Metionina	0,234	0,234	0,234	0,234	0,234	0,234
Caulin	0,185	0,185	0,835	0,835	0,411	0,411
L-Lisina HCL	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224
Premix vitamínico*	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
L-Treonina	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079	0,079
Cloreto de colina	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066	0,066
Premix mineral **	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Fitase	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001
Total	100	100	100	100	100	100
Nutriente (calculados)	T1	T2	T3	T4	T5	T6
EMAn, Mcal/kg	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050	3,050
PB, %	18,76	18,76	18,76	18,76	18,76	18,76
Ca, %	0,75	0,75	0,59	0,59	0,75	0,75
P disponível, %	0,32	0,32	0,20	0,20	0,20	0,20
P total, %	0,56	0,56	0,44	0,44	0,44	0,44
Rel Ca:Pt	1,34	1,34	1,34	1,34	1,70	1,70
Rel Ca:Pd	2,34	2,34	2,95	2,95	3,75	3,75
Na, %	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Lisina dig, %	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
M+C dig, %	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Met dig, %	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47
Treo dig, %	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Trip dig, %	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Valina dig, %	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79	0,79
Ac. Linol, %	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12	3,12
Mongin, meq/kg	183,2	183,2	183,2	183,2	183,2	183,2

*Premix Vitamínico: Níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A: 9000000.000 UI, Vitamina D3: 2500000.00 UI, Vitamina E: 20000.00 UI, Vitamina K3: 2500.00mg, Vitamina B1: 1500.00mg, Vitamina B2: 6000.00mg, Vitamina B6: 3000.00mg, Vitamina B12: 12000.00mcg, Ácido Pantotênico: 12g, Niacina: 25g, Ácido Fólico: 800.00mg, Biotina: 60.00mg, Selênio: 250.00mg.

**Premix Mineral: Níveis de garantia por kg do produto: Cobre: 20g, Ferro: 100g, Manganês: 160g, Cobalto: 2000.00mg, Iodo: 2000.00mg, Zinco: 100g.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

O consumo de ração médio (CRM), ganho de peso médio (GPM) e taxa de conversão alimentar (CA) dos frangos de corte alimentados com as dietas experimentais no período de 21 a 42 dias de idade estão descritos na tabela 4 .

Tabela 4. Consumo de ração médio (CRM), ganho de peso médio (GPM) e taxa de conversão alimentar (CA) de frangos de corte alimentados com duas relações cálcio e fósforo (1,34 e 1,70) duas granulometrias da fonte de cálcio (1354 μm e 428 μm) e com inclusão (500 FTU/kg) ou ausência de fitase no período de 22 a 42 dias de idade.

	CRM (g)	GPM (g)	CA (g/g)
Rel 1,34 - Controle - Grossa	3209	1953	1,253
Rel 1,34 - Controle - Fina	3228	1949	1,263
Rel 1,34 - Fitase - Grossa	3277	1993	1,250
Rel 1,34 - Fitase - Fina	3273	2005	1,245
Rel 1,70 - Fitase - Grossa	3277	2015	1,239
Rel 1,70 - Fitase - Fina	3229	1982	1,238
Probabilidade	0,4434	0,1718	0,7287
Erro padrão da média	0,012	0,009	0,005

Para o período de 21 a 42 dias de idade não houve diferença estatística ($p>0,05$) para CRM, GPM e CA.

Em trabalho de Han et al. (2009) é verificado que com a utilização de fitase na dieta obteve-se maior ganho de peso e consumo de ração discordando com o presente estudo. No estudo desses autores esse resultado pode ser devido aos animais recebendo a dieta com fitase obterem uma maior disponibilidade de nutrientes advindo da ação da enzima exógena, tendo a fitase papel importante na liberação, principalmente de fósforo, e outros minerais. Também se inclui em um dos efeitos

dessa enzima a diminuição da ação do fitato como fator anti qualitativo, diminuindo a taxa de renovação celular no epitélio intestinal.

Grande parte dos trabalhos com esse tema utilizam fitase em dietas deficientes de Ca e P, no experimento de Rama Rao et al. (2006) é encontrado que dietas deficientes desses minerais pioram o GP e CA. E resultados de Camden et al. (2001) que a adição de fitase em uma dieta deficiente de cálcio e fosforo, os frangos de corte obtiveram o mesmo desempenho comparados aos alimentados com uma dieta controle. Foi verificado por Watson et al., 2006 menor CR por aves recebendo dietas deficientes de Ca e P, o qual aumentou com a adição de fitase. Em trabalho de Mitchell e Edwards. (1996) a adição de 600 u/kg de fitase aumentou o GP dos frangos.

Em trabalho de Li et al. (2012) é encontrado menor ($p < 0,05$) consumo de ração e ganho de peso para aves recebendo uma alta relação Ca e P (4,07:1), porém uma pequena relação (1,2:1) não influenciou essas variáveis. Em trabalho de Qian et al. (1997) utilizando diferentes relação Ca: P (1,1 -1,4 -1,7 e 2,0:1) e crescentes inclusões de fitase e vitamina D3 observou que o consumo de ração, ganho de peso diminui com o aumento da relação Ca:P, porém sem diferença significativa na CA.

Segundo Schoulten et al. (2003) em rações iniciais à base de milho e farelo de soja para frangos de corte suplementada com fitase, a elevação dos níveis de cálcio da ração, conseqüentemente aumentando a relação Ca e P, afetou negativamente o ganho de peso. O melhor ganho de peso foi estimado para 0,46% de cálcio na ração suplementada com fitase, sendo no nosso experimento o % de Ca calculado para as dietas foram 0,75 e 0,59.

Os autores Amerah et al. (2014) trabalhando com um fatorial 4 x2 (1,43:1 – 2,14:1 – 2,86:1 e 3,57:1) nas dietas com ou sem fitase, a relação Ca e P teve maior

efeitos no GP, CR e CA na dietas que continham a enzima. O aumento da relação Ca:P diminui a GP e CR de forma quadrática, enquanto a CA piorou linearmente.

Em trabalho de Anderson et al. (1984) foi observado melhor ganho de peso com partículas médias e finas da fonte de cálcio, em comparação com os tamanhos maiores. Diferente do presente trabalho em que o tamanho da fonte de cálcio não influenciou significativamente o desempenho. Segundo esses autores, o DGM da fonte de Ca tem mais importância em dietas deficientes desse mineral.

3.3.2. COMPOSIÇÃO ÓSSEA

Os resultados de porcentagem de resíduo mineral (RM), cálcio (Ca), fósforo (P) e resistência óssea (RO) de tíbia de frangos com 42 dias de idade alimentados com as dietas experimentais estão descritos na tabela 5.

Tabela 5. Porcentagem de resíduo mineral (RM), cálcio (Ca), fósforo (P) e resistência óssea (RO) de tíbia de frangos de corte alimentados com duas relações cálcio e fósforo (1,34 e 1,70) duas granulometrias da fonte de cálcio (1354 μm e 428 μm) e com inclusão (500 FTU/kg) ou ausência de fitase aos 42 dias de idade.

	RM (%)	Ca (%)	P (%)	RO (kgf)
Rel 1,34 - Controle - Grossa	51,94 AB	34,29 A	18,21 A	56,06
Rel 1,34 - Controle - Fina	52,11 AB	33,99 A	18,07 A	52,95
Rel 1,34 - Fitase - Grossa	52,06 AB	36,55 AB	17,51 AB	50,47
Rel 1,34 - Fitase - Fina	50,16 A	35,86 AB	17,53 AB	50,35
Rel 1,70 - Fitase - Grossa	52,91 B	38,38 B	16,32 BC	53,27
Rel 1,70 - Fitase - Fina	51,86 AB	34,36 A	15,78 C	53,18
Probabilidade	0,0343	0,0064	0,0001	0,1161
Erro padrão da média	0,243	0,403	0,184	0,635

Para a variável porcentagem de RM no osso houve diferença estatística ($p < 0,05$). O tratamento com relação Ca e P de 1,34, fonte de Ca fina e inclusão de

fitase apresentou menor concentração de RM no osso comparado ao tratamento com relação 1,70, fonte de Ca grossa e com fitase. Os outros tratamentos foram iguais entre si.

Para a variável porcentagem de Ca no osso houve diferença estatística ($p < 0,05$). O tratamento com relação 1,70, fitase e FC grossa apresentou maior concentração de Ca comparado ao grupo com mesma relação e fitase porém com FC fina e também foi superior aos tratamentos controle com relação de 1,34.

Para a variável porcentagem de P no osso houve diferença estatística ($p < 0,05$). Os tratamentos com relação de 1,34 foram iguais entre si. Os tratamentos com fitase, relação 1,70 e FC com as duas granulometrias foram inferiores aos grupos controle, relação 1,34 e as duas granulometrias de fonte de cálcio.

Para a variável RO de tíbia de frangos de corte recebendo as dietas experimentais aos 42 dias de idade, não houve diferença significativa ($p > 0,05$).

Em trabalho de Camden et al. (2001) a adição de fitase em um dieta deficiente de cálcio e fósforo obteve a mesma concentração de RM do osso comparado a dieta controle. Em trabalho de Han et al. (2009) ocorreu melhora na porcentagem de cinzas nos ossos de frangos dos 22 a 42 dias com aumento do fosforo dietético. Esse mesmo autor encontrou que a inclusão de fitase aumentou o RM porém não houve diferença para o Ca, sendo que no presente experimento houve diferença para RM e Ca na tíbia.

O autor Rama Rao et al. (2006) utilizando dietas deficientes de Ca e P tiveram menor conteúdo de cinza comparadas ao controle, devido principalmente a uma menor concentração de P disponível ao animal. Em artigos de El Sherbiny et al. (2010)

e Mitchell e Edwards. (1996) utilizando dietas com adição de fitase houve aumento nas cinzas ósseas dos frangos.

Han et al. (2009), utilizando frangos alimentados com as dietas experimentais de 22 a 42, obtiveram maior força de quebra nos tratamentos com aumento do fósforo dietético, sendo que essa elevação de P foi executada por meio da inclusão de fonte inorgânico de P ou pela inclusão de fitase.

Em trabalho de El Sherbiny et al. (2010) a força de quebra da tíbia diminuiu significativamente ao passo que o nível de fosfato bicálcio diminuiu, ou seja, quando menor quantidade de fósforo na dieta menor a resistência óssea. Nesse mesmo trabalho a adição de fitase aumentou significativamente a força de quebra, todavia discordando dos resultados encontrados nesse experimento.

Segundo Onyango et al. (2003) a resistência a força de quebra da tíbia seria uma das avaliações menos sensíveis na avaliação de experimentos com minerais. A cinza dos ossos ou densiometria óssea seriam mais indicados para ter uma resposta mais confiável. Segundo Rama Rao et al. (2006) a quantidade de cinzas na tíbia de frangos é máxima quando a relação Ca:P é mantida 2:1 independente dos níveis desses minerais. Segundo Schoulten et al. (2003) em rações para frangos de corte suplementada com fitase, a deposição de cinza, fósforo e manganês na tíbia diminuiu com a elevação dos teores de cálcio nas rações, conseqüentemente elevando a relação com o P. Com resultados diferentes Amerah et al. (2014) trabalhando com um fatorial 4 x 2 (relação Ca:P 1,43:1 – 2,14:1 – 2,86:1 e 3,57:1 e com ou sem inclusão de fitase) aumentando a relação entre os minerais houve diminuição linear de cinzas nos ossos.

Em trabalho de Anderson et al. (1984) a fonte de cálcio com partículas finas ocasionaram menor cinzas nos osso apenas quando incluídas em alta nível. Aparentemente pintainhos podem desviar o excesso de Ca na forma de partículas médias através do sistema digestivo melhor do que podem as partículas finas. Partículas médias pode ser utilizada quando o Ca é necessária.

Em trabalho de Li et al. (2012) a baixa quantidade de Ca e P não fítico na dieta resultou em menor RM e força de quebra da tíbia, e todos as variáveis ósseas foram diminuídos com a alta relação Ca e P. Segundo Skinner et al. (1992) o cálcio e fósforo necessário na dieta para ganho de peso de 42 a 49 dias é menor que o necessário para manter a resistência óssea, essa é uma explicação de porque não houve diferença para desempenho. Esses autores relatam que mantendo a relação Ca e P 2:1 permite a remoção do fosfato bicálcio com mínimo efeito para força de quebra, sendo que no presente experimento não houve diferença para RO.

Em trabalho de Driver et al. (2006) os níveis de Ca e P na ração influenciaram a incidência de tíbias e fêmures quebrados durante o processamento das aves no frigorífico. O teor desses minerais nas dietas fornecidas do primeiro ao 18º dia teve pouco efeito sobre a incidência de ossos quebrados, sendo reamente importante o período de fornecimento das dietas experimentais dos 19 a 35 dias de idade.

3.3.3. COEFICIENTES DE METABOLIZABILIDADE

Os resultados de coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), coeficiente de metabolizabilidade aparente de cálcio (CMACa) e coeficiente de metabolizabilidade aparente de fósforo (CMAP) de frangos de corte alimentados com as dietas experimentais estão descritos na tabela 6.

Não houve interação significativa ($p>0,05$) entre os fatores para nenhuma das variáveis de metabolizabilidade. O fator sexo não apresentou diferença significativa para nenhuma das variáveis. Não houve diferença significativa para a variável CMAMS.

Tabela 6. Coeficiente de metabolizabilidade aparente da matéria seca (CMAMS), cálcio (CMACa) e fósforo (CMAP) de frangos de corte alimentados com duas relações cálcio e fósforo (1,34 e 1,70), duas granulometrias da fonte de cálcio (1354 μ m e 428 μ m) e com inclusão (500 FTU/kg) ou ausência de fitase dos 25 aos 28 dias de idade.

	CMAMS (%)	CMACa (%)	CMAP (%)
Tratamento			
Rel 1,34 - Controle - Grossa	72,32	59,91 A	56,78 A
Rel 1,34 - Controle - Fina	72,90	63,28 AB	61,61 AB
Rel 1,34 - Fitase - Grossa	72,51	72,72 C	70,33 C
Rel 1,34 - Fitase - Fina	72,13	71,90 C	70,04 C
Rel 1,70 - Fitase - Grossa	72,87	71,95 C	69,60 C
Rel 1,70 - Fitase - Fina	72,45	67,46 BC	66,65 BC
Sexo			
Masculino	72,67	67,19	65,31
Feminino	72,39	68,55	66,36
Probabilidade			
Tratamento	0,0752	0,0001	0,0001
Sexo	0,1116	0,2813	0,3025
Interação Tratamento x			
Sexo	0,4493	0,1545	0,8926
Erro padrão da média	0,089	0,797	0,707

Houve diferença significativa ($p<0,05$) para a variável CMACa. Os tratamentos controle com relação 1,34 e FC grossa e fina foram iguais entre si. Todos os tratamentos recebendo fitase foram iguais entre si, independentemente da relação Ca e P

ou fonte de cálcio. O tratamento controle, relação 1,34 e FC grossa obteve valores de metabolizabilidade inferiores comparado a todos os outros tratamentos que receberam fitase.

Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a variável CMAP. Os tratamentos controle com relação 1,34 e FC grossa e fina foram iguais entre si. Todos os tratamentos recebendo fitase foram iguais entre si, independentemente da relação Ca e P ou fonte de cálcio. O tratamento controle, relação 1,34 e FC grossa obteve valores de metabolizabilidade inferiores comparado a todos os outros tratamentos que receberam fitase.

Segundo Santos et al. (2013) o desempenho dos frangos é interferido pelo fitato, reduzindo a digestibilidade de AA, absorção de minerais e aumentando as perdas endógenas, conseqüentemente a retenção de MS seria prejudicada. No presente estudo a inclusão fitase não influenciou os resultados de ($p > 0,05$).

Nosso estudo houve uma maior metabolizabilidade do Ca, corroborando com Oliveira et al. (2008) que com fitase encontrou aumento da retenção de Ca. Em experimento de Silva et al. (2006) a fitase foi eficiente em reduzir a excreção de Ca quando associada a diferentes relações entre a proteína bruta e P das dietas.

Em trabalho de Han et al. (2009) a fitase aumentou a retenção de fósforo, sendo semelhante a esse estudo onde a suplementação de fitase obteve maior valor CMAP. Segundo Mitchell e Edwards. (1996) a adição de fitase aumentou retenção de P fítico, porém em dietas de baixo P. Em artigo de Fukayama et al. (2008) relataram que a suplementação com fitase melhorou a digestibilidade de fósforo em dietas com níveis reduzidos de alguns nutrientes e promoveu aumento linear no aproveitamento do P.

Os autores Oliveira et al. (2008) não observaram efeito da fitase sobre a retenção de P, discordando dos resultados do presente estudo.

A maioria dos trabalhos com Ca e P utilizam digestibilidade para avaliar o aproveitamento desses minerais, devido ao fato que a maior proporção é excretado nas fezes e a quantidade advinda via urina seria muito pequena. Esse fator pode ser uma das respostas para a diferença entre os resultados entre os estudos.

Em estudo de Safamehr et al. (2013) é encontrado diferença significativa de solubilidade in vitro de diferentes fontes de cálcio, sendo que na média as partículas maiores foram de menor solubilidade, sendo possivelmente melhor aproveitadas devido a maior tempo de retenção no trato dos animais. No entanto, para os nossos resultados, não houve diferença de aproveitamento de MS, Ca e P considerando a granulometria da fonte de cálcio utilizada.

Em trabalho de Amerah et al. (2014) aumentando a relação Ca:P houve diminuição linear da digestibilidade do P. Esses mesmos autores descrevem que aumentando a relação aumentou significativamente o pH da moela de maneira linear em dietas com fitase, porém nas dietas sem fitase não houve diferença no pH com o aumento da relação Ca:P.

Segundo Schoulten et al. (2003) utilizando níveis mais baixos de cálcio na dieta, sem interferir na inclusão da fonte de fósforo, foi reduzida a digestibilidade da matéria seca e a retenção de nitrogênio, indicando que os níveis de cálcio devem ser reduzidos proporcionalmente à redução dos níveis de fósforo total.

4. CONCLUSÃO

O desempenho dos frangos de 22 a 42 dias de idade não foi influenciado pela inclusão de fitase (500 FTU/kg), relação cálcio e fósforo (1,34 e 1,70) e granulometria da fonte de cálcio (1354 μm e 428 μm) na dieta.

Não houve diferença para a resistência óssea dos frangos aos 42 dias de idade. A dieta contendo fitase e relação cálcio e fósforo de 1,70 e fonte de cálcio grossa (1354 μm) apresentou maior concentração de resíduo mineral no osso comparado aos animais alimentados com a dieta com fonte de cálcio fina (428 μm).

Independente da relação cálcio e fósforo e granulometria da fonte de cálcio, os frangos alimentados com dietas contendo fitase (500 FTU/kg), apresentaram melhor coeficiente de metabolizabilidade de cálcio e fósforo, comparados aos animais sem fitase na alimentação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amerah, A.M., P. W. Plumstead, L. P. Barnard, and A. Kumar. 2014. Effect of calcium level and phytase addition on ileal phytate degradation and amino acid digestibility of broilers fed corn-based diets. *Poultry Science* 93 :906–915.

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.

Anderson, J.O., D. C. Dobson, and O. K. Jack. 1984. Effect of particle size of the calcium source on performance of broiler chicks fed diets with different calcium and phosphorus levels. *Poultry Science* 63:311-316.

Camden, B. J., P. C. H. Morel, D. V. Thomas, V. Ravindran, and M. R. Bedford. 2001. Effectiveness of exogenous microbial phytase in improving the bioavailabilities of phosphorus and other nutrients in maize-soya-bean meal diets for broilers. *Anim. Sci.* 73:289–297.

CBAA (Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal). 2009. Cinzas ou matéria mineral. Page 137. *Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal*, São Paulo.

Driver, J.P., G. M. Pesti, R. I. Bakalli, and H. M. Edwards. 2006. The effect of feeding calcium- and phosphorus-deficient diets to broiler chickens during the starting and growing-finishing phases on carcass quality. *Poultry Science* 85:1939–1946.

El-Sherbiny, A.E., H.M.A. Hassan, M.O. Abd-Elsamee¹, A. Samy and M.A. Mohamed. 2010. Performance, bone parameters and phosphorus excretion of broilers fed low phosphorus diets supplemented with phytase from 23 to 40 days of age *International Journal of Poultry Science* (10): 972-977.

Han, J. C., X. D. Yang, H. X. Qu, M. Xu, T. Zhang, W. L. Li, J. H. Yao, Y. R. Liu, B. J. Shi, Z. F. Zhou, and X. Y. Feng. 2009. Evaluation of equivalency values of microbial phytase to inorganic phosphorus in 22- to 42-day-old broilers. *J. Appl. Poult.* 18:707–715.

Instituto Adolfo Lutz. 2008. Page 98 in *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4th ed. Zenebon, O., N. S. Pascuet and P. Tiglea, São Paulo.

Li, J., J. Yuan, Y. Guo¹, Q Sun, and X. Hu. 2012. The influence of dietary calcium and phosphorus imbalance on intestinal napsin-ii and calbindin mRNA expression and tibia parameters of broilers. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 25, No. 4 : 552 – 558.

Mitchell, R. D., and H. M. Edwards. 1996. Effects of phytase and 1,25-dihydroxycholecalciferol on phytate utilization and the quantitative requirement for calcium and phosphorus in young broiler chickens. *Poult. Sci.* 75:95–110.

Oliveira, M.C.; Gravena, R.A.; Marques, R.H. 2008. Utilização de nutrientes em frangos alimentados com dietas suplementadas com fitase e níveis reduzidos de fósforo não fítico. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n.2, p.436-441.

Onyango, E. M., P. Y. Hester, R. Strohshine, and O. Adeola. 2003. Bone densitometry as an indicator of percentage tibia ash in broiler chicks fed varying dietary calcium and phosphorus levels. *Poult. Sci.* 82:1787–1791.

Qian, H., E. T. Kornegay, and D. M. Denbow. 1997. Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium:total phosphorus ratio in broiler diets. *Poult. Sci.* 76:37–46.

Rama Rao, S.V. M. V. L. N. Raju, A. K. Panda, G. Shyam Sunder, and R. P. Sharma. 2006. Effect of high concentrations of cholecalciferol on growth, bone mineralization, and mineral retention in broiler chicks fed suboptimal concentrations of calcium and nonphytate phosphorus. *J. Appl. Poult. Res.* 15:493–501.

Rath, N. C., J. M. Balog, W. E. Huff, G. B. Kulkarni and J. F. Tierce. 1999. Comparative differences in the composition and biomechanical properties of tibiae of seven- and seventy-two-week-old male and female broiler breeder chickens. *Poult. Sci.* 78:1232–1239.

Safamehr., A, M. Langille , D. M. Anderson , and J. L. MacIsaac. 2013. Evaluation of composition and in vitro solubility rate of by-products of the Atlantic shellfish industry as alternative calcium sources. J. Appl. Poult. Res. 22 :529–538.

Santos, T.T., S. Srinongkote, M. R. Bedford and C. L. Walk. 2013. Effect of high phytase inclusion rates on performance of broilers fed diets not severely limited in available phosphorus asian-aust. J. Anim. Sci. Vol. 26, No. 2 : 227-232.

Schoulten, N.A., A.S. Teixeira, Freitas., R.T.F., Bertechini., A.G., Conte., A. J. Silva., H.O. 2003. Níveis de cálcio em rações de frangos de corte na fase inicial suplementadas com fitase. Revista Brasileira de Zootecnia. v.32. n.5. p.1190-1197.

Silva, Y.L.; P.B. Rodrigues, R.T.F. Freitas, A.G. Bertechini., E.T.Fialho., E. J. Fassani., C.R. Pereira. 2006. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.3, p.840-848.

Skinner, J.T., A L. Izat., and P.W. Waldrou. 1992. Effect of removal of supplement calcium and phosphorus from broiler finisher diets. J. Appl. Poultry Res. 1:42-47.

Watson, B.C, J. O. Matthews, L. L. Southern, and J. L. Shelton. The effects of phytase on growth performance and intestinal transit time of broilers fed nutritionally adequate diets and diets deficient in calcium and phosphorus. 2006 Poultry Science 85:493–497.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de fitase nas dietas para frangos de corte é altamente difundida, devido ao fator custo e ambiental. A inclusão da enzima na formulação da dieta diminui a quantidade, principalmente, de fosfato bicálcio. Assim o custo da ração fica menor, o fosfato é uma dos ingredientes mais caros, e a proporção de fósforo excretado para o ambiente também é menor.

Essas características da fitase só reforça a utilização da enzima, e indica que a utilização só tende a aumentar, buscando maior aproveitamento dos ingredientes vegetais.

A utilização de uma fonte de calcário mais grossa poderia ser uma vantagem, primeiramente, o gasto com o processo de moagem seria reduzido. E do ponto de vista fisiológico também seria interessante, um partícula mais grossa ficaria mais tempo retida no sistema gastrointestinal da aves, aumentando o aproveitamento.

Não se pode levar em consideração um aspecto nutricional de forma isolada. A interação das respostas a cada variável pode ser potencializado devido ao objetivo da pesquisa. Por exemplo, a variação de granulometria e solubilidade da fonte de cálcio acarretará em disponibilidade diferente, afetando diretamente a relação com o fósforo no trato do animal.

A ação da fitase como fonte de disponibilização de fósforo já é amplamente difundida, porém o difícil é determinar com confiança qual será a resposta da enzima para cada tipo de dieta. Se considerarmos a liberação do fósforo pela fitase, a relação Ca:P pretendida na formulação pode não ocorrer como planejada, dependendo de como a enzima vai agir, imaginando que as diferentes fontes de cálcio disponíveis podem ter influência diferenciada na ação enzimática.

Pesquisas que possibilitem o estudo do fatores isoladamente e também a interação entre eles é essencial. O organismo animal é dinâmico e responderá de forma diferente mesmo que as variações sejam mínimas. A escolha da metodologia também é importante, algumas avaliações podem ser pouco precisas e assim levando a conclusões superficiais sobre o tema.