

HELOISA HELENA DE CARVALHO MELLO

EXIGÊNCIA DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE  
MACHOS E FÊMEAS MANTENDO A RELAÇÃO CÁLCIO:FÓSFORO  
DISPONÍVEL EM 2:1

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  
2010

HELOISA HELENA DE CARVALHO MELLO

EXIGÊNCIA DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE  
MACHOS E FÊMEAS MANTENDO A RELAÇÃO CÁLCIO:FÓSFORO  
DISPONÍVEL EM 2:1

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: 08 de março de 2010

---

Dr. Luciano Moraes Sá

---

Dr. Rogério Pinto

---

Prof. Horacio Santiago Rostagno  
(Co-orientador)

---

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino  
(Co-orientador)

---

Prof. Paulo Cezar Gomes  
(Orientador)

*Dedico,*

*Aos meus pais Eduardo e Cristina,*

*Ao meu pai de coração Arlindo,*

*Aos meus irmãos Thaís e Júnior,*

*À minha família...*

*... As pessoas cuja essência me ensinaram que,*

*“nenhum sucesso profissional, compensa o fracasso na vida familiar”*

## AGRADECIMENTOS

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

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Paulo Cezar Gomes pelo tempo dedicado em minha orientação, pelos ensinamentos e por constituir um exemplo de ética e profissionalismo.

Aos professores Luiz Fernando Teixeira Albino e Horacio Santiago Rostagno pela co-orientação.

Ao Dr. Luciano Moraes Sá e Dr. Rogério Pinto, pelas sugestões atribuídas à tese.

Ao professor Juarez Lopes Donzele pelos conselhos durante a realização deste trabalho.

Aos meus pais e ao Arlindo pela minha educação e incentivo para realização deste trabalho.

Ao Victor, pela ajuda durante o experimento e pelo apoio incondicional durante todas as etapas de minha vida em Viçosa que culminaram com a elaboração deste trabalho.

Aos amigos Tatiana, Renata, Gladstone, Arele e aos estagiários Rodrigo, Cleverson, Allan pela ajuda na condução dos experimentos.

À Renata, Jucilene e Ivanna, pela convivência.

Aos funcionários do Setor de Avicultura, Adriano, Elízio, Joselino, Mauro.

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

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

## **BIOGRAFIA**

HELOISA HELENA DE CARVALHO MELLO, filha de José Eduardo de Carvalho Mello e Maria Cristina Funes Garcia, nasceu em Sorocaba – SP, em 21 de outubro de 1981.

Em 2001 ingressou no curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em 29 de julho de 2005.

Em agosto de 2005 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na área de Nutrição e Produção de Monogástricos, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 12 de março de 2007.

Em março de 2007 iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia, na área de Nutrição e Produção de Monogástricos, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em março de 2010.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ix</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>1</b>
<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>3</b>
FUNÇÕES DO FÓSFORO NO ORGANISMO.....	3
METABOLISMO DO FÓSFORO E DO CÁLCIO .....	3
FATORES QUE AFETAM A EXIGÊNCIA DE FÓSFORO .....	5
DEFICIÊNCIA OU EXCESSO DO FÓSFORO .....	8
MINERALIZAÇÃO ÓSSEA.....	9
EXIGÊNCIA DE CÁLCIO E FÓSFORO DISPONÍVEL.....	10
RELAÇÃO ENTRE CÁLCIO E FÓSFORO .....	11
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>22</b>
<b>EXIGÊNCIA DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS E FÊMEAS DE 1 A 10 DIAS DE IDADE</b> .....	<b>22</b>
RESUMO.....	22
INTRODUÇÃO.....	24
MATERIAL E MÉTODOS .....	26
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	29
CONCLUSÕES.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>49</b>
<b>EXIGÊNCIA DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS E FÊMEAS DE 11 A 21 DIAS DE IDADE</b> .....	<b>49</b>
RESUMO.....	49
INTRODUÇÃO.....	51
MATERIAL E MÉTODOS .....	52
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	55
CONCLUSÕES.....	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>71</b>
<b>EXIGÊNCIA DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS E FÊMEAS DE 22 A 33 DIAS DE IDADE</b> .....	<b>71</b>
RESUMO.....	71
INTRODUÇÃO.....	73
MATERIAL E MÉTODOS .....	74
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	77
CONCLUSÕES.....	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	92
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>94</b>
<b>EXIGÊNCIA DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS E FÊMEAS DE 34 A 46 DIAS DE IDADE</b> .....	<b>94</b>
RESUMO.....	94
INTRODUÇÃO.....	96
MATERIAL E MÉTODOS .....	97
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	100

CONCLUSÕES-----	110
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	111
<b>CONCLUSÕES GERAIS-----</b>	<b>114</b>
<b>APÊNDICE-----</b>	<b>115</b>
APÊNDICE A-----	116
APÊNDICE B-----	118

## RESUMO

MELLO, Heloisa Helena de Carvalho, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2010. **Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas mantendo a relação cálcio:fósforo disponível em 2:1.** Orientador: Paulo Cezar Gomes. Co-orientadores: Horacio Santiago Rostagno e Luiz Fernando Teixeira Albino.

Foram realizados oito experimentos na Universidade Federal de Viçosa, sendo quatro experimentos com frangos de corte machos e quatro com frangos de corte fêmeas, com o objetivo de determinar as exigências de fósforo disponível nas seguintes idades: 1 a 10, 11 a 21, 22 a 33 e 34 a 46 dias mantendo-se a relação cálcio:fósforo disponível em 2:1. Em cada experimento utilizou-se 480 aves da linhagem Cobb, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com 6 tratamentos, 8 repetições e 10 aves por unidade experimental. No 1º experimento (1 a 10 dias) tanto para machos quanto para fêmeas, os níveis de cálcio (Ca) e de fósforo disponível (Pd) para cada tratamento foram respectivamente: 0,400 e 0,200; 0,540 e 0,270; 0,680 e 0,340; 0,820 e 0,410; 0,960 e 0,480; 1,100 e 0,550 %. No 2º experimento (11 a 21 dias de idade) tanto para machos quanto para fêmeas, os níveis de Ca e de Pd para cada tratamento foram respectivamente: 0,380 e 0,190; 0,520 e 0,260; 0,660 e 0,330; 0,800 e 0,400; 0,940 e 0,470; 1,080 e 0,540%. No 3º experimento (22 a 33 dias) tanto para machos quanto para fêmeas, os níveis de Ca e de Pd para cada tratamento foram respectivamente: 0,360 e 0,180; 0,500 e 0,250; 0,640 e 0,320; 0,780 e 0,390; 0,920 e 0,460; 1,060 e 0,530%. No 4º experimento (34 a 46 dias) tanto para machos quanto para fêmeas, os níveis de Ca e Pd para cada tratamento foram respectivamente: 0,340 e 0,170; 0,480 e 0,240; 0,620 e 0,310; 0,760 e 0,380; 0,900 e 0,450; 1,040 e 0,520%. As rações experimentais foram a base de milho e farelo de soja e o fósforo disponível foi considerado 33% do fósforo total. Os parâmetros avaliados foram ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos. Para frangos de corte machos de 1 a 10, 11 a 21, 22 a 33 e 34 a 46 dias de idade os níveis de fósforo disponível e de cálcio recomendados são 0,482 e 0,964%; 0,410 e 0,820%; 0,395 e 0,790%; 0,319% e 0,638%. Para frangos de corte fêmeas de 1 a 10, 11 a 21, 22 a 33 e 34 a 46 dias de idade os níveis de fósforo disponível e de

cálcio recomendados são 0,459 e 0,918%; 0,388 e 0,776%; 0,358 e 0,716%; 0,256 e 0,512%

## ABSTRACT

MELLO, Heloisa Helena de Carvalho, D.Sc. Universidade Federal de Viçosa, March of 2010. **Available phosphorus requirement of broilers males and females keeping the calcium:available phosphorus ratio equal to 2:1.** Adviser: Paulo Cezar Gomes. Co-Advisers: Horacio Santiago Rostagno and Luiz Fernando Teixeira Albino.

Eight experiments were conducted at the Universidade Federal de Viçosa, to determine the requirement of available phosphorus (aP) of males and females broiler chicks from 1 to 10, 11 to 21, 22 to 33 and 34 to 46 days of age, keeping the calcium: available phosphorus ratio equal to 2:1. In each experiment, 480 broilers were randomly allotted in a completely randomized design with 6 treatments, 8 replicates and 10 birds for floor pen. In the 1° experiment (1 to 10 days of age) for both males and females, levels of Ca and aP for each treatment were respectively 0.40 and 0.20, 0.54 and 0.27, 0.68 and 0.34, 0.82 and 0.41, 0.96 and 0.48 and 1.10 and 0.55%. In the 2° experiment (11 to 21 days old) for both males and females, levels of Ca and aP for each treatment were respectively 0.38 and 0.19, 0.52 and 0.26, 0.66 and 0.33, 0.80 and 0.40, 0.94 and 0.47, 1.08 and 0.54%. In the 3° experiment (22 to 33 days) for both males and females, levels of Ca and P for each treatment were respectively 0.36 and 0.18, 0.50 and 0.25, 0.64 and 0.32, 0.78 and 0.39, 0.92 and 0.46, 1.06 and 0.53%. In the 4° experiment (34 to 46 days), for both males and females levels of Ca and P for each treatment were respectively 0.34 and 0.17, 0.48 and 0.24, 0.62 and 0.31, 0.76 and 0.38, 0.90 and 0.45, 1.04 and 0.52%. The experimental diets were formulated using corn and soybean meal and the available phosphorus was considered 33% of total phosphorus. The parameters evaluated were weight gain, feed intake, feed conversion ratio and tibia ash, calcium and phosphorus content on tibia. For males broiler chicks males with 1 to 10, 11 to 21, 22 to 33 and 34 to 46 days old the levels of available phosphorus and calcium recommended are 0.482 and 0.964%, 0.410 and 0.820%, 0.395 and 0.790%, 0.319 % and 0.638%. For females broiler chicks with 1 to 10, 11 to 21, 22- to 33 and 34 to 46 days old the levels of available phosphorus and calcium recommended are 0.459 and 0.918%, 0.388 and 0.776%, 0.358 and 0.716%, 0.256 % and 0,512%.

## INTRODUÇÃO GERAL

O desenvolvimento de novas tecnologias em cada elo da cadeia produtiva avícola tem alavancado os índices de produtividade desta atividade. A nutrição é um dos fatores determinantes no sucesso da criação de frangos de corte, principalmente no tocante ao atendimento das exigências nutricionais das aves, que pode contribuir com a redução dos custos de produção.

Os minerais exercem funções biológicas importantes no organismo animal, como estruturais (tecido ósseo, proteínas musculares), fisiológicas (equilíbrio ácido-base, pressão osmótica, permeabilidade de membrana), estrutura de metaloenzimas e regulatórias (replicação e diferenciação celular).

O fósforo é um dos macrominerais considerados essenciais para as aves. Está relacionado com a formação dos ossos, da estrutura dos ácidos nucleicos, dos fosfolipídios, das membranas celulares, com a manutenção do equilíbrio ácido-básico e transferência de energia. Quando as aves são alimentadas com quantidades mais próximas da exigência nutricional há a possibilidade de expressão de todo o potencial genético, bem como a redução da excreção deste mineral para o meio ambiente e redução de custos de produção.

A exigência nutricional de fósforo pode ser afetada, entre outros fatores, pela idade, pelo potencial genético das aves e pela temperatura de criação. O requerimento de fósforo também depende do nível de cálcio utilizado na dieta.

A maior parte do fósforo contido nos alimentos de origem vegetal, utilizados nas rações, apresenta-se ligado ao fitato, podendo se tornar indisponível para o animal. A utilização do fitato pelas aves é bastante variável, podendo variar de acordo com a idade e categoria animal. De acordo com Tamim et al. (2004) parte da variação na extensão da hidrólise do fósforo fítico no intestino delgado é devido a diferenças na concentração de cálcio nas dietas. O excesso de cálcio na dieta reduz a absorção do fósforo por formar complexos insolúveis no lúmen intestinal. Esta má absorção acarreta problemas de mineralização óssea. Por outro lado, níveis muito baixos de cálcio não são suficientes para permitir a adequada mineralização óssea, resultando em maior excreção do fósforo.

A maioria dos estudos acerca da influência do cálcio sobre o metabolismo do fósforo tem como enfoque principal o efeito prejudicial de seu excesso nas rações. Isto se deve ao fato das rações sempre terem sido formuladas com altos níveis de

cálcio, e recentemente isto tem sido visto como um problema, havendo novas pesquisas visando a redução desses níveis. Entretanto, níveis insuficientes de cálcio nas rações também podem prejudicar o desempenho das aves.

Em trabalhos anteriores, diferentes relações de cálcio:fósforo disponível podem ter influenciado em respostas de exigência de fósforo, onde, nas relações maiores, o excesso de cálcio pode acarretar em aumento da exigência de fósforo. Desta forma, ao se determinar a exigência de fósforo disponível pelas aves, é importante que se considere uma única relação entre esses minerais em todas as rações experimentais, evitando conclusões equivocadas devido às diferentes relações de cálcio:fósforo disponível.

Este experimento foi realizado com o objetivo de determinar as exigências de fósforo disponível, para frangos de corte machos e fêmeas, em diferentes idades, mantendo a relação cálcio:fósforo disponível em 2:1.

## **REVISÃO DE LITERATURA**

### **Funções do fósforo no organismo**

Segundo Underwood & Suttle (1999), o fósforo é o segundo mineral mais abundante do organismo onde cerca de 80% deste encontra-se nos ossos e nos dentes e os outros 20 % estão distribuídos nos tecidos moles, glóbulos vermelhos, ácidos nucleicos, membranas, músculos e tecidos nervosos.

O fósforo é constituinte do material genético da célula. Um ou mais fosfatos são necessários para a formação de um nucleotídeo, juntamente com uma base nitrogenada e uma pentose. Os ácidos nucleicos são polímeros de nucleotídeos unidos por ligações fosfodiésteres. O fósforo participa da síntese de aminoácidos e de proteínas, fazendo parte do RNA mensageiro.

Uma importante função do fósforo no organismo é fornecer energia química para diversas reações bioquímicas, sendo constituinte da adenosina trifosfato (ATP) e outros nucleotídeos. Também, exercem a função de co-fatores enzimáticos, mensageiros secundários produzidos em resposta a hormônios e sinais químicos. Além disso, o fósforo está presente nas membranas celulares, formando a bicamada lipídica.

O fósforo ajuda na manutenção do equilíbrio ácido-básico do animal, fazendo parte do sistema tampão fosfato. O sistema fosfato tem pouca participação no sangue e é mais importante na urina, impedindo a formação de ácidos fortes.

### **Metabolismo do fósforo e do cálcio**

O cálcio para ser absorvido deve estar ionizado e solubilizado ou ligado a uma molécula orgânica solúvel antes de atravessar a parede do intestino. A absorção ocorre pelo transporte ativo principalmente no duodeno e parte superior do jejuno e por difusão passiva, em todo o intestino delgado, mas principalmente no íleo, e muito pouco no intestino grosso (Guéguen et al., 2000).

O cálcio é solúvel em meio ácido, sendo que em pH alcalino precipita. Em meio alcalino a formação de fosfato de cálcio é favorecida. No intestino delgado, à

medida que o pH aumenta em direção ao íleo, eleva-se a concentração do fosfato intestinal, havendo precipitação do cálcio e deficiência da absorção (Grüdtner et al., 1997).

O sistema de transporte ativo de cálcio é saturável e regulado pela ingestão alimentar e as necessidades do organismo. Quando o consumo é baixo, o transporte ativo de cálcio no duodeno é aumentado e uma proporção maior de cálcio é absorvida por esse processo. O cálcio entra na borda em escova do enterócito, sofre difusão no citoplasma e é secretado por meio da membrana basolateral para o líquido extracelular. O cálcio entra na célula através de um gradiente eletroquímico positivo, pois a concentração de cálcio no citoplasma é baixa. Atravessa a membrana através de canais de cálcio e através da calbindina (CaBP), que é o fator limitante na taxa de transporte ativo de cálcio. De acordo com Bronner & Pansu (1999), o transporte transcelular de cálcio varia diretamente com o conteúdo de calbindina. A vitamina D participa do transporte de cálcio por atuar na biossíntese da calbindina. A extrusão de cálcio da célula intestinal é mediada pela Ca-ATPase e ocorre contra um gradiente eletroquímico e constitui a etapa que requer energia. A vitamina D aumenta a permeabilidade da membrana e ativação da Ca-ATPase.

A absorção passiva no jejuno e íleo é o principal processo absorptivo quando a ingestão de cálcio é adequada ou alta e ocorre através de junções intercelulares. Não é saturável e, portanto, aumenta com a ingestão alimentar, desde que o cálcio no intestino esteja em uma forma absorvível. É independente da vitamina D.

O cálcio que atinge o intestino grosso sofre absorção pelos processos ativos e passivos. Cerca de 10% do total de absorção de cálcio ocorre no intestino grosso (Bronner & Pansu, 1999). Assim como o cálcio, o fósforo deve estar solubilizado para ser absorvido. Em monogástricos, a absorção de fósforo é dependente da fitase dos grãos ou de secreções intestinais. A maior parte do fósforo é absorvida no jejuno e íleo, e menor parte no duodeno. Animais mais velhos absorvem melhor o fósforo do que animais mais novos. Cerca de 80% do fósforo é absorvido no intestino delgado, sendo transportado, de forma ativa, pela parede intestinal contra um gradiente eletroquímico que envolve sódio e a vitamina D (Underwood & Suttle, 1999). Além do processo ativo, o fósforo também pode ser absorvido por difusão passiva nos espaço paracelular.

O fósforo uma vez absorvido é transportado para todo o organismo para utilização pelo esqueleto quando necessário. Na absorção do fósforo há interferência

da 1,25-dihidroxicolecalciferol e do hormônio paratireoidiano (PTH). A vitamina D está intimamente relacionada com o paratormônio, que participa na regulação do nível sanguíneo do cálcio e metabolismo de fosfatos ( $\text{HPO}_4^-$ ). O aumento da absorção e retenção do fósforo, causado pela vitamina D, é considerado um processo secundário, ou seja, ocorre devido à maior absorção do cálcio (McDowell, 1992). Quando a dieta for deficiente em fósforo a absorção intestinal é aumentada.

A eficiência de absorção do fósforo pelo intestino depende do nível deste mineral na dieta, da fonte do fósforo, da idade do animal, e da quantidade de outros minerais que influenciam diretamente a absorção do fósforo.

A concentração sanguínea de cálcio e fósforo em níveis adequados para a mineralização óssea ocorre devido ao equilíbrio entre absorção intestinal, reabsorção óssea, deposição nos ossos e excreção destes minerais.

### **Fatores que afetam a exigência de fósforo**

Muitos fatores podem afetar a exigência de fósforo das aves. Entre esses fatores estão a fonte de fósforo, o nível de cálcio da dieta, a utilização de fitase e de vitamina D3 e o balanço eletrolítico (Summers, 1997). Além desses fatores, o sexo, a idade, a linhagem genética e temperatura também afetam a exigência deste mineral.

A eficiência de absorção do fósforo pelo intestino depende do nível de fósforo na dieta, da fonte de fósforo, da idade do animal e da quantidade de outros minerais, como cálcio, ferro, alumínio, manganês, potássio e magnésio, que influenciam diretamente a absorção do fósforo.

Schoulten et al. (2002) verificaram que tanto os níveis mais altos como os níveis mais baixos de cálcio influenciaram negativamente a absorção de fósforo. Segundo os autores, a redução da absorção de fósforo, quando o nível de cálcio é muito baixo, se deve ao desequilíbrio da relação cálcio fósforo total da ração. Por outro lado, níveis elevados de cálcio inibem o efeito da fitase sobre o aproveitamento do fitato.

A exigência de fósforo diminui com o aumento da idade dos frangos de corte. Rama Rao et al. (2006) verificaram que o requerimento de fósforo disponível foi menor aos 28 dias de idade do que aos 42 dias (0,105 g/dia *versus* 0,168 g/dia).

Waldroup (1999) afirmou que durante os últimos estágios de produção, quando significativa quantidade de ração é consumida, há pouca, ou nenhuma, necessidade de suplementação de fósforo em dietas de frangos de corte a base de milho e farelo de soja.

A adição de óleo nas rações acarreta diminuição no teor de cinzas ósseas e na retenção de cálcio e de fósforo nos ossos das aves aos 14 e 21 dias de idade (Dell'isola et al., 2003), devido à formação de sabões de cálcio insolúveis no intestino delgado das aves, que diminui a absorção intestinal.

O fósforo presente nas rações das aves pode ser proveniente dos alimentos de origem vegetal, animal e de fontes inorgânicas, como fosfatos. O fitato, sal de mio-inositol- 1,2,3,4,5,6-ácido hexafosfórico, é a maior forma de armazenamento de fósforo nas plantas (Steiner et al., 2007). Em legumes e grãos, o fósforo ligado ao ácido fítico representa de 50 a 75% do conteúdo de fósforo total (Karimi, 2006). As aves têm baixa capacidade de utilizar o fósforo fítico, devido a produção insuficiente de fitase endógena, enzima responsável pela hidrólise do ácido fítico. Leske & Coon (1999) verificaram que sem adição de fitase na ração de frangos de corte, a quantidade de fósforo fítico hidrolisado do milho, do farelo de soja, do trigo e do farelo de arroz desengordurado foram respectivamente, 30,8, 34,9, 30,7, e 33,2%.

Tamim et al. (2004) afirmaram que as aves possuem capacidade inerente de hidrolisar o fitato, e que essa capacidade é menor na presença do cálcio, por diminuir a eficiência da fitase.

A enzima fitase pode ser adicionada nas rações a fim de disponibilizar o fósforo fítico para o animal. Quando se utiliza a fitase nas rações, as exigências de fósforo disponível do animal tendem a diminuir, visto que o animal pode utilizar parte do fósforo que antes se encontrava na forma indisponível. Manangi & Coon (2008) verificaram que a hidrólise do fósforo fítico aumentou de 43,12% sem utilização de fitase para 99,45 % quando se utilizou 5000 FTU de fitase/kg de ração a base de milho e farelo de soja de frangos de corte.

Os parâmetros ósseos para serem otimizados exigem maior nível de cálcio e fósforo comparado aos parâmetros de desempenho, como encontrado por Runho et al. (2001).

Devido ao fato do cálcio interferir no metabolismo de fósforo, a exigência de fósforo está relacionada com o nível de cálcio adicionado nas rações. Algumas pesquisas realizadas para determinar as exigências de fósforo para frangos de corte

(Runho et al. 2001; Yan et al. 2001, Yan et al, 2003; Dhandu e Angel, 2003; Gomes, 2004; Karimi, 2006), mantinham fixo o nível de cálcio para todos os tratamentos. Com isso, alguns tratamentos poderiam ser prejudicados por conter relação cálcio:fósforo disponível acima ou abaixo da recomendada. Nestes estudos é possível observar a influência da relação cálcio:fósforo na exigência de fósforo, devido a amplitude na relação cálcio:fósforo para cada tratamento.

Runho et al. (2001) ao determinar a exigência de fósforo para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, utilizaram 6 níveis de fósforo disponível (variando de 0,15 a 0,65%) e apenas um nível de cálcio (1,002%) e verificaram que os níveis de 0,15 e 0,25% de fósforo disponível, além de deficientes em fósforo, apresentaram relação cálcio:fósforo disponível muito superior a 2:1, o que pode ter contribuído para os piores resultados de desempenho e características ósseas encontrados nestes tratamentos, evidenciando que o excesso de cálcio na dieta pode diminuir a absorção do fósforo.

Além do cálcio e dos níveis de fitase, a vitamina D também interfere na utilização do fósforo fítico. Portanto novos estudos tendem a considerar estes fatores na determinação dos melhores níveis destes nutrientes e de fitase a ser fornecidos para as aves.

Liem et al. (2009) estudaram como o cálcio, a vitamina D e a fitase interagem afetando a utilização do fósforo fítico em frangos de corte. A maior retenção de fósforo ocorreu quando as aves foram alimentadas com baixo nível de cálcio (0,6%) e alto nível de fitase e vitamina D. De acordo com os autores, o baixo nível de cálcio permite que as aves utilizem melhor a fitase, enquanto alto nível de vitamina D aumenta a absorção de cálcio, fazendo com que as aves tenham cálcio suficiente.

A temperatura ambiental pode alterar o metabolismo das aves, podendo, portanto interferir nas exigências de fósforo. O estresse causado por temperaturas elevadas tem resultado em menor ganho de peso, pior conversão alimentar e maior taxa de mortalidade de frangos de corte (Al-Fataftah & Abu-Dieyeh, 2007). Aves criadas sob altas temperaturas apresentam diminuição do tamanho do trato gastrointestinal, maior consumo de água, o que acarreta aumento da taxa de passagem e reduz a capacidade de absorção dos nutrientes. O estresse por calor tem sido associado com a diminuição do consumo de ração, ganho de peso, retenção de nitrogênio, digestibilidade dos nutrientes e retenção mineral (Bonnet et al., 1997). Desta forma, aves criadas em ambientes com alta temperatura podem ser menos

eficientes na utilização de fósforo. Bonnet et al. (1997) verificaram que frangos (38 a 42 dias de idade) apresentaram menor retenção de minerais quando criados sob alta temperatura (32°C).

Persia et al. (2003) avaliaram a interação entre temperatura ambiente (25 ou 37 °C) para frangos de corte com a idade de 8 a 22 dias alimentados com diferentes níveis de fósforo não fítico. Houve interação entre temperatura e níveis de fósforo na dieta, onde frangos alojados à 25°C apresentaram melhor ganho de peso, consumo de ração, e a eficiência alimentar com todos os níveis crescentes de fósforo, enquanto que aqueles alojados à 37°C não apresentaram melhora no crescimento ou na eficiência alimentar com dieta acima de 0,3% de fósforo. Com esses resultados sugere-se que o estresse por calor crônico resulta em redução da exigência de fósforo dos frangos de corte em crescimento. Esta redução provavelmente se deve ao fato do estresse por calor ter causado crescimento limitado, levando a menor exigência de fósforo. Estes autores também avaliaram os efeitos do calor agudo em diferentes linhagens de frangos de 22 dias de idade que haviam sido alimentados com diferentes níveis de fósforo e concluíram que o estresse por calor crônico reduz a exigência de fósforo de frangos (7 a 21 dias de idade), pois a taxa de crescimento é diminuída. No entanto, severa restrição de fósforo alimentar (0,2%) aumenta a mortalidade em frangos mais velhos (22 dias). Este aumento da mortalidade ou estresse devido à deficiência de fósforo pode ser reduzido ou eliminado com a suplementação de 0,3% de fósforo na dieta.

### **Deficiência ou excesso do fósforo**

A deficiência de fósforo em frangos de corte causa problemas ósseos, aumenta a incidência de discondroplasia tibial, raquitismo e crescimento lento. Em aves de postura pode ocorrer menor produção de ovos, diminuição da eclodibilidade, da densidade e espessura da casca dos ovos.

Gomes et al. (2004) verificaram que o excesso de fósforo disponível da dieta reduziu o ganho de peso, de frangos de corte machos e fêmeas, porém não houve diferenças no consumo de ração. Shafey & McDonald (1991) constataram que o excesso de fósforo e cálcio na dieta pode reduzir o desempenho das aves, em função de diminuição na digestibilidade da maioria dos aminoácidos da dieta. Estes minerais

em excesso também podem formar complexos insolúveis no trato digestivo do animal, tornando-os indisponíveis.

Runho et al. (2001) observaram que tanto a deficiência quanto o excesso de fósforo disponível foram prejudiciais para o desenvolvimento dos frangos de 1 a 21 dias de idade. A deficiência de fósforo pode causar redução no desempenho das aves pela diminuição no consumo de ração, e segundo estes autores há severa redução na síntese e liberação de hormônios de crescimento e hormônios da tireóide, principalmente T3. Segundo Karimi (2006), os efeitos da alimentação deficiente em fósforo se tornam mais evidentes depois dos 21 dias de idade. No entanto, alguns autores têm estudado a capacidade das aves de se adaptarem à deficiência moderada do fósforo na dieta. Yan et al. (2005a) verificaram que frangos de corte alimentados com dietas deficientes em fósforo disponível e cálcio adaptam-se à restrição do nutriente pelo aumento da absorção aparente e hidrólise do fósforo fítico, o que diminui a excreção do nutriente restrito.

### **Mineralização óssea**

A matriz mineral óssea é composta predominantemente por cálcio e fósforo, na forma de hidroxiapatita, que constitui de a 60 a 70% do peso do osso e fornece rigidez e resistência ao osso. Assim, os ossos geralmente são utilizados como indicadores da quantidade de minerais das rações de frangos de corte. Deficiências de minerais podem resultar em ossos fracos e quebra durante o processamento das aves, gerando prejuízos econômicos.

Yan et al. (2005b) citam que a tíbia é o osso de mais rápido crescimento no organismo e muito sensível às deficiências de cálcio e fósforo, sendo utilizado nos estudos para determinação da exigência destes minerais.

Alguns métodos podem ser utilizados para a avaliação da mineralização óssea. De acordo com Onyango et al. (2003) o teor de cinzas nos ossos, conteúdo mineral nos ossos e a densimetria óssea são mais sensíveis do que força de cisalhamento, como indicadores de cálcio e fósforo na dieta de frangos de corte. O método de força de cisalhamento, ou resistência a quebra tem sido criticado por ser susceptível a variações, como métodos de armazenamento dos ossos, local em que o corte é feito, aparelho utilizado para medição. Segundo Barreiro et al. (2009) a

densiometria óssea pode substituir a determinação da porcentagem de minerais e cinzas ósseas, devido seu alto grau de correlação.

Fernandez (1995a), conduzindo estudos com cálcio e fósforo radioativo, observou que a deposição óssea mantém constante e independente do nível de ingestão destes minerais. De fato, Maia (2009) verificou que a relação cálcio:fósforo nos ossos não foi afetada por diferentes níveis de fósforo utilizados nas rações. Fernandez (1995a) verificou que a reabsorção óssea diminui com o aumento da ingestão de Ca e P, assim, o aumento da quantidade destes minerais que entra no sistema sanguíneo pelo aumento da absorção é compensado pela redução da quantidade de minerais provenientes da reabsorção óssea. Este autor em outro estudo (Fernandez, 1995b) concluiu que o aumento do consumo de cálcio e de fósforo não altera a quantidade acrescida destes minerais no osso, por outro lado, quanto maior o consumo, menor a reabsorção óssea, acarretando no balanço final maior quantidade destes minerais no osso dos suínos alimentados com a maior quantidade de minerais.

Os frangos de corte vêm sendo selecionados para a deposição de carne, principalmente cortes nobres, e de acordo com Talaty et al. (2009), as linhas puras de frangos de corte expressam grandes diferenças nas características ósseas, sugerindo a possibilidade de selecionar geneticamente as aves para melhoria destas características. Durante processamento das aves, um aumento na incidência de ossos quebrados causa acúmulo de fragmentos de músculo esquelético e é devido à maior porosidade e fragilidade óssea (Talaty et al., 2010).

### **Exigência de cálcio e fósforo disponível**

O NRC (1994) recomenda a utilização de 1% de cálcio e 0,45% de fósforo disponível para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade e 0,9 % de cálcio e 0,35% de fósforo disponível para frangos de 21 a 42 dias de idade, para ambos os sexos.

Rostagno et al. (2005) citam diferentes exigências para frangos de corte machos e fêmeas. Para frangos de corte machos de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 33, 34 a 42 e 43 a 46 dias de idade, os autores recomendam a utilização de 0,47; 0,442; 0,411; 0,380 e 0,363% de fósforo disponível. Para frangos de corte fêmeas de 1 a 7, 8 a 21, 22 a 33, 34 a 42 e 43 a 46 dias de idade, os níveis de fósforo disponível

recomendados são 0,444; 0,418; 0,385; 0,356 e 0,339 %. Estes autores citam que a relação cálcio:fósforo disponível na ração deve ser mantida em 2:1.

Estudos recentes realizados com o intuito de se determinar as exigências nutricionais de fósforo indicam que a exigência dos frangos pode estar superestimada nas tabelas do NRC (1994) e de Rostagno et al. (2005). É possível que os níveis de cálcio utilizados nos experimentos de exigências de fósforo estejam acima daquele exigido pelo animal, acarretando em elevados valores de exigência de fósforo.

Rama Rao et al. (2006) concluíram que os níveis 0,6% de cálcio e 0,375% de fósforo disponível são adequados para frangos de corte de 1 a 42 dias de idade. Driver et al. (2005) verificaram que 0,625% de cálcio foi suficiente para otimizar o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos de corte.

Muniz et al. (2007) estudaram a redução no nível de cálcio para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 28 dias de idade. Os autores verificaram que 0,75% de cálcio proporcionou desempenho, mineralização óssea e retenção de cálcio satisfatórios, utilizando 0,48% de fósforo disponível.

Yan et al. (2001) citam que na ausência de fitase, 0,33, 0,186, e 0,163% de fósforo disponível são necessários para otimizar teor de cinzas da tíbia, o ganho de peso, e conversão alimentar, respectivamente, de frangos de corte machos de 21 a 42 dias de idade.

Dandhu & Angel (2003) recomendam, para frangos de corte machos de 32 a 42 dias de idade,  $0,20 \pm 0,01\%$  de fósforo disponível; e para frangos de 42 a 49 dias,  $0,16 \pm 0,02\%$  de fósforo disponível.

A maioria dos trabalhos realizados com o objetivo de determinar a exigência de fósforo disponível tem sido conduzida com frangos de corte machos, enquanto os dados para frangos de corte fêmeas são escassos, sendo, portanto necessárias novas pesquisas utilizando-se frangos de corte fêmeas.

### **Relação entre cálcio e fósforo**

O cálcio exerce influência sobre o metabolismo do fósforo, e desta forma, pode-se inferir que a exigência nutricional de fósforo é influenciada pelo nível de cálcio na dieta. O aumento na concentração de cálcio na ração limita a retenção de fósforo no organismo, prejudicando o desempenho animal. Entretanto, o cálcio é um

mineral importante que deve ser fornecido aos animais, não apresentando apenas efeitos prejudiciais. Desta forma, os nutricionistas devem considerar a relação entre estes minerais na dieta, e não apenas seus níveis absolutos. Este fato foi comprovado por Rama Rao et al. (2006) que encontraram desempenho e teor de minerais no osso similares em frangos alimentados com 6 gramas de cálcio e 3 gramas de fósforo disponível/kg em relação àqueles alimentados com maiores níveis destes minerais na ração (9 gramas de cálcio e 4,5 gramas de fósforo disponível/ kg).

O excesso de cálcio na dieta reduz a absorção do fósforo por formar complexos insolúveis no lúmen intestinal, prejudicando a mineralização óssea. Alguns autores afirmam que a redução do consumo causada por altos níveis de cálcio associados a baixos níveis de fósforo na dieta, é responsável pela piora no desempenho e na mineralização óssea das aves. Hurwitz et al. (1995) realizaram um experimento para avaliar o efeito do fosfato dietético na resposta ao excesso de cálcio para frangos de corte e verificaram que a supressão de cinzas nos ossos causada pelo alto nível de cálcio dietético foi prevenida pela adição de fósforo inorgânico na dieta. Estes mesmos autores também verificaram que a hipercalcemia foi evitada quando se utilizou altos níveis de fósforo na dieta.

Xie et al. (2009) confirmam a importância de se considerar os teores de cálcio e fósforo simultaneamente quando se avalia as exigências destes dois minerais. Estes autores verificaram que a interação entre o cálcio e fósforo não fítico influenciou significativamente o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar e as cinzas da tíbia de patinhos de 1 a 14 dias de idade, mas os efeitos isolados destes dois minerais sobre estes parâmetros, exceto de cinzas não foram significativos. O ganho de peso, o consumo e teor de cinzas na tíbia diminuíram quando se aumentou o cálcio dietético no nível mais baixo de fósforo não fítico, mas esses efeitos adversos foram atenuados ou revertidos aumentando-se o nível de fósforo na dieta.

Al-Masri (1995) estudou a influencia da relação cálcio:fósforo na ração sobre a absorção e excreção endógena de fósforo em frangos de corte. O autor verificou que o aumento da concentração de cálcio na dieta diminui a absorção de fósforo e o fósforo endógeno excretado. A disponibilidade do fósforo da dieta diminuiu com a maior relação cálcio:fósforo na ração, sendo de 66, 57, 32 e 30 % para as seguintes relações cálcio:fósforo: 1:1; 1,5:1; 2:1 e 2,5:1.

Plumstead et al. (2008) estudaram o efeito do cálcio na absorção de fósforo e a relação ótima destes minerais nas rações de frangos de corte. Os autores utilizaram

tratamentos que variavam o nível de cálcio (0,47; 0,70; 0,93 e 1,16%) dentro de cada nível de fósforo fítico (0,28; 0,24 e 0,10%) nas rações. De acordo com estes autores, a digestibilidade aparente pré-cecal do fósforo diminui quando a concentração de cálcio na dieta aumenta e é maior quando as dietas contem baixo teor de fitato. Entretanto, embora baixos níveis de cálcio dietéticos tenham aumentado consistentemente a hidrólise do fitato e a quantidade de fósforo absorvido no intestino, a retenção de fósforo respondeu positivamente ao aumento de cálcio dietético até atingir um platô, onde não ocorreram mais melhorias, indicando que um nível mínimo de cálcio é requerido pelos animais. A relação de cálcio:fósforo disponível, que resultou na maior retenção de fósforo e menor excreção fósforo foi 2,53:1, 2,40:1, 2,34:1 para dietas com 0,28, 0,24, e 0,10% fósforo fítico, respectivamente, ou seja, quanto menores os teores de fitato, menor a relação de cálcio: fósforo necessária.

De acordo com Plumstead et al. (2008) o efeito negativo do cálcio sobre a digestibilidade aparente do fósforo no intestino se dá através de 2 mecanismos. Primeiro, as concentrações elevadas de cálcio na dieta aumentam a formação de complexos insolúveis cálcio-fitato, reduzindo a hidrólise do fósforo fítico. Em segundo lugar, o excesso de cálcio em relação ao fósforo inorgânico aumenta a formação de precipitados inorgânicos cálcio-fósforo, que diminui as concentrações das formas solúveis de fósforo no lúmen intestinal e sua digestibilidade. Além desses mecanismos, a presença do cálcio no lúmen intestinal pode aumentar o pH do meio alterando a solubilidade dos minerais, tornando-os indisponíveis para absorção e também o efeito direto do cálcio competindo pelo sítio ativo da fitase pode diminuir a disponibilidade do fósforo. O cálcio afeta negativamente a eficiência da fitase pela formação do complexo cálcio-fitato, que é insolúvel. Deve-se ressaltar que a influência do cálcio sobre a atividade da fitase pode variar, dependendo da fitase utilizada, as quais possuem diferentes pH ótimo de atividade, como foi encontrado por Tamim et al. (2004). Estes mesmos autores demonstraram que frangos de corte foram capazes de hidrolisar 69,2% do fósforo fítico quando não foi adicionado cálcio da dieta. Entretanto, quando se adicionou 0,5% de  $\text{CaCO}_3$ , a hidrólise foi reduzida para 25,4%, em rações a base de milho e farelo de soja. Desta forma pode-se concluir pelo efeito negativo do cálcio na hidrólise do fósforo fítico.

A formação do complexo cálcio-fitato é influenciado pelo do pH intestinal (Selle et al. 2009). O pH influencia na solubilidade deste composto, sendo que  $\text{pH} =$

5 favorece a formação do complexo. O cálcio aumenta o pH da digesta, portanto, cálcio adicionado como calcário tem o potencial de aumentar formação do complexo insolúvel cálcio-fitado e prejudicar a absorção destes minerais.

Além dos efeitos verificados no lúmen intestinal, as concentrações dietéticas destes minerais também têm efeitos após serem absorvidos. Williams et al. (2000) verificaram que elevadas concentrações de fósforo disponível na dieta resulta em redução da concentração de cálcio ionizado. A forma do cálcio ionizado é importante para processos fisiológicos tais como contração muscular, coagulação sanguínea, condução de sinais nervosos. Osteocalcina diminui com alta concentração de cálcio e aumenta com a alta concentração de fósforo. Os níveis de osteocalcina na circulação têm sido correlacionados à formação e ao crescimento ósseo e à elevação do *turnover* ósseo (Oliveira et al., 2006).

Basicamente, baixo nível de cálcio, alto nível de fitase e alto nível de vitamina D são necessários para otimizar a utilização do fósforo fítico em frangos de corte (Liem et al., 2009).

Rostagno et al. (2005) recomendam que a relação cálcio:fósforo disponível para frangos de corte deve ser mantida em 2:1. Relações acima da recomendada tendem a formar fosfato de cálcio, que são complexos insolúveis. Esta hipótese pode ser confirmada pela maior excreção destes minerais nas excretas das aves alimentadas com relações inadequadas (Leytem et al., 2008). De acordo com Rama Rao et al. (2006), o conteúdo de cinzas na tíbia de frangos de corte é máximo quando a relação entre cálcio e fósforo disponível é mantida em 2:1, independente dos níveis desses minerais na dieta. Estes autores verificaram que a excreção de fósforo pelas aves é mínima quando se mantém a relação cálcio:fósforo disponível em 2:1.

O cálcio, apesar de possuir efeitos negativos sobre a digestibilidade do fósforo, quando fornecido em excesso, deve ser fornecido em quantidade suficiente para que não prejudique o desempenho dos animais. Sob níveis de cálcio dietéticos muito baixos, a excreção de fósforo pode ser aumentada, como foi observado por Plumstead et al. (2008), sugerindo que o cálcio foi insuficiente para permitir a incorporação do fósforo nos ossos. Além disso, alguns tipos da enzima fitase responsável pela hidrólise do fósforo fítico possui requerimento específico por cálcio para ser ativada (Powar & Jagannathan, 1982).

Kerovuo et al. (2000) estudaram o efeito do cálcio sobre a atividade da fitase. Os autores verificaram que a atividade enzimática da fitase é prejudicada tanto pelo

alto nível de cálcio quanto pela ausência de cálcio. A inibição desta enzima pela alta concentração de cálcio é provável devido à formação de complexos pouco solúveis de cálcio-fitado. Os autores observaram ainda que a reativação da atividade enzimática ocorre, quando a enzima é incubada com íons bivalentes, sendo o principal deles, o cálcio. O cálcio causa uma mudança de conformação na enzima e confere-lhe termoestabilidade. O mecanismo pelo qual o cálcio modula a atividade da enzima não está elucidado, podendo integrar parte do sítio ativo ou ser um fator alostérico exigido para a conformação ativa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

AL-FATAFATAH, AR. A.; ABU-DIEYEH, Z.H.M. Effect of chronic heat stress on broiler performance in Jordan. **International Journal of Poultry Science**, v.6, n.1, p.64-70, 2007.

BONNET, S.; GERAERT, P.A.; LESSIRE, M.; et al. Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. **Poultry Science**, v.76, p.857–863, 1997.

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, 2009.

BRONNER, F. & PANSU, D. Nutritional Aspects of Calcium Absorption. **The journal of nutrition**, v.129, p.9–12, 1999.

DHANDU, A.S. & ANGEL, R. Broiler nonphytin phosphorus requirement in the finisher and withdrawal phases of a commercial four-phase feeding system. **Poultry Science**, v. 82, p.1257–1265, 2003.

DELL'ISOLA, A.T.P.; VELOSO, J.A.F.; BAIÃO, N.C.; et al. Efeito do óleo de soja em dietas com diferentes níveis de cálcio sobre a absorção e retenção óssea de cálcio e de fósforo em frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.55 n.4 Aug, 2003.

DRIVER, J.P.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I.; et al. Calcium requirements of the modern broiler chicken as influenced by dietary protein and age. **Poultry Science**, v.84, p.1629–1639, 2005.

FERNANDEZ, J.A. Calcium and Simultaneous phosphorus metabolism in growing pigs. II. radio-calcium and radio phosphorus kinetics. **Livestock Production Science**, v. 41, p.243-254, ( 1995a)

FERNANDEZ, J.A. Calcium and phosphorus metabolism in growing pigs.III. A model resolution. **Livestock Production Science**, v.41, p. 255-261, ( 1995b)

GOMES, P.C.; RUNHO, R.C.; D'AGOSTINI, P.; et al. 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).

GRÜDTNER, V.S.; PEDRO WEINGRILL, P.; FERNANDES, A.L. Aspectos da absorção no metabolismo do cálcio e vitamina D. **Rev. Bras. Reumatol.**, v.37, n.3, Mai/Jun, 1997.

GUÉGUEN, L., POINTILLART, A. The bioavailability of dietary calcium. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 19, n. 2, p.119–136, 2000.

HURWITZ, S.; PLAVNIK, I.; SHAPIRO, A.; et al. Calcium metabolism and requirements of chickens are affected by growth. **The Journal of Nutrition**, v.125, p.2679-2686, 1995.

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

KEROVUO,J.; LAPPALAINEN, I.; REINIKAINEN, T. The metal dependence of bacillus subtilis phytase. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.268, p. 365–369, 2000.

LESKE, K.L., & COON, C.N. A bioassay to determine the effect of phytase on phytate phosphorus hydrolysis and total phosphorus retention of feed ingredients as determined with broilers and laying hens. **Poultry Science**, v.78, p.1151–1157, 1999.

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.

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 .

MAIA, A.P.A. **Níveis de Fósforo Disponível para Frangos de Corte dos 8 aos 42 dias de idade Mantidos em Diferentes Ambientes Térmicos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa –UFV, 88p., 2009.

MANANGI, M.K. & CONN, C.N. Phytate Phosphorus Hydrolysis in Broilers in Response to Dietary Phytase, Calcium, and Phosphorus Concentrations. **Poultry Science**, v.87, p.1577–1586, 2008.

McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. 1st edn. Academic press, London 1992. 524 pp. Hardback, ISBN 0-12-483369-1 .

MUNIZ, E.B.; ARUDA, A.M.V.; FASSANI, E.J.; et al. Redução do nível de cálcio dietético para frangos de corte na fase inicial de crescimento. **Caatinga**, v.20, n.3, p.58-69, julho/setembro, 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutritional Energetics of Domestic Animals and Glossary of Energy Terms**. 2.ed.Washington: National Academy Press 1981. 54p.

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.

ONYANGO, E.M.; HESTER, P.Y.; STROSHINE, R.; et al. Bone Densitometry as an Indicator of Percentage Tibia Ash in Broiler Chicks Fed Varying Dietary Calcium and Phosphorus Levels. **Poultry Science**, v.82, p.1787–1791, 2003.

PERSIA, M.E.; PARSONS, C.M.; KOELKEBECK, K.W. Interrelationship Between Environmental Temperature and Dietary Nonphytate Phosphorus in Chicks. **Poultry Science**, v. 82, p1616–1623, 2003.

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**, Sept., v.151, n.3, p. 1102-1108, 1982.

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.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV. 186p., 2005.

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., p.187-196, 2001.

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. **Br Poult Sci.**, Jul; v.32, n.3, p.535-44, 1991.

SUMMERS, J.D. Precision phosphorus nutrition. **Journal Applied Poultry Research**, v.6, p.495-500, 1997.

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. **Ciênc. agrotec.**, Lavras. v.26, n.6, p.1313-1321, nov./dez., 2002.

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.

STEINER, T.; MOSENTHIN, R.; ZIMMERMANN, B.; et al. Distribution of phytase activity, total phosphorus and phytate phosphorus in legume seeds, cereals and cereal by-products as influenced by harvest year and cultivar. **Animal Feed Science and Technology**, v.133, p.320–334, 2007.

TALATY, P.N.,; KATANBAF, M.N.; HESTER, P.W. Variability in bone mineralization among purebred lines of meat-type chickens. **Poultry Science**, v.88, p.1963-1974, 2009.

TALATY, P.N., KATANBAF, M.N., HESTER, P.Y. Bone mineralization in male commercial broilers and its relationship to gait score. **Poultry Science**, v.89, p.342–348, 2010.

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.

UNDERWOOD, E.J. & SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3.ed. New York: CAB International, 1999. 614p.

WALDROUP, P.W. Nutritional approaches to reducing phosphorus excretion by poultry. **Poultry Science**, v.78, p.683–691, 1999.

WILLIAMS, B.; WADDINGTON, D.; SOLOMON, S.; 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.

YAN, F.; KERSEY, J. H.; WALDROUP, P. W. Phosphorus requirements of broiler chicks three to six weeks of age as influenced by phytase supplementation. **Poultry Science**, v. 80, p.455–459, 2001.

YAN, F.; KERSEY, J.H.; FRITTS, C.A.; et al. Phosphorus requirements of broiler chicks six to nine weeks of age as influenced by phytase supplementation. **Poultry Science**, v.82, p.294–300, 2003.

YAN, F.; ANGEL, R.; ASHWELL, C.; et al. Evaluation of the broiler's ability to adapt to an early moderate deficiency of phosphorus and calcium. **Poultry Science**, v. 84, p.1232–1241, 2005a.

YAN, F.; KEEN, C.A.; ZHANG, K.Y.; et al. Comparison of Methods to Evaluate Bone Mineralization. **J. Appl. Poult. Res.**, v.14, p.492–498, 2005b.

XIE, M.; WANG, S.X.; HOU, S.S.; 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.

## CAPÍTULO 1

### EXIGÊNCIA DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS E FÊMEAS DE 1 A 10 DIAS DE IDADE

**RESUMO-** Foram realizados dois experimentos na Universidade Federal de Viçosa, para determinação da exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas, com 1 a 10 dias de idade mantendo-se a relação cálcio:fósforo disponível em 2:1. Em cada experimento foram utilizadas 480 aves, da linhagem Cobb, distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso, com 6 tratamentos, 8 repetições e 10 aves por unidade experimental. Os níveis de cálcio (Ca) e fósforo disponível (Pd), de acordo com cada tratamento, foram respectivamente: 0,400 e 0,200; 0,540 e 0,270; 0,680 e 0,340; 0,820 e 0,410; 0,960 e 0,480; 1,100 e 0,550. Os parâmetros avaliados foram ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos. O ganho de peso dos frangos machos aumentou de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) até o nível de 0,440% de Pd, a conversão alimentar melhorou de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) até o nível de 0,480% de Pd e o consumo de ração não foi afetado pelos níveis de Pd e Ca na ração ( $P > 0,05$ ). Os teores de cinzas em percentagem e em gramas da tíbia dos frangos machos aumentaram de forma quadrática ( $P < 0,01$ ) até os respectivos níveis de 0,481% e 0,520% de Pd; o teor de cálcio em percentagem e em gramas foram influenciados pelos níveis de Pd na ração ( $P < 0,01$ ) sendo maximizados com 0,389% e 0,397% de Pd, respectivamente; os teores de fósforo em percentagem e em gramas aumentaram de forma linear ( $P < 0,01$ ) de acordo com o aumento dos níveis de Pd na ração. Os níveis de Pd influenciaram o ganho de peso ( $P < 0,08$ ) e a conversão alimentar ( $P < 0,05$ ) das fêmeas, que foram melhores com 0,330% e 0,458% de Pd respectivamente; o consumo de ração não diferiu entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ). Para as fêmeas, observou-se que o teor de cinzas em percentagem e em gramas da tíbia aumentaram ( $P < 0,01$ ), respectivamente, até os níveis de 0,438% e 0,437%; os teores de cálcio em percentagem ( $P < 0,05$ ) e em gramas ( $P < 0,01$ ) aumentaram até atingir um platô, sendo maximizados com os níveis de 0,458% e 0,441% de Pd; a percentagem de fósforo da tíbia aumentou de forma linear ( $P < 0,01$ ), e o teor de fósforo em gramas foi máximo com 0,447% de Pd na ração ( $P < 0,01$ ). Para frangos de corte machos de 1 a 10 dias de idade, recomenda-se

a utilização de 0,482% de fósforo disponível e 0,964% de cálcio na ração, correspondendo ao consumo de 6,29 mg Pd/g ganho de peso e 12,58 mg Ca/g ganho de peso. Para frangos de corte fêmeas de 1 a 10 dias de idade, recomenda-se a utilização de 0,459% de fósforo disponível e 0,918% de cálcio na ração correspondendo ao consumo de 6,27mg Pd/ ganho de peso e 12,55 mg Ca/g ganho de peso.

## INTRODUÇÃO

Devido à competitividade da indústria avícola, buscar meios de produção cada vez mais econômicos torna-se importante, sendo que pequenas melhorias nas práticas de produção pode resultar em lucros substanciais quando multiplicada pelo grande volume produzido pelas empresas avícolas.

A utilização do programa de alimentação por fases para frangos de corte visa maximizar o desempenho das aves, baseando-se na premissa de que as exigências nutricionais dos animais mudam com a idade. Para que este manejo seja implementado, é necessário, portanto, o conhecimento das exigências nutricionais das aves em suas várias fases de criação.

O tecido ósseo das aves é um fator muito importante para a indústria, pois o seu desenvolvimento adequado reduz a condenação de carcaças devido à quebra dos ossos. O suprimento de quantidades adequadas de cálcio e fósforo nas rações permite a integridade do tecido ósseo reduzindo os problemas de pernas, como raquitismo e discondroplasia em frangos de corte.

Além de participar da formação do sistema esquelético, o fósforo constitui parte da estrutura dos ácidos nucleicos, dos fosfolipídios, das membranas celulares, contribui para a manutenção do equilíbrio ácido-básico do organismo e para a transferência de energia. Portanto, é evidente que o fornecimento de quantidades adequadas deste mineral nas rações é um fator imprescindível para o adequado desenvolvimento das aves.

A maior parte do fósforo contido nos alimentos de origem vegetal, utilizados nas rações, apresenta-se ligado ao fitato, podendo se tornar indisponível para o animal. Por isso, a exigência de fósforo é baseada no conceito de fósforo disponível, que, segundo Rostagno et al. (2005) corresponde a 33% do fósforo total dos alimentos vegetais.

A quantidade de fósforo exigida pelas aves pode ser afetada pela sua idade, pelo potencial genético, pelo ambiente, nível de cálcio e vitamina D das rações, utilização de fitase, entre outros fatores. Rostagno et al. (2005) recomendam 0,470% e 0,444% de fósforo disponível, respectivamente para frangos de corte machos e fêmeas, de 1 a 7 dias de idade.

O cálcio exerce importante influência sobre a exigência de fósforo. O excesso de cálcio na dieta reduz a absorção do fósforo, aumentando a exigência do mesmo. Por outro lado, níveis insuficientes de cálcio para a adequada mineralização óssea, resultam em maior excreção do fósforo. Desta forma, a relação entre estes minerais deve ser considerada nos estudos sobre exigências de fósforo.

Este experimento foi realizado para se determinar as exigências de fósforo disponível, para frangos de corte machos e fêmeas, de 1 a 10 dias de idade, mantendo a relação Ca:Pd igual a 2:1.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa no período de 16 a 26 de novembro de 2007, sendo um experimento com frangos de corte machos e outro com frangos de corte fêmeas, na fase de 1 a 10 dias de idade.

As aves foram adquiridas com um dia de idade, sendo da linhagem Cobb, com peso médio inicial de  $49,00 \pm 0,19$  e  $46,98 \pm 0,23$  gramas, respectivamente para machos e fêmeas. Em cada experimento foram utilizadas 480 aves.

Os experimentos foram realizados com as aves de 1 a 10 dias de idade, totalizando dez dias de período experimental. As aves foram manejadas de acordo com o manual da linhagem. O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz (natural + artificial). Em cada boxe foi colocada uma lâmpada infravermelha, com altura regulável, para aquecimento dos pintinhos.

Em ambos os experimentos o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com 6 tratamentos e 8 repetições sendo a unidade experimental representada pelo boxe com 10 aves.

Os tratamentos consistiram de rações com diferentes níveis de fósforo disponível (Pd) e de cálcio (Ca), e a relação Ca: Pd mantida igual para todos os tratamentos. A relação utilizada foi a de 2:1, segundo recomendações de Rostagno et al. (2005).

Os níveis de Ca e de Pd utilizados em cada tratamento para frangos de corte machos e fêmeas estão apresentados na Tabela 1.

As exigências nutricionais das aves utilizadas para formulação das rações experimentais foram baseadas nas recomendações de Rostagno et al. (2005), exceto o fósforo disponível e o cálcio.

Tabela 1- Níveis de Ca e Pd utilizados em cada tratamento

Tratamentos	Ca (%)	Pd (%)	Relação Ca: Pd
1	0,400	0,200	2:1
2	0,540	0,270	2:1
3	0,680	0,340	2:1
4	0,820	0,410	2:1
5	0,960	0,480	2:1
6	1,100	0,550	2:1

As rações foram formuladas a base de milho e farelo de soja e suplementadas com fosfato bicálcico e com calcáreo, em substituição à areia, que foi utilizada como material inerte. O fósforo disponível foi considerado como 33% do fósforo total, como descrito por Rostagno et al. (2005). As rações experimentais estão apresentadas na Tabela 2.

A ração e a água foram fornecidas a vontade durante todo o período experimental.

Durante o período experimental as temperaturas internas do galpão, mínima e máxima, foram respectivamente, 22 e 31°C. Os dados de temperatura diários estão apresentados na Tabela 1A (Apêndice).

Os parâmetros avaliados foram ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos.

Para determinação dos teores de cinzas, fósforo e cálcio nos ossos, 3 aves de cada unidade experimental foram abatidas ao término do experimento para a retirada da tíbia. As tíbias foram desengorduradas, secas e moídas para posterior análise.

A mortalidade foi anotada diariamente para as correções de consumo de ração e conversão alimentar.

As análises químicas e bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

As análises de matéria seca, de cinzas, de cálcio e de fósforo foram realizadas segundo o método descrito em Silva & Queiroz (2002).

Os valores de exigência de fósforo disponível foram estimados utilizando equações de regressão, por intermédio do Sistema de Análises Estatísticas – SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 2007). Os dados foram submetidos à análise de variância com desdobramento dos graus de liberdade em polinômios. Os dados também foram ajustados pelo modelo Linear Response Plateau (LRP). O modelo definido para explicar os dados foi aquele que apresentou menor soma dos quadrados dos desvios (SQD) e maior coeficiente de correlação ( $R^2$ ).

A partir do nível de fósforo disponível, determinou-se a exigência de cálcio, sendo considerada a relação Ca:Pd igual a 2:1.

Tabela 2- Composição das rações experimentais para frangos de corte machos e fêmeas, com 1 a 10 dias de idade

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	52,201	52,201	52,201	52,201	52,201	52,201
Farelo de Soja	39,702	39,702	39,702	39,702	39,702	39,702
Óleo de soja	2,939	2,939	2,939	2,939	2,939	2,939
Calcáreo	0,475	0,603	0,732	0,86	0,989	1,117
Fosfato Bicálcico	0,430	0,807	1,185	1,563	1,941	2,319
Sal	0,515	0,515	0,515	0,515	0,515	0,515
Cloreto de colina	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
DL-metionina 99%	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338	0,338
Lisina-HCl 78%	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269	0,269
L-Treonina 98%	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111	0,111
BHT <sup>1</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Premix vitamínico <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Salinomicina 12% <sup>4</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Avilamicina 10% <sup>5</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte (areia)	2,700	2,194	1,688	1,182	0,676	0,169
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Composição calculada</b>						
EM (kcal/kg)	2950	2950	2950	2950	2950	2950
Proteína Bruta (%)	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
<b>Fósforo disponível calculado (%)</b>	<b>0,200</b>	<b>0,270</b>	<b>0,340</b>	<b>0,410</b>	<b>0,480</b>	<b>0,550</b>
Fósforo disponível determinado (%)	0,199	0,269	0,339	0,409	0,479	0,549
<b>Cálcio calculado (%)</b>	<b>0,400</b>	<b>0,540</b>	<b>0,680</b>	<b>0,820</b>	<b>0,960</b>	<b>1,100</b>
Cálcio determinado (%)	0,400	0,540	0,680	0,820	0,960	1,100
Sódio (%)	0,223	0,223	0,223	0,223	0,223	0,223
Lisina dig (%)	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330
Met + cist dig (%)	0,944	0,944	0,944	0,944	0,944	0,944
Treonina dig (%)	0,865	0,865	0,865	0,865	0,865	0,865
Triptofano dig (%)	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254	0,254
Isoleucina dig (%)	0,898	0,898	0,898	0,898	0,898	0,898
Leucina dig (%)	1,785	1,785	1,785	1,785	1,785	1,785
Arginina dig (%)	1,458	1,458	1,458	1,458	1,458	1,458
Valina dig (%)	0,949	0,949	0,949	0,949	0,949	0,949
Histidina dig (%)	0,566	0,566	0,566	0,566	0,566	0,566
Fenil. + Tir. (%)	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750	1,750

<sup>1</sup> Hidroxi-butil-tolueno – Antioxidante

<sup>2</sup> Composição por kg do produto: vit. A, 12.000.000 UI; vit. D3, 2.200.000 UI; vit. E 30.000 UI; vit. B1, 2.200mg; vit B2, 6.000 mg; vit. B6, 3.300mg; ác. pantotênico, 13.000mg; biotina, 110mg; vit. K3, 2.500 mg; ácido fólico, 1.000mg; ácido nicotínico 53.0000 mg; niacina, 25.000 mg; vit. B12, 16.000 µg; selênio, 0,25 g; antioxidante 120.000 mg; e veículo QSP., 1.000g.

<sup>3</sup> Composição por kg do produto: manganês, 75.000 mg; ferro, 20000 mg; zinco, 50.000 mg; cobre, 4.000 mg; cobalto, 200 mg; iodo 1.500 mg e veículo QSP, 1.000 g.

<sup>4</sup> Anticoccidiano

<sup>5</sup> Surmax

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar

Os resultados de ganho de peso, de consumo de ração e de conversão alimentar obtidos com frangos de corte machos de acordo com os níveis de fósforo disponível (Pd) e de cálcio (Ca) na ração estão apresentados na tabela 3.

Os níveis de Pd influenciaram o ganho de peso dos frangos machos, que aumentou de forma quadrática ( $P < 0,05$ ), até o nível estimado de 0,440% de Pd correspondendo ao nível de 0,880% de Ca, Figura 1.

A conversão alimentar dos frangos de corte machos diminuiu, de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) até o nível estimado de 0,480% de Pd correspondendo ao nível de 0,960% de Ca, Figura 2.

Tabela 3- Médias de ganho de peso, de consumo de ração e de conversão alimentar para frangos de corte machos de 1 a 10 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio na ração

Níveis Ca:Pd	Ganho de peso (g)	Consumo ração (g)	Conversão alimentar
0,40:0,20	207,95	295,96	1,424
0,54:0,27	228,80	306,80	1,341
0,68:0,34	226,26	303,07	1,339
0,82:0,41	230,37	303,18	1,317
0,96:0,48	223,38	297,99	1,335
1,10:0,55	230,51	300,25	1,304
Média	224,54	301,21	1,343
CV (%)	4,78	3,71	3,25
	**	**	**
Significância	Q	NS	Q

\*\* nível de 5% de probabilidade

Q – Efeito quadrático , NS - Efeito não significativo

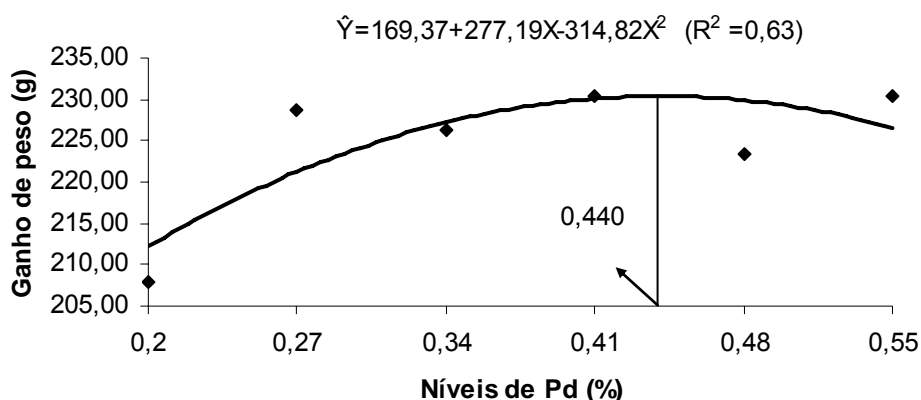


Figura 1 – Ganho de peso (g) de frangos de corte machos de 1 a 10 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

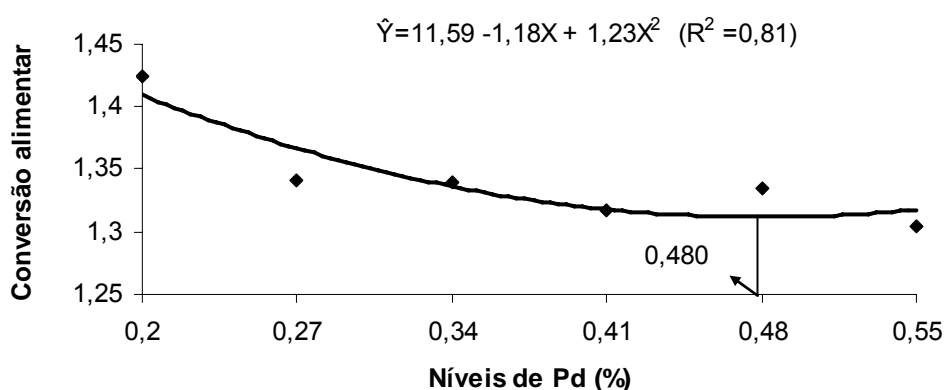


Figura 2 – Conversão alimentar de frangos de corte machos de 1 a 10 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

As respostas quadráticas obtidas para ganho de peso e para conversão alimentar corroboram com a proposição de Runho et al. (2001), que afirmaram que tanto a deficiência quanto o excesso de fósforo disponível são prejudiciais para o desenvolvimento dos frangos de 1 a 21 dias de idade. De acordo com Shafey & McDonald (1991), o excesso de fósforo e de cálcio na ração pode reduzir o desempenho das aves pela diminuição da digestibilidade da maioria dos aminoácidos da dieta.

Queiroz et al. (2008) trabalhando com frangos de corte machos de 1 a 21 dias de idade, também observaram efeito quadrático dos níveis de Pd sobre o desempenho das aves, com valores máximos de consumo de ração e de ganho de peso com a utilização do nível de 0,44% de Pd na ração e melhor conversão alimentar com o nível de 0,45% de Pd. O nível de cálcio utilizado por estes autores foi 0,9%, sendo portanto, semelhante ao 0,880% necessário para otimizar o ganho de peso neste estudo.

Os níveis encontrados de 0,440% e 0,480% de Pd, respectivamente, para ganho de peso e conversão alimentar, foram próximos ao recomendado por Rostagno et al. (2005), de 0,470% para frangos de corte machos, de 1 a 7 dias de idade. Em contrapartida, alguns autores têm sugerido a redução dos níveis de Pd na ração inicial das aves. Laurentiz et al. (2009), verificaram que para frangos de corte machos, na fase de 1 a 7 dias de idade, pode-se utilizar 0,37% de Pd. Fritts & Waldroup (2006) relataram que frangos de corte machos, podem ser alimentados com 0,40% de Pd na fase inicial (1 a 14 dias de idade), sem prejuízos ao desempenho. Da mesma forma, Powell et al. (2008), verificaram que a redução do nível de Pd de 0,43 para 0,38% não causou efeitos negativos no crescimento de frangos na fase inicial (1 a 14 dias de idade). No entanto, a redução dos níveis de fósforo disponível e de cálcio na fase inicial das aves deve ser feita de forma cautelosa, pois o fornecimento de quantidades deficientes destes minerais pode comprometer o desempenho e aumentar o índice de ossos quebrados durante o processamento, causando prejuízos econômicos à indústria avícola. Silva & Pinto (2009) estudando as condenações de carcaças de frangos na indústria frigorífica, verificaram que 2,20% das carcaças foram condenadas, sendo 75,85% da condenação devido à contusão/fratura, totalizando 1,67% de carcaças condenadas por contusão/fratura.

Os efeitos dos níveis de fósforo disponível e de cálcio na ração sobre o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar de frangos de corte fêmeas estão apresentados na tabela 4.

Embora o ganho de peso das fêmeas tenha aumentado de forma quadrática ( $P < 0,08$ ), o modelo Linear Response Plateau (LRP) foi o que melhor se ajustou aos dados, apresentando menor soma dos quadrados dos desvios (SQD) e maior coeficiente de correlação ( $R^2$ ).

Tabela 4- Médias de ganho de peso, de consumo de ração e de conversão alimentar para frangos de corte fêmeas de 1 a 10 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio na ração

Níveis Ca:Pd	Ganho de peso (g)	Consumo ração (g)	Conversão alimentar
0,40:0,20	206,22	288,44	1,399
0,54:0,27	208,58	292,14	1,402
0,68:0,34	207,70	288,10	1,388
0,82:0,41	220,54	292,79	1,327
0,96:0,48	220,43	290,70	1,321
1,10:0,55	211,93	281,10	1,328
Média	212,57	288,88	1,361
CV (%)	4,18	3,70	2,69
	***	**	**
Significância	Q/LRP	NS	LRP

\*\* nível de 5% de probabilidade, \*\*\* nível de 8% de probabilidade

Q – Efeito quadrático, NS - Efeito não significativo, LRP – Linear Response Plateau

De acordo com o modelo LRP, o ganho de peso aumentou até atingir um platô no nível 0,327% Pd correspondendo ao nível de 0,654% de Ca, Figura 3.

Foi observado efeito do nível de Pd da ração sobre a conversão alimentar ( $P < 0,05$ ) das fêmeas, que diminuiu até o nível de 0,459 % de Pd, de acordo com o modelo LRP (Figura 4).

O nível de Pd recomendado por Rostagno et al. (2005) para frangos de corte fêmeas de 1 a 7 dias de idade (0,448%), está entre os níveis obtidos para maximizar o ganho de peso e a conversão alimentar neste estudo (0,327 e 0,459% de Pd).

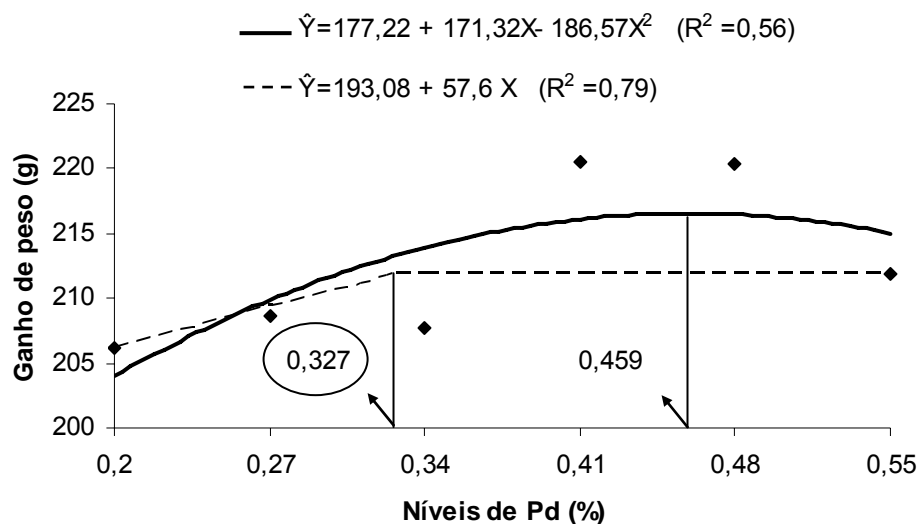


Figura 3 – Ganho de peso (g) de frangos de corte fêmeas de 1 a 10 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível. SQD quadrática= 89,83; SQD LRP = 42,12

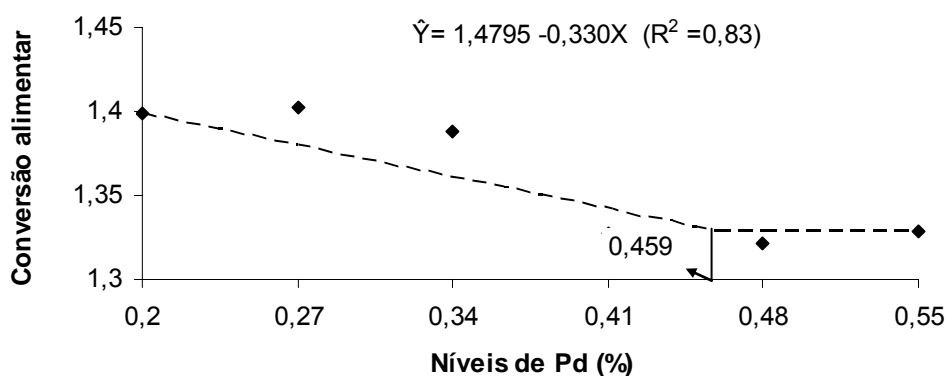


Figura 4 – Conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 1 a 10 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

Os níveis de Pd da ração não influenciaram o consumo de ração dos frangos de corte machos e fêmeas ( $P > 0,05$ ). Concordando com este resultado, Yan et al. (2005) também não verificaram diferenças no consumo de ração, quando variaram os níveis de cálcio e de fósforo, porém mantendo a mesma relação Ca: Pd de 2:1.

O efeito significativo dos níveis de fósforo sobre o consumo de ração relatado por diversos autores (Runho et al., 2001; Viveros et al., 2002; Queiroz et al., 2008; Laurentiz et al., 2009) pode estar relacionado com as relações Ca:Pd utilizadas nas rações experimentais. Verificou-se que estes autores utilizaram diferentes relações para cada tratamento estudado. Quando se utiliza relações Ca:Pd diferentes de 2:1 nas rações, pode ocorrer excesso do fornecimento de um destes minerais acompanhada de deficiência do outro. Estes efeitos foram estudados por Bar et al. (2003), que constataram que a deficiência de cálcio causa hipocalcemia e a deficiência de fósforo causa hipercalcemia e hipofosfatemia.

Lobaugh et al. (1981) estudaram a regulação do apetite pelo cálcio em frangos de corte e concluíram que o apetite pelo cálcio pode ser diminuído pelo aumento das concentrações iônicas de cálcio no sangue (hipercalcemia). As rações utilizadas neste experimento mantiveram a relação Ca:Pd 2:1, portanto, pode-se inferir que não houve hipercalcemia ou hipocalcemia devido ao desbalanceamento desta relação, o que pode ter contribuído para que o consumo de ração não fosse alterado de acordo com os tratamentos.

### **Parâmetros ósseos**

As médias do teor de cinzas, de cálcio e de fósforo na tíbia de frangos de corte machos de 1 a 10 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio na ração estão apresentadas na tabela 5.

Os teores de cinzas em percentagem e em gramas da tíbia dos frangos machos aumentaram de forma quadrática ( $P < 0,01$ ) até os respectivos níveis de 0,481% e 0,520% Pd (Figuras 5 e 6). Queiroz et al. (2008) também verificaram valor alto de exigência de Pd para frangos machos de 1 a 21 dias de idade, com maior mineralização óssea para o maior nível estudado (0,55%).

Tabela 5- Médias do teor de cinzas, de cálcio e de fósforo nos ossos para frangos de corte machos de 1 a 10 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio

Níveis Ca:Pd	Cinzas		Cálcio		Fósforo	
	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(%)
0,40:0,20	41,53	0,181	14,58	0,064	8,23	0,036
0,54:0,27	46,11	0,221	15,49	0,074	8,72	0,042
0,68:0,34	48,29	0,249	16,78	0,087	9,13	0,047
0,82:0,41	50,76	0,274	17,59	0,095	9,66	0,052
0,96:0,48	51,06	0,279	17,17	0,094	10,21	0,056
1,10:0,55	50,57	0,283	17,73	0,099	10,42	0,058
Média	48,05	0,248	16,55	0,085	9,39	0,049
CV (%)	2,74	6,95	3,10	5,85	3,81	6,99
	*	*	*	*	*	*
Significância	Q/LRP	Q/LRP	Q/LRP	Q/LRP	L	L

\* nível de 1% de probabilidade

LRP- Linear Response Plateau, Q – Quadrática, L-Linear

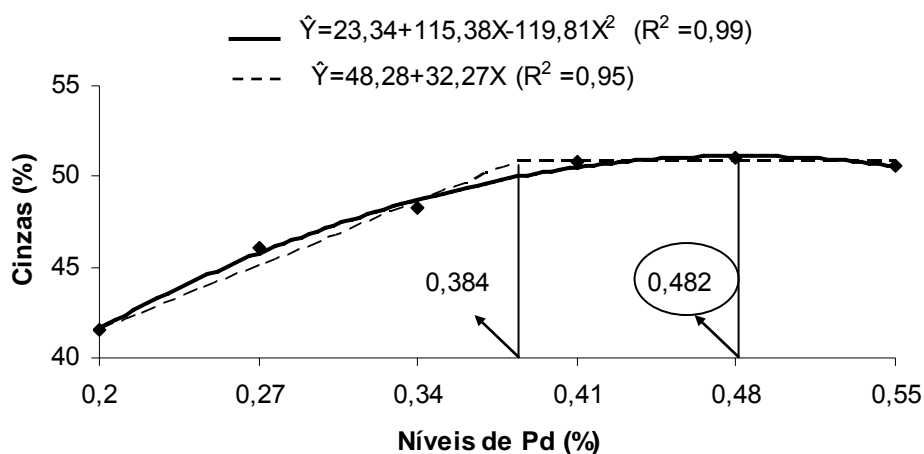


Figura 5 – Cinzas da tíbia (%) de frangos de corte machos de 1 a 10 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível. SQD quadrática = 0,38; SQD LRP =0,96

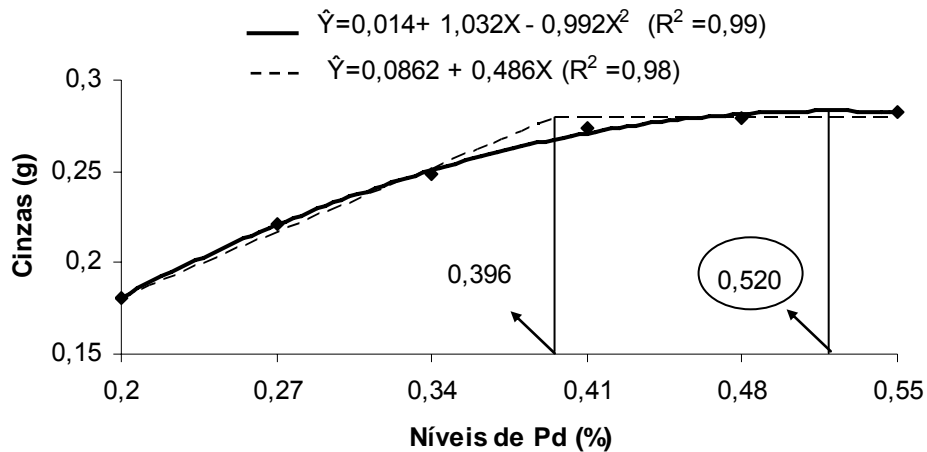


Figura 6 – Cinzas da tibia (g) de frangos de corte machos de 1 a 10 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível. SQD quadrática = 0,00002; SQD LRP =0,00002

Runho et al. (2001), embora utilizando diversas relações Ca:Pd nas rações também observaram efeito quadrático sobre os teores de cinzas e que a exigência para cinzas em percentagem foi menor do que cinzas em gramas (0,516 vs 0,524% Pd).

A porcentagem máxima de cinzas da tibia dos frangos machos obtida pelo modelo quadrático (51,10%) foi superior ao valor obtido por Barreiro et al. (2009) de 43,01%, que utilizaram 0,47% de Pd na ração.

Verificou-se resposta quadrática ( $P<0,01$ ) das variáveis cálcio em percentagem e cálcio em gramas em função dos níveis de Pd na ração. Entretanto, o modelo LRP foi o mais adequado, apresentando menor SQD. De acordo com o modelo LRP, o teor de cálcio em percentagem foi máximo com 0,389% de Pd, e o teor de cálcio em gramas foi máximo com 0,398% de Pd (Figuras 7 e 8).

Os teores de fósforo em percentagem e em gramas aumentaram de forma linear ( $P<0,01$ ) de acordo com o aumento dos níveis de Pd da ração dos frangos de corte machos.

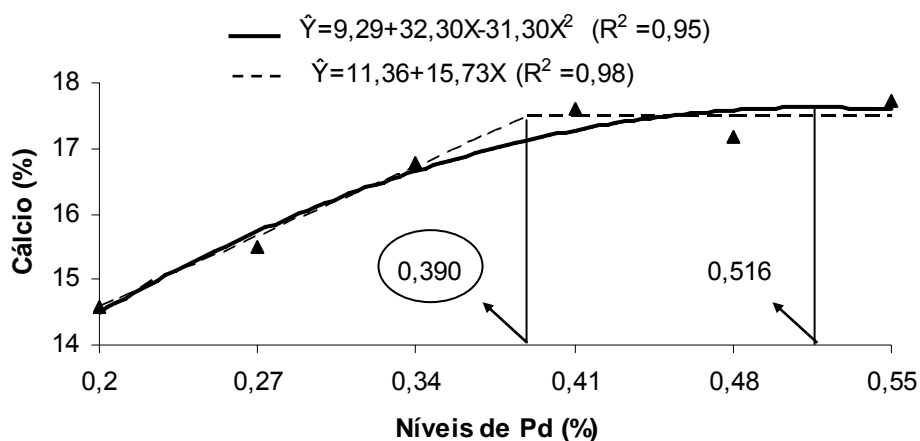


Figura 7 – Cálculo da tibia (%) de frangos de corte machos de 1 a 10 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível. SQD quadrática = 0,369; SQD LRP = 0,192

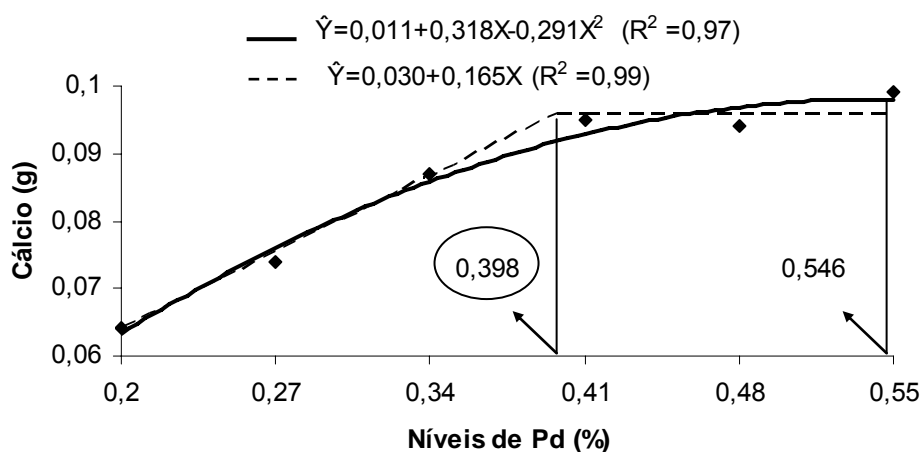


Figura 8 – Cálculo da tibia (g) de frangos de corte machos de 1 a 10 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível. SQD quadrática = 0,00002; SQD LRP = 0,00001

As médias do teor de cinzas, de cálcio e de fósforo na tibia de frangos de corte fêmeas de 1 a 10 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio na ração estão apresentadas na tabela 6.

Tabela 6- Médias do teor de cinzas, cálcio e fósforo nos ossos para frangos de corte fêmeas de 1 a 10 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio

Níveis Ca:Pd	Cinzas		Cálcio		Fósforo	
	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(%)
0,40:0,20	41,44	0,167	14,28	0,057	8,17	0,033
0,54:0,27	45,07	0,199	15,70	0,069	8,78	0,039
0,68:0,34	47,96	0,220	16,55	0,076	9,43	0,043
0,82:0,41	49,28	0,255	16,55	0,086	9,52	0,049
0,96:0,48	50,14	0,259	17,32	0,089	9,82	0,051
1,10:0,55	51,80	0,269	17,59	0,090	10,34	0,053
Média	47,61	0,228	16,33	0,078	9,34	0,045
CV (%)	2,11	4,12	2,89	4,53	3,57	4,35
	*	*	**	*	*	*
Significância	LRP	LRP	LRP	LRP	L	LRP

\* nível de 1% de probabilidade, \*\* nível de 5% de probabilidade  
LRP- Linear Response Plateau, L-Linear

O teor de cinzas em percentagem e em gramas da tíbia dos frangos de corte fêmeas aumentaram, respectivamente, até os níveis de 0,438% e 0,437%, de acordo com o modelo LRP (Figuras 9 e 10). Considerando-se o modelo LRP, Runho et al. (2001) encontraram a exigência de 0,437 e 0,387 % Pd para estas mesmas variáveis, para frangos de corte fêmeas de 1 a 21 dias de idade.

Os teores de cálcio em percentagem e em gramas da tíbia aumentaram até atingir um platô, sendo maximizados com os níveis de 0,458% e 0,441% de Pd, respectivamente (Figuras 11 e 12).

A percentagem de fósforo da tíbia das fêmeas aumentou de forma linear ( $P < 0,01$ ), enquanto que o teor de fósforo em gramas foi máximo com 0,447% de Pd na ração, de acordo com o modelo LRP (Figura 13).

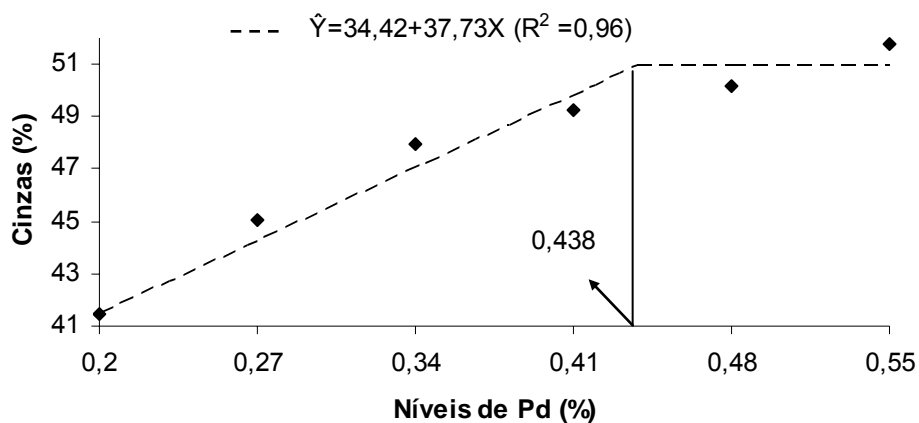


Figura 9 – Cinzas da tibia (%) de frangos de corte fêmeas de 1 a 10 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

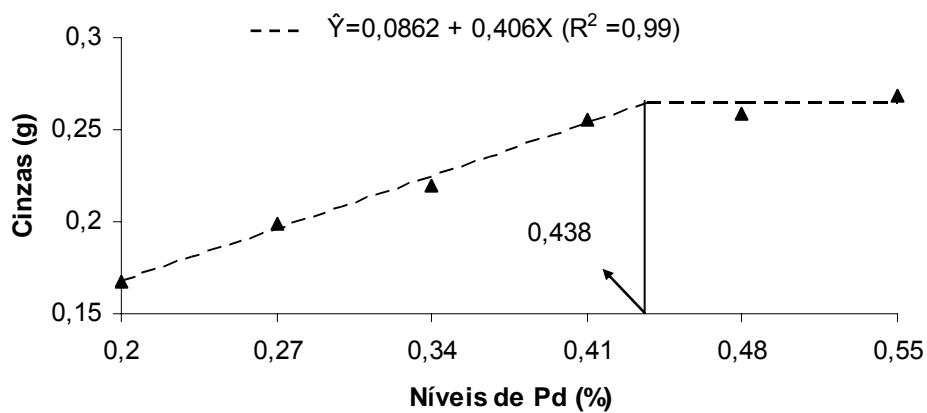


Figura 10 – Cinzas da tibia (g) de frangos de corte fêmeas de 1 a 10 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

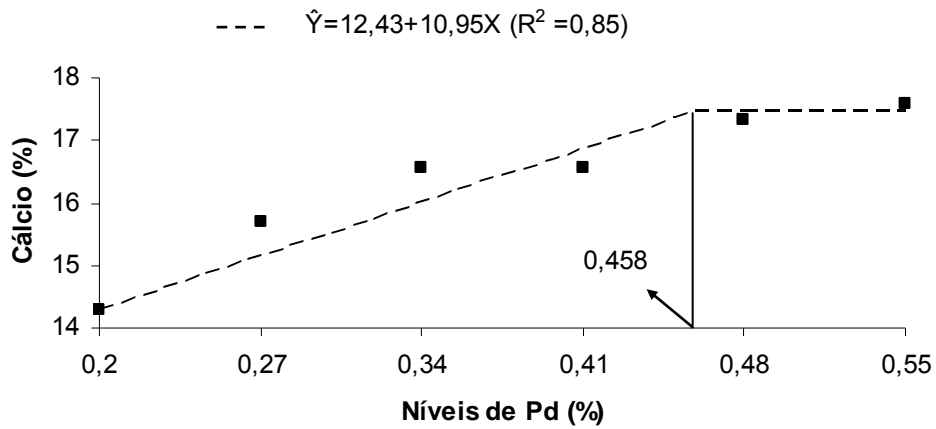


Figura 11 – Cálcio da tíbia (%) de frangos de corte fêmeas de 1 a 10 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

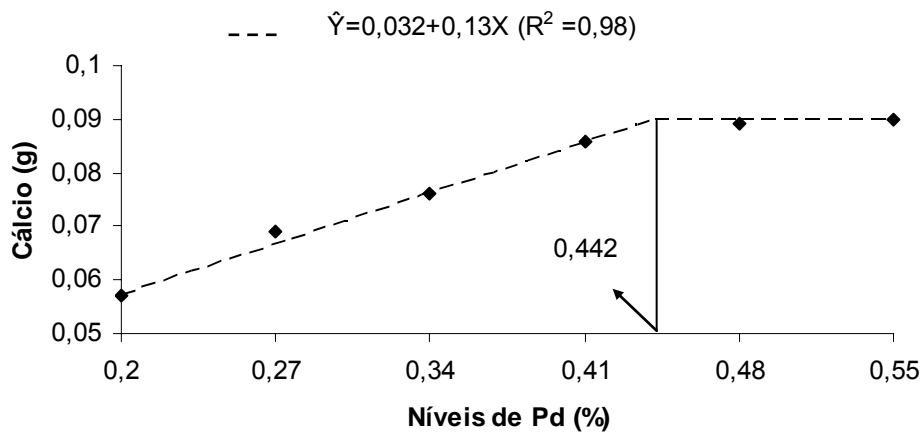


Figura 12 – Cálcio da tíbia (g) de frangos de corte fêmeas de 1 a 10 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

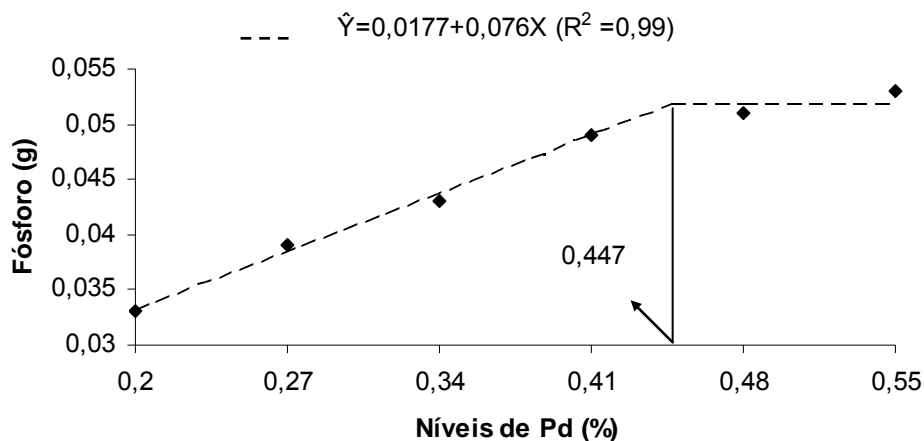


Figura 13 –Fósforo da tíbia (g) de frangos de corte fêmeas de 1 a 10 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

Os valores de exigência de Pd e de Ca para frangos de corte machos e fêmeas, estão apresentados nas tabelas 7 e 8, respectivamente.

O parâmetro ósseo utilizado para determinar a exigência de Pd foi o teor de cinzas da tíbia, considerando-se a importância desta variável, como relatado por Driver et al. (2006), que verificaram correlação negativa entre percentagem de cinzas na tíbia e a quantidade de tíbias e fêmures quebrados durante o processamento. É importante ressaltar que a resistência do osso não é afetada apenas pela quantidade de minerais no osso, mas também pela presença de colágeno, sexo da ave, atividade física e vitamina D (Rath et al., 2000).

Para frangos de corte machos de 1 a 10 dias de idade, os valores de Pd exigidos para maximizar o desempenho e as características ósseas foram, respectivamente, 0,480% e 0,482%, correspondendo a 0,960 e 0,964% de Ca.

Para frangos de corte fêmeas de 1 a 10 dias de idade, os valores de Pd exigidos para maximizar o desempenho e as características ósseas foram, respectivamente, 0,459% e 0,438%, correspondendo a 0,918 e 0,876% de Ca.

Verificou-se que níveis similares de Pd foram exigidos para proporcionar melhores resultados de desempenho e de características ósseas, tanto para machos quanto para as fêmeas. Embora este resultado contrarie as proposições de vários autores, de que maior quantidade de Pd é necessária para maximizar os parâmetros ósseos (Gomes et al., 1994; Brugalli et al., 1999; Runho et al., 2001; Waldroup et al. 2000; Yan et al., 2001; Queiroz et al., 2008), os resultados verificados neste

experimento são similares àqueles apresentados por Maia (2009), que trabalhando com frangos de 8 a 22 dias de idade também encontrou exigência de Pd semelhante para melhor parâmetro ósseo e melhor resultado de desempenho (0,47 x 0,46%). Da mesma forma, Persia & Saylor (2006) estimaram a exigência similar de Pd para ganho de peso, consumo de ração e cinzas na tíbia, de 0,34; 0,33 e 0,35% para frangos Ross 308 e 0,32; 0,33 e 0,36% para Ross 708, na fase de 8 a 22 dias de idade.

Tabela 7– Exigência de fósforo disponível e de cálcio para frangos de corte machos, de 1 a 10 dias de idade, de acordo com os modelos Quadrático, Linear Response Plateau e Linear

Variável	Modelo	Equação	Platô/Ponto de função máxima ou mínima	Exigência Ca:Pd (%)	SQD	R <sup>2</sup>
Ganho de peso	Quadrático	$\hat{Y}=169,37+277,19X-314,82X^2$	$\hat{Y}=230,38$	0,880 : 0,440	133,58	0,63
Conversão alimentar	Quadrático	$\hat{Y}=1,59- 1,18X+1,23X^2$	$\hat{Y}= 1,307$	0,960 : 0,480	0,00163	0,81
Cinzas (%)	Quadrático	$\hat{Y}=23,34 +115,38X-119,81X^2$	$\hat{Y}=51,12$	0,964 : 0,482	0,38	0,99
	LRP	$\hat{Y}= 48,28 +32,27X$	$\hat{Y}=50,79$	0,768 : 0,384	0,96	0,95
Cinzas (g)	Quadrático	$\hat{Y}=0,014 +1,032X-0,992X^2$	$\hat{Y}=0,282$	1,040 : 0,520	0,00002	0,99
	LRP	$\hat{Y}= 0,0862 +0,486X$	$\hat{Y}=0,279$	0,792 : 0,396	0,00002	0,98
Cálcio (%)	Quadrático	$\hat{Y}=9,29 +32,30X- 31,30X^2$	$\hat{Y}=17,62$	1,032 : 0,516	0,369	0,95
	LRP	$\hat{Y}= 11,36 + 15,73X$	$\hat{Y}=17,49$	0,780 : 0,390	0,192	0,98
Cálcio (g)	Quadrático	$\hat{Y}=0,011 +0,318X- 0,291X^2$	$\hat{Y}=0,098$	1,092 : 0,546	0,00002	0,97
	LRP	$\hat{Y}= 0,030 + 0,165X$	$\hat{Y}=0,096$	0,796 : 0,398	0,00001	0,99
Fósforo (%)	Linear	$\hat{Y}= 6,95 +6,50X$		$\geq 1,10 : 0,550$	0,0338	0,99
Fósforo (g)	Linear	$\hat{Y}= 0,024 +0,064X$		$\geq 1,10: 0,550$	0,000007	0,98

Tabela 8 - Exigência de fósforo disponível e de cálcio para frangos de corte fêmeas, de 1 a 10 dias de idade, de acordo com os modelos Quadrático, Linear Response Plateau e Linear

Variável	Modelo	Equação	Platô/Ponto de função máxima ou mínima	Exigência Ca: Pd (%)	SQD	R <sup>2</sup>
Ganho de peso	Quadrática	$\hat{Y}=177,22 +171,32X-186,57X^2$	$\hat{Y} =216,55$	0,918 : 0,459	89,83	0,56
	LRP	$\hat{Y}= 193,08 + 57,66X$	$\hat{Y} =211,92$	0,654 : 0,327	42,12	0,79
Conversão alimentar	LRP	$\hat{Y}= 1,4795 -0,330X$	$\hat{Y} =1,328$	0,918 :0,459	0,0010	0,83
Cinzas (%)	LRP	$\hat{Y}= 34,42+37,73X$	$\hat{Y} = 50,96$	0,876 : 0,438	2,70	0,96
Cinzas (g)	LRP	$\hat{Y}= 0,0862 +0,406X$	$\hat{Y} =0,264$	0,876 : 0,438	0,0001	0,99
Cálcio (%)	LRP	$\hat{Y}= 12,43 + 10,95X$	$\hat{Y} =17,45$	0,916 : 0,458	0,540	0,85
Cálcio (g)	LRP	$\hat{Y}= 0,032 + 0,13X$	$\hat{Y} =0,090$	0,884 : 0,442	0,0000046	0,98
Fósforo (%)	Linear	$\hat{Y}= 7,19 +5,73X$		$\geq 1,10 : 0,550$	0,128	0,95
Fósforo (g)	LRP	$\hat{Y}= 0,0177 +0,076X$	$\hat{Y} =0,052$	0,894 :447	0,00000046	0,99

## CONCLUSÕES

Para frangos de corte machos de 1 a 10 dias de idade, recomenda-se a utilização de 0,482% de fósforo disponível e 0,964% de cálcio na ração, correspondendo ao consumo de 6,29 mg Pd/g ganho de peso e 12,58 mg Ca/g ganho de peso.

Para frangos de corte fêmeas de 1 a 10 dias de idade, recomenda-se a utilização de 0,459% de fósforo disponível e 0,918% de cálcio na ração correspondendo ao consumo de 6,27mg Pd/ ganho de peso e 12,55 mg Ca/g ganho de peso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAR, A.; SHINDER, D.; YOSEFI, S.; et al. Metabolism and requirements for calcium and phosphorus in the fast-growing chicken as affected by age. **British Journal of Nutrition**, v.89, p.51–60, 2003.

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, 2009.

BRUGALLI, I.B., SILVA, D.J.; ALBINO, L.F.T.; et al. Exigência de Fósforo Disponível e Efeito da Granulometria na Biodisponibilidade de Fósforo da Farinha de Carne e Ossos para Pintos de Corte. **Rev. bras. zootec.**, v.28, n.6, p.1288-1296, 1999.

DRIVER, J.P.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I.; et al. The Effect of Feeding Calcium- and Phosphorus-Deficient Diets to Broiler Chickens During the Starting and Growing-Finishing Phases on Carcass Quality. **Poultry Science**, v.85, p.1939–1946, 2006.

FERNANDEZ, J.A. Calcium and phosphorus metabolism in growing pigs.III. A model resolution. **Livestock Production Science**, v.41, p.255-261, 1995.

FRITTS, C.A. & WALDROUP, P.W. Modified Phosphorus Program for Broilers Based on Commercial Feeding Intervals to Sustain Live Performance and Reduce Total and Water-Soluble Phosphorus in Litter. **J. Appl. Poult. Res.**, v.15, p.207–218, 2006.

GOMES, P.C.; RUNHO, R.C.; D'AGOSTINI, P., et al. 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).

LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S., 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. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.10, p.1938-1947, 2009

LOBAUGH, B.; JOSHUA, I.G.; MUELLER, W.J. Regulation of Calcium Appetite in Broiler Chickens. **The journal of nutrition**, v.111, p.298-306, 1981.

MAIA, A.P.A. **Níveis de Fósforo Disponível para Frangos de Corte dos 8 aos 42 dias de idade Mantidos em Diferentes Ambientes Térmicos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa –UFV, 88p., 2009.

PERSIA, M.E. & SAYLOR, W.W. Effects of Broiler Strain, Dietary Nonphytate Phosphorus, and Phytase Supplementation on Chick Performance and Tibia Ash. **J. Appl. Poult. Res.**, v.15, p.72–81, 2006.

POWELL, S.; JOHNSTON, S.; GASTON, L.; et al. The Effect of Dietary Phosphorus Level and Phytase Supplementation on Growth Performance, Bone-Breaking Strength, and Litter Phosphorus Concentration in Broilers. **Poultry Science** 87:949–957, 2008.

QUEIROZ, L.S.; BERTECHINI, A.G.; RODRIGUES, P.B.; et al. Utilização de fosfatos comerciais para frangos de corte na fase inicial. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.43, n.10, p.1421-1427, out. 2008

RATH, N.C.; HUFF, G.R.; HUFF, W.E.; et al. Factors Regulating Bone Maturity and Strength in Poultry. **Poultry Science**, v.79, p.1024–1032, 2000.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFRV. 2005.186p.

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.

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. **Br Poult Sci.**, v.32, n.3, p.535-44, 1991.

SILVA, V.A.M. & PINTO, A.T. Levantamento das condenações de abate de frangos e determinação das causas mais prevalentes em um frigorífico em Santa Catarina. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, Porto Alegre, RS, 328 p. **Anais...** 2009.

SILVA, D.J. & QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: UFV, IMP. Univ., 235p., 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 9.1. Viçosa, MG, 2007.

WALDROUP, P.W.; KERSEY, J.H.; SALEH, E.A.; et al. Nonphytate Phosphorus Requirement and Phosphorus Excretion of Broiler Chicks Fed Diets Composed of Normal or High Available Phosphate Corn with and Without Microbial Phytase. **Poultry Science**, v.79, p.1451–1459, 2000.

YAN, F.; KERSEY, J.H.; WALDROUP, P.W. Phosphorus requirements of broiler chicks three to six weeks of age as influenced by phytase supplementation. **Poultry Science**, v.80, p.455–459, 2001.

YAN, F.; ANGEL, R.; ASHWELL, C.; et al. Evaluation of the broiler's ability to adapt to an early moderate deficiency of phosphorus and calcium. **Poultry Science**, v.84, p.1232–1241, 2005.

## CAPÍTULO 2

### EXIGÊNCIA DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS E FÊMEAS DE 11 A 21 DIAS DE IDADE

**RESUMO-** Dois experimentos foram conduzidos na Universidade Federal de Viçosa no período de 28 de janeiro a 07 de fevereiro de 2008, a fim de se determinar as exigências de fósforo disponível e de cálcio para frangos de corte machos e fêmeas, de 11 a 21 dias de idade, mantendo-se a relação cálcio:fósforo disponível em 2:1. Em cada experimento foram utilizadas 480 aves, da linhagem Cobb. Em ambos os experimentos, ao completarem 11 dias de idade as aves foram distribuídas no delineamento experimental inteiramente ao acaso com 6 tratamentos e 8 repetições sendo a unidade experimental representada pelo boxe com 10 aves. A relação utilizada foi a de 2:1, segundo recomendações de Rostagno et al. (2005). Os níveis de Ca e de Pd utilizados em cada tratamento foram: 0,380 e 0,190; 0,520 e 0,260; 0,660 e 0,330; 0,800 e 0,400; 0,940 e 0,470; 1,080 e 0,540%. Foram avaliados os seguintes parâmetros: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos. O ganho de peso dos machos foi ajustado para o modelo LRP e aumentou até atingir um platô correspondendo ao nível de 0,357% Pd na ração; a conversão alimentar diminuiu até o nível 0,362% Pd e o consumo de ração não foi afetado pelos diferentes níveis de fósforo e cálcio na ração. As médias de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte fêmeas não foram influenciados pelos níveis estudados ( $P > 0,05$ ), sendo o menor nível estudado de Pd (0,190%) suficiente para garantir o desempenho das aves. Para frangos de corte machos, os teores de cinzas em percentagem e em gramas com ajuste dos dados pelo modelo LRP aumentaram até um platô, com os níveis 0,410 e 0,429% de Pd, respectivamente. Os teores de cálcio e fósforo, em percentagem e gramas, apresentaram efeito linear ( $P < 0,01$ ), aumentando com o aumento dos níveis de Pd e Ca nas rações. Para frangos de corte fêmeas, a cinzas em percentagem atingiu um platô com o nível estimado de 0,387% Pd, de acordo com LRP e esta mesma variável em gramas aumentou até o nível de 0,422% Pd. Os teores de cálcio e fósforo em percentagem foram ajustados segundo o modelo LRP e aumentaram até os respectivos níveis de 0,446 e 0,422% de Pd. Os teores de cálcio e do fósforo em

gramas aumentaram de forma linear positivo ( $P < 0,01$ ) de acordo com os níveis de fósforo e cálcio. Para frangos de corte machos de 11 a 21 dias de idade, recomenda-se a utilização de 0,410% de fósforo disponível e 0,820% de cálcio na ração, correspondendo ao consumo de 6,21mg Pd/g ganho de peso e 12,42 mg Ca/g ganho de peso. Para frangos de corte fêmeas de 11 a 21 dias de idade recomenda-se a utilização de 0,388% de fósforo disponível e 0,776% de cálcio na ração correspondendo ao consumo de 6,09mg Pd/ ganho de peso e 12,18mg Ca/g ganho de peso.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor de carne de frangos, apresentando expansão do setor há pelo menos 20 anos. Uma das estratégias de produção adotada pelo setor foi alta densidade de criação. No entanto, este fato resulta em grandes quantidades de resíduos de origem animal lançados ao meio ambiente.

O fósforo é um dos minerais mais importantes exigidos pelas aves, devido a suas inúmeras funções biológicas. Além disso, é um dos nutrientes mais onerosos da ração. As aves não são capazes de utilizar todo o fósforo contido nos ingredientes de origem vegetal, pois a forma de armazenamento, o inositol hexafosfato, não é facilmente digerido. Segundo Rostagno et al. (2005) o fósforo disponível de alimentos vegetais corresponde a 33% do fósforo total. Devido a este fato, as dietas exigem suplementação de fósforo inorgânico, a fim de suportar o ótimo crescimento e a qualidade dos ossos.

O fornecimento em excesso de fósforo na ração, pode aumentar o custo de produção e ainda, poluir o meio ambiente. Frente a esta questão, novas estratégias de alimentação devem ser desenvolvidas para formular dietas animais que maximizam a retenção de fósforo e minimizem sua excreção. Neste sentido, o conhecimento exato da exigência de fósforo para as aves pode contribuir com redução do custo de produção e da excreção deste mineral.

A exigência nutricional de fósforo pode ser afetada pela idade, pelo sexo e pelo potencial de crescimento das aves, pelo nível de cálcio na dieta, pela temperatura ambiental, pelo teor de vitamina D e pela utilização de fitase nas rações. A relação entre o cálcio e o fósforo nas rações é um dos fatores mais importante na exigência destes minerais. Rostagno et al. (2005) recomendam 0,442% de Pd para frangos de corte machos de 8 a 21 dias de idade e 0,418% para fêmeas nesta mesma idade.

Este experimento foi realizado para se determinar as exigências de fósforo disponível, para frangos de corte machos e fêmeas, com 11 a 21 dias de idade, mantendo-se a relação Ca: Pd igual a 2:1.

## MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa no período de 28 de janeiro a 07 de fevereiro de 2008 com frangos de corte machos e fêmeas, com 11 a 21 dias de idade.

Em cada experimento foram utilizadas 480 aves, da linhagem Cobb, que foram adquiridas com um dia de idade. Até o 10º dia de idade as aves foram manejadas seguindo as recomendações do manual da linhagem e alimentadas com ração balanceada de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2005).

Em ambos os experimentos, ao completarem 11 dias de idade as aves foram distribuídas em delineamento experimental inteiramente ao acaso com 6 tratamentos e 8 repetições sendo a unidade experimental representada pelo boxe com 10 aves. O peso médio inicial das aves foi  $310,1 \pm 4,95$  g para os machos e  $301,6 \pm 3,55$  g para as fêmeas.

Os experimentos foram realizados com as aves de 11 a 21 dias de idade, totalizando dez dias de período experimental.

Os tratamentos estudados foram diferentes níveis de fósforo disponível (Pd) e de cálcio (Ca), com a relação Ca: Pd mantida igual para todos os tratamentos. A relação utilizada foi a de 2:1, segundo recomendações de Rostagno et al. (2005).

Os níveis de Ca e de Pd utilizados em cada tratamento para frangos de corte machos e fêmeas estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Níveis de Ca e Pd utilizados em cada tratamento

Tratamentos	Ca (%)	Pd(%)	Relação Ca: Pd
1	0,380	0,190	2:1
2	0,520	0,260	2:1
3	0,660	0,330	2:1
4	0,800	0,400	2:1
5	0,940	0,470	2:1
6	1,080	0,540	2:1

As rações foram formuladas a base de milho e farelo de soja, suplementadas com fosfato bicálcico e calcáreo, em substituição ao material inerte, para obtenção dos diferentes tratamentos. As exigências nutricionais das aves foram atendidas de acordo com Rostagno et al. (2005), exceto para o fósforo disponível e o cálcio. O

fósforo disponível foi considerado como 33% do fósforo total, como descrito por Rostagno et al. (2005). As rações experimentais estão apresentadas na Tabela 2.

A ração e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz (natural + artificial).

Durante o período experimental as temperaturas internas do galpão, mínima e máxima, foram respectivamente, 21 e 29°C. Os dados de temperatura diários estão apresentados na Tabela 2A (Apêndice).

Foram avaliados os seguintes parâmetros: ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos.

Ao término do experimento, 3 aves por unidade experimental foram abatidas para a retirada da tíbia. As tíbias foram desengorduradas, secas e moídas para posteriores análises de cinzas, cálcio e fósforo.

A mortalidade foi anotada diariamente para as correções de consumo de ração e conversão alimentar.

As análises químicas e bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

As análises de matéria seca, de cinzas, de cálcio e de fósforo foram realizadas segundo o método descrito em Silva & Queiroz (2002).

Os valores de exigência de fósforo disponível foram estimados através de equações de regressão, por intermédio do Sistema de Análises Estatísticas – SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 2007). Os dados foram submetidos à análise de variância com desdobramento dos graus de liberdade em polinômios. Os dados também foram ajustados pelo modelo Linear Response Plateau (LRP). O modelo definido para explicar os dados foi aquele que apresentou menor soma dos quadrados dos desvios (SQD) e maior coeficiente de correlação ( $R^2$ ).

Tabela 2- Composição das rações experimentais para frangos de corte machos e fêmeas, com 11 a 21 dias de idade

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	53,962	53,962	53,962	53,962	53,962	53,962
Farelo de Soja	37,881	37,881	37,881	37,881	37,881	37,881
Óleo de soja	3,485	3,485	3,485	3,485	3,485	3,485
Calcáreo	0,461	0,589	0,717	0,846	0,974	1,103
Fosfato Bicálcico	0,388	0,765	1,143	1,521	1,899	2,276
Sal	0,493	0,493	0,493	0,493	0,493	0,493
Cloreto de colina	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
DL-metionina 99%	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220	0,220
HCl-Lisina 78%	0,086	0,086	0,086	0,086	0,086	0,086
L-Treonina 98%	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
BHT <sup>1</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Premix vitamínico <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Salinomicina 12% <sup>4</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Avilamicina 10% <sup>5</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte (areia)	2,700	2,194	1,687	1,181	0,675	0,169
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Composição calculada</b>						
EM (kcal/kg)	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Proteína Bruta (%)	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
<b>Fósforo disponível calculado (%)</b>	<b>0,190</b>	<b>0,260</b>	<b>0,330</b>	<b>0,400</b>	<b>0,470</b>	<b>0,540</b>
Fósforo disponível determinado (%)	0,189	0,259	0,329	0,399	0,469	0,539
<b>Cálcio calculado (%)</b>	<b>0,380</b>	<b>0,520</b>	<b>0,660</b>	<b>0,800</b>	<b>0,940</b>	<b>1,080</b>
Cálcio determinado (%)	0,380	0,520	0,660	0,800	0,940	1,080
Sódio (%)	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214	0,214
Lisina dig (%)	1,146	1,146	1,146	1,146	1,146	1,146
Met + cist dig (%)	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814	0,814
Treonina dig (%)	0,745	0,745	0,745	0,745	0,745	0,745
Triptofano dig (%)	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245	0,245
Isoleucina dig (%)	0,868	0,868	0,868	0,868	0,868	0,868
Leucina dig (%)	1,743	1,743	1,743	1,743	1,743	1,743
Arginina dig (%)	1,406	1,406	1,406	1,406	1,406	1,406
Valina dig (%)	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Histidina dig (%)	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550
Fenil. + Tir. (%)	1,696	1,696	1,696	1,696	1,696	1,696

<sup>1</sup> Hidroxi-butil-tolueno – Antioxidante

<sup>2</sup> Composição por kg do produto: vit. A, 12.000.000 UI; vit. D3, 2.200.000 UI; vit. E 30.000 UI; vit. B1, 2.200mg; vit B2, 6.000 mg; vit. B6, 3.300mg; ác. pantotênico, 13.000mg; biotina, 110mg; vit. K3, 2.500 mg; ácido fólico, 1.000mg; ácido nicotínico 53.0000 mg; niacina, 25.000 mg;vit. B12, 16.000 µg; selênio, 0,25 g; antioxidante 120.000 mg; e veículo QSP., 1.000g.

<sup>3</sup> Composição por kg do produto: manganês, 75.000 mg; ferro, 20000 mg; zinco, 50.000 mg; cobre, 4.000 mg; cobalto, 200 mg; iodo 1.500 mg e veículo QSP, 1.000 g.

<sup>4</sup> Anticoccidiano

<sup>5</sup> Surmax

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar

As médias do ganho de peso, do consumo de ração e da conversão alimentar obtidas com frangos de corte machos de 11 a 21 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível (Pd) e de cálcio (Ca) estão apresentadas na tabela 3.

Tabela 3- Médias de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para frangos de corte machos de 11 a 21 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio

Níveis Ca:Pd	Ganho de peso (g)	Consumo ração (g)	Conversão alimentar
0,38: 0,19	465,75	767,75	1,650
0,52:0,26	484,58	789,56	1,629
0,66:0,33	517,22	799,88	1,547
0,80:0,40	527,09	807,69	1,533
0,94:0,47	514,71	801,81	1,559
1,08:0,54	532,21	803,56	1,510
Média	506,93	795,04	1,571
CV (%)	4,17	3,93	3,14
	*	**	**
Significância	Q/LRP	NS	LRP

\* nível de 1% de probabilidade, \*\* nível de 5% de probabilidade  
LRP- Linear Response Plateau, Q – Quadrática, NS- Não significativa

O ganho de peso dos machos foi influenciado pelos níveis de Pd nas rações, aumentando de forma quadrática ( $P < 0,01$ ). Quando os dados foram ajustados pelo modelo Linear Response Plateau (LRP), apresentou menor SQD e maior  $R^2$  e aumentou até atingir o ganho de peso máximo ao nível de 0,357% Pd na ração (Figura 1).

Os níveis de Pd estudados influenciaram a conversão alimentar dos machos, que diminuiu até o nível 0,362% Pd, atingindo o platô estimado em 1,53 (Figura 2).

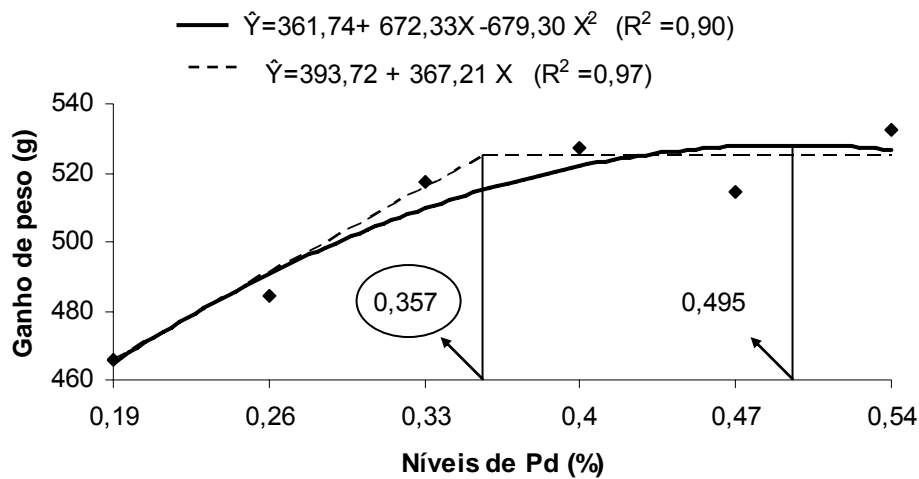


Figura 1 – Ganho de peso (g) de frangos de corte machos de 11 a 21 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível. SQD Quadrática= 319,29 SQD LRP=194,01

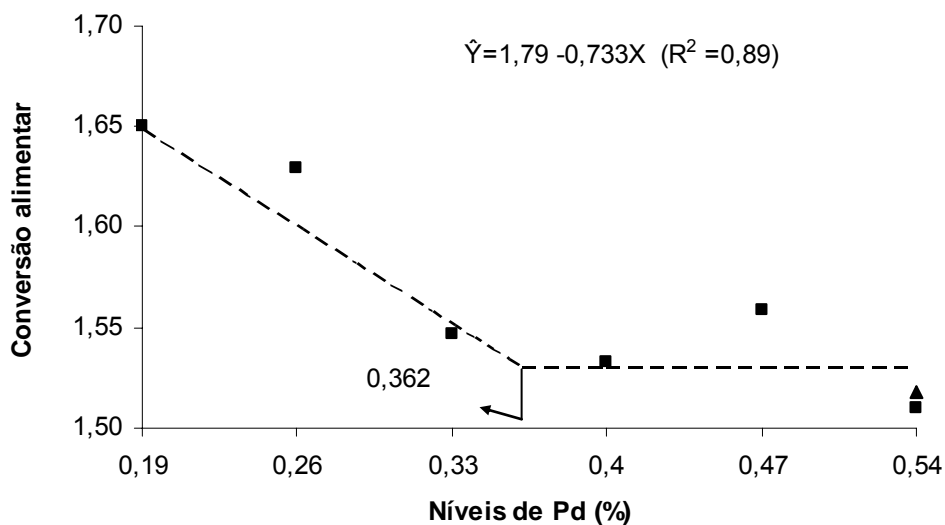


Figura 2 – Conversão alimentar de frangos de corte machos de 11 a 21 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

O nível de Pd que proporcionou o melhor resultado de ganho de peso (0,357%) e conversão alimentar (0,362%) neste estudo, foi inferior ao recomendado por Rostagno et al. (2005) de 0,442% e por Panda et al. (2007) que recomendaram 0,40% de Pd para frangos com 1 a 21 dias de idade.

No entanto, níveis menores de Pd também foram encontrados por outros autores, como Persia & Saylor (2006) que estimaram a exigência de Pd para ganho de peso e consumo de ração em 0,34; 0,33% para frangos Ross 308 e 0,32; 0,33% para Ross 708, na fase de 8 a 22 dias de idade e Waldroup et al. (2000) que sugeriram a utilização de 0,32% Pd para otimizar o ganho de peso e 0,17% Pd para otimizar a conversão alimentar.

Os níveis de Pd não influenciaram o consumo de ração das aves ( $P < 0,05$ ). Este resultado diverge daqueles obtidos por Viveros et al. (2002); Panda et al. (2007) e Maia (2009), que encontraram diferença significativa no consumo de ração de acordo com diferentes níveis de fósforo dietético. A divergência de resultados pode estar relacionada à relação Ca:Pd utilizadas nestes estudos. Verifica-se que estes autores utilizaram várias relações diferentes de 2:1, onde nas maiores relações resultaram em menor consumo de ração. Panda et al. (2007) e Viveros et al. (2002) verificaram que maiores relação Ca:Pd resultaram em menor níveis séricos de fósforo. Além disso, Viveros et al. (2002) verificaram maior nível sérico de Ca nas maiores relações. Estas mudanças na concentração plasmática de Ca e de P podem ser responsáveis pela diminuição do consumo de ração.

As médias de ganho de peso, de consumo de ração e de conversão alimentar de frangos de corte fêmeas não foram influenciados pelos níveis de fósforo dietéticos ( $P > 0,05$ ), Tabela 4. Desta forma, pode-se inferir que o menor nível estudado de Pd (0,19%) foi suficiente para garantir o desempenho satisfatório das aves. Este nível é menor do que aquele recomendado por Rostagno et al. (2005), de 0,421% de Pd para frangos fêmeas de 8 a 21 dias de idade.

Embora a tendência de diminuição dos níveis de fósforo tenha sido demonstrada em pesquisas recentes, não há relatos de resultados similares ao encontrado neste estudo (0,19% Pd). Yan & Waldroup (2006) verificaram que na ausência de fitase 0,283% de Pd foi suficiente para o maior ganho de peso. Karimi (2006) observou que durante o período inicial (0 a 20 dias de idade), frangos machos e fêmeas não apresentaram diferenças no ganho de peso, no consumo de ração e na conversão alimentar de acordo com diferentes níveis Pd na ração (0,31, 0,38 e 0,45%). Segundo Yan et al. (2005), frangos de corte alimentados com dietas iniciais deficientes em fósforo disponível e cálcio (0,30% Pd e 0,60% Ca) adaptam-se à restrição do nutriente pelo aumento da absorção aparente e hidrólise do fósforo fítico,

Tabela 4- Médias de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para frangos de corte fêmeas de 11 a 21 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio

Níveis Ca:Pd	Ganho de peso (g)	Consumo ração (g)	Conversão alimentar
0,38: 0,19	450,32	703,06	1,566
0,52:0,26	448,24	701,31	1,570
0,66:0,33	444,06	698,73	1,575
0,80:0,40	448,79	696,94	1,553
0,94:0,47	430,00	687,56	1,600
1,08:0,54	431,75	677,44	1,569
Média	442,19	694,17	1,572
CV (%)	5,01	3,59	4,22
	**	**	**
Significância	NS	NS	NS

\*\* nível de 5% de probabilidade

NS- Não significativa

o que diminui a excreção do nutriente restrito. De acordo com estes autores, a aplicação do princípio de adaptação das aves em serem alimentadas com menores níveis de fósforo e de cálcio pode permitir a diminuição da excreção destes minerais, sem limitar o desempenho.

Embora não tenha sido verificada mortalidade no menor nível estudado (0,19% Pd), grande redução dos níveis de Pd nas rações só deve ser feita com prévios estudos sobre seu efeito na incidência de ossos quebrados na linha de processamento. Segundo Driver et al. (2005), diminuir a quantidade de cálcio na dieta pode melhorar o desempenho de frangos e aumentar a lucratividade, porém isto não deve ser feito à custa do aumento do problema de pernas.

### Parâmetros ósseos

Os resultados de teor de cinzas, cálcio e fósforo na tíbia de frangos de corte machos estão apresentados na tabela 5.

Tabela 5- Médias do teor de cinzas, cálcio e fósforo nos ossos para frangos de corte machos de 11 a 21 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio

Níveis Ca:Pd	Cinzas		Cálcio		Fósforo	
	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(%)
0,38: 0,19	48,80	0,815	16,80	0,282	8,92	0,150
0,52:0,26	50,07	0,931	16,01	0,296	8,87	0,164
0,66:0,33	51,83	1,090	16,99	0,349	8,85	0,182
0,80:0,40	53,56	1,082	16,94	0,346	9,01	0,184
0,94:0,47	53,15	1,172	17,49	0,381	9,04	0,197
1,08:0,54	53,75	1,165	18,05	0,391	9,32	0,202
Média	51,86	1,043	17,05	0,341	9,00	0,180
CV (%)	1,20	4,29	2,86	4,14	2,47	4,25
	*	*	*	*	**	*
Significância	Q/LRP	Q/LRP	L	L	L	L

\* nível de 1% de probabilidade, \*\* nível de 5% de probabilidade  
LRP- Linear Response Plateau, Q – Quadrática, L-Linear

O teor de cinzas em percentagem apresentou efeito quadrático ( $P < 0,01$ ), entretanto, o ajuste dos dados pelo modelo LRP apresentou menor SQD e maior  $R^2$  e resultou em aumento do teor de cinzas até um platô (53,48% de cinzas) com 0,410 % de Pd na ração (Figura 3).

O teor de cinzas em gramas apresentou efeito quadrático ( $P < 0,01$ ), aumentando até 0,53% de Pd (Figura 4).

Os níveis para maximizar o teor de cinzas na tíbia estão acima do encontrado por Waldroup et al. (2000), de 0,39 % para frangos de 1 a 21 dias de idade, porém abaixo daqueles obtidos por Onyango et al. (2003), que trabalhando com frangos machos de 7 a 21 dias de idade verificaram aumento linear no teor de cinzas nos ossos de acordo com o aumento dos níveis de Pd dietéticos.

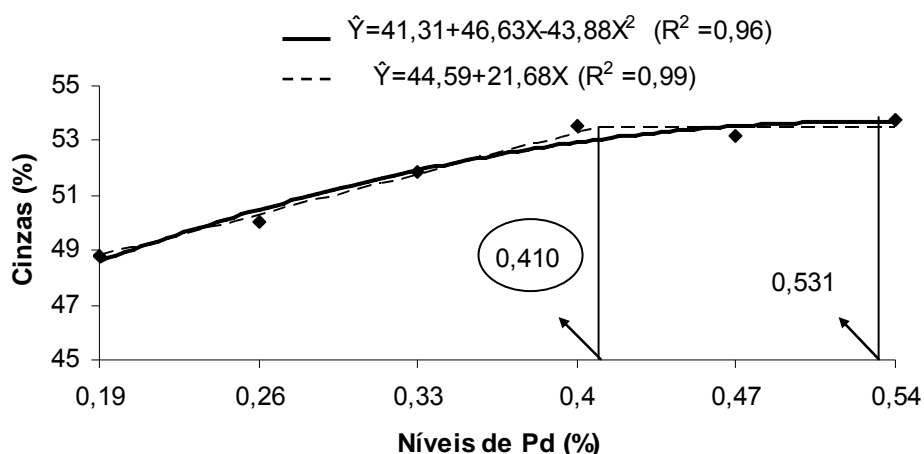


Figura 3 – Cinzas da tíbia (%) de frangos de corte machos de 11 a 21 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível. SQD –quadrática= 0,74 ; SQD LRP=0,22

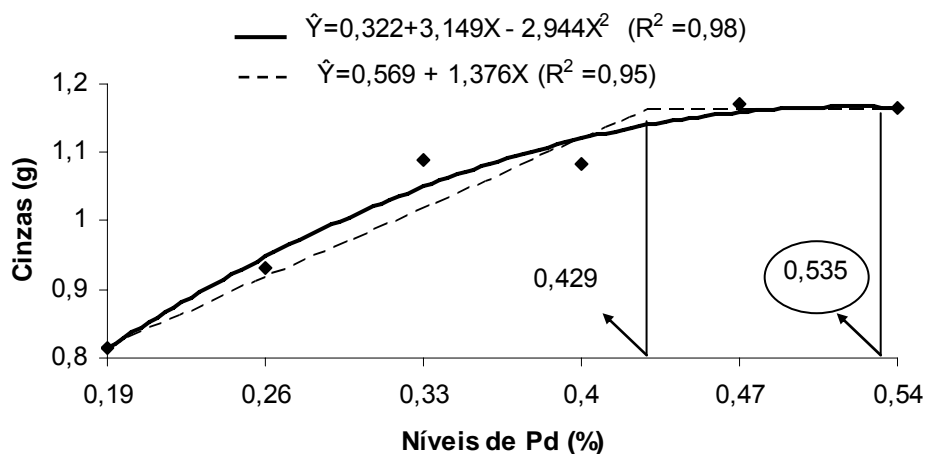


Figura 4 – Cinzas da tíbia (g) de frangos de corte machos de 11 a 21 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível. SQD –quadrática= 0,011 ; SQD LRP=0,025

Os teores de cálcio e de fósforo, em porcentagem e gramas, apresentaram efeito linear ( $P<0,01$ ), se elevando com o aumento dos níveis de Pd e Ca nas rações. Alto valor de exigência de Pd para maximizar os parâmetros ósseos nesta fase de criação, coincide com a proposição de Barreiro et al. (2009) de que o teor de cinzas,

cálcio e fósforo nos ossos atinge o valor máximo aos 22 dias de idade e com Talaty et al. (2009) que afirmaram que a mineralização da tíbia atinge o seu pico com 4 semanas de idade.

As médias do teor de cinzas, cálcio e fósforo na tíbia dos frangos de corte fêmeas estão apresentadas na tabela 6.

Tabela 6- Médias do teor de cinzas, cálcio e fósforo nos ossos para frangos de corte fêmeas de 11 a 21 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio

Níveis Ca:Pd	Cinzas		Cálcio		Fósforo	
	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(%)
0,38: 0,19	49,53	0,754	17,03	0,259	8,70	0,132
0,52:0,26	50,91	0,794	17,58	0,274	8,64	0,135
0,66:0,33	52,58	0,896	18,66	0,318	8,85	0,151
0,80:0,40	53,61	0,961	18,49	0,331	9,29	0,166
0,94:0,47	53,57	0,953	18,73	0,333	9,13	0,162
1,08:0,54	54,18	1,011	19,51	0,364	9,34	0,174
Média	52,40	0,895	18,33	0,313	8,99	0,153
CV (%)	1,37	4,93	3,28	4,29	3,47	4,16
	*	*	*	*	*	*
Significância	Q/LRP	LRP	LRP	L	LRP	L

\* nível de 1% de probabilidade

LRP- Linear Response Plateau, Q – Quadrática, NS- Não significativa

O nível de Pd da dieta influenciou o teor de cinzas em percentagem da tíbia de forma quadrática ( $P < 0,01$ ). Entretanto, pela menor SQD e maior  $R^2$  optou-se pelos dados ajustados pelo modelo LRP, onde um platô foi atingido com o nível estimado de 0,388% Pd (Figura 5). Os dados de teor de cinzas em gramas também foram ajustados de acordo com modelo LRP, sendo a exigência de Pd, para esta variável, estimada em 0,422% (Figura 6). Resposta similar de variação no teor de cinzas da tíbia na fase inicial de crescimento (1 a 21 dias de idade) também foi verificada por Panda et al. (2007). Estes autores observaram que esta variável óssea é reduzida com 0,35% Pd na ração, e acima de 0,40% Pd, não apresenta diferenças.

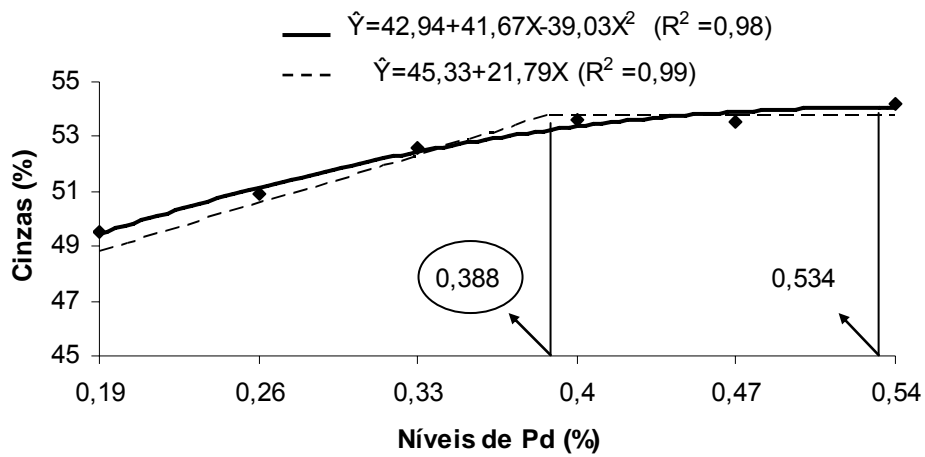


Figura 5 – Cinzas da tíbia (%) de frangos de corte fêmeas de 11 a 21 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível. SQD –quadrática= 0,26 ;SQD LRP=0,24

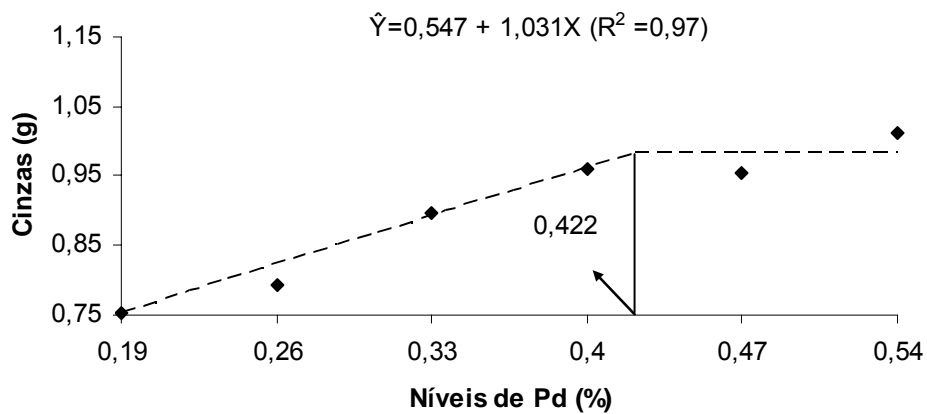


Figura 6 – Cinzas da tíbia (g) de frangos de corte fêmeas de 11 a 21 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

Os teores de cálcio e fósforo em percentagem da tíbia foram ajustados segundo o modelo LRP e verificou-se aumento até os respectivos níveis de 0,446 e 0,422% de Pd (Figuras 7 e 8). Estas variáveis quando foram expressas em gramas aumentaram de forma linear ( $P < 0,01$ ) de acordo com os níveis de fósforo na ração.

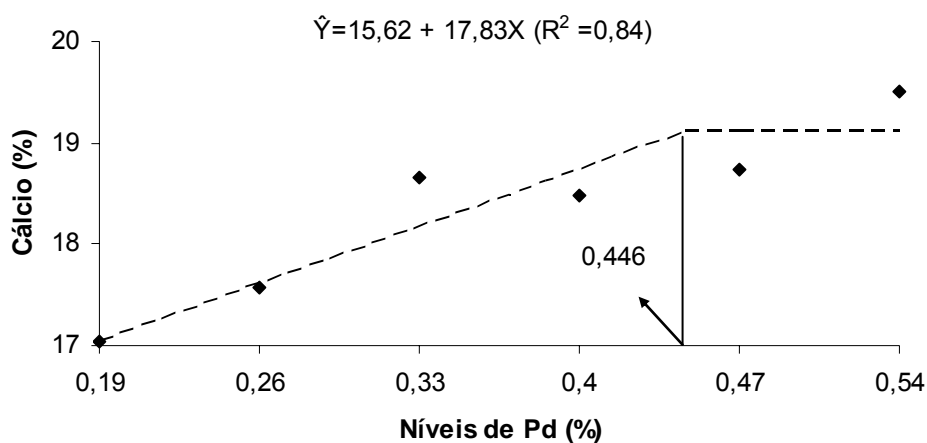


Figura 7 – Cálcio da tíbia (%) de frangos de corte fêmeas de 11 a 21 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

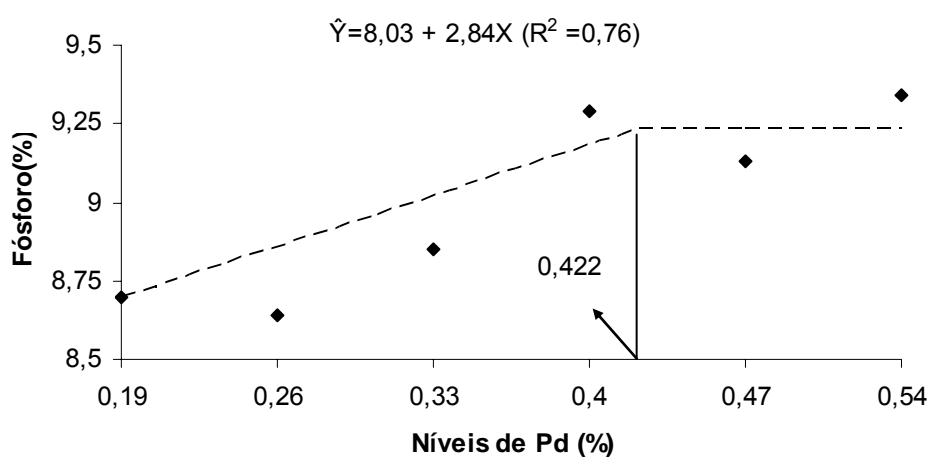


Figura 8 – Fósforo da tíbia (%) de frangos de corte fêmeas de 11 a 21 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

Os níveis de exigência determinados para Pd e Ca apresentaram grande variação, de acordo com os parâmetros estudados em ambos os experimentos (Tabelas 5 e 6). Para frangos de corte machos de 11 a 21 dias de idade, os valores de Pd exigidos variaram entre 0,362% e 0,535%, correspondendo a 0,724 e 1,07% de Ca, enquanto para frangos de corte fêmeas os valores de Pd exigidos variaram entre 0,190% e 0,422%, correspondendo a 0,380 e 0,844% de Ca. Waldroup (1999) afirmou que em termos relativos, a quantidade de fósforo necessária para maximizar diversos critérios está na seguinte ordem: calcificação óssea, ganho de peso, eficiência alimentar, mortalidade. De fato, verificou-se que menores quantidades de fósforo foram exigidas para melhorar o ganho de peso e a conversão alimentar do que para melhorar os parâmetros ósseos.

Grande variação também foi encontrada por Brugalli et al. (1999) que estimaram a exigência nutricional de Pd em 0,311 % para ganho de peso, a 0,426% para cinza na tíbia (g), para frangos de corte machos de 1 a 21 dias de idade.

A utilização dos níveis de Pd e de Ca nas rações baseando-se na otimização do desempenho das aves, não resulta, necessariamente, na ocorrência de problemas ósseos. Estudos sobre a influência dos níveis de fósforo e cálcio na ração sobre a percentagem de fraturas na linha de processamento são necessários, a fim de se obter dados práticos da viabilização da redução destes minerais na ração.

Persia & Saylor (2006) afirmaram que apesar do teor de cinzas na tíbia apresentar resultados consistentes e ser uma medida direta de *status* de fósforo no frango, esta variável ainda precisa ser correlacionada com perdas de processamento no campo. Portanto, estes autores acreditam que a exigência de fósforo para ganho de peso e consumo de ração são mais aplicáveis.

O teor de cinzas da tíbia foi o parâmetro ósseo utilizado para determinação da exigência de Pd para melhor qualidade dos ossos, devido sua correlação com a quebra de ossos durante o processamento (Driver et al., 2006).

Tabela 7- Exigência de fósforo disponível e de cálcio para frangos de corte machos, de 11 a 21 dias de idade, de acordo com os modelos Quadrático, Linear Response Plateau e Linear

Variável	Modelo	Equação	Platô/Ponto de função máxima ou mínima	Exigência Ca: Pd (%)	SQD	R <sup>2</sup>
Ganho de peso	Quadrático	$\hat{Y}=371,74 + 672,33X - 679,30X^2$	$\hat{Y} = 538,10$	0,990:0,495	319,29	0,90
	LRP	$\hat{Y}=393,72 + 367,21X$	$\hat{Y} = 524,67$	0,714:0,357	194,01	0,97
Conversão Alimentar	LRP	$\hat{Y}=1,79 - 0,733X$	$\hat{Y} = 1,53$	0,724:0,362	0,0006	0,89
Cinzas (%)	Quadrático	$\hat{Y}=41,31 + 46,63X - 43,88X^2$	$\hat{Y} = 53,70$	1,062 : 0,531	0,74	0,96
	LRP	$\hat{Y}=44,59 + 21,68X$	$\hat{Y} = 53,48$	0,820: 0,410	0,22	0,99
Cinzas (g)	Quadrático	$\hat{Y}=0,322 + 3,149X - 2,944 X^2$	$\hat{Y} = 1,164$	1,070:0,535	0,0011	0,98
	LRP	$\hat{Y} = 0,569 + 1,379 X$	$\hat{Y} = 1,161$	0,858:0,429	0,0025	0,94
Cálcio (%)	Linear	$\hat{Y} = 15,46 + 4,34X$		$\geq 1,08: 0,54$	0,73	0,68
Cálcio (g)	Linear	$\hat{Y} = 0,222 + 0,324X$		$\geq 1,08: 0,54$	0,00062	0,93
Fósforo (%)	Linear	$\hat{Y} = 8,61 + 1,07X$		$\geq 1,08: 0,54$	0,048	0,67
Fósforo (g)	Linear	$\hat{Y} = 0,125 + 0,147 X$		$\geq 1,08: 0,54$	0,000088	0,95

Tabela 8- Exigência de fósforo disponível e de cálcio para frangos de corte fêmeas, de 11 a 21 dias de idade, de acordo com os modelos Quadrático, Linear Response Plateau e Linear

Variável	Modelo	Equação	Platô/Ponto de função máxima ou mínima	Exigência Ca: Pd (%)	SQD	R <sup>2</sup>
Cinzas (%)	Quadrática	$\hat{Y} = 42,94 + 41,67X - 39,03X^2$	$\hat{Y} = 54,06$	1,068:0,534	0,26	0,98
	LRP	$\hat{Y} = 45,33 + 21,79X$	$\hat{Y} = 53,78$	0,776:0,388	0,24	0,99
Cinzas (g)	LRP	$\hat{Y} = 0,547 + 1,031X$	$\hat{Y} = 0,9823$	0,844:422	0,0024	0,97
Cálcio (%)	LRP	$\hat{Y} = 15,62 + 7,83 X$	$\hat{Y} = 0,1912$	0,892: 0,446	0,58	0,84
Cálcio (g)	Linear	$\hat{Y} = 0,206 + 0,292 X$		$\geq 1,08 : 0,540$	0,00047	0,93
Fósforo (%)	LRP	$\hat{Y} = 8,03 + 2,84X$	$\hat{Y} = 9,23$	0,844:0,422	0,0817	0,76
Fósforo (g)	Linear	$\hat{Y} = 0,107 + 0,125X$		$\geq 1,08 : 0,540$	0,000127	0,91

## CONCLUSÕES

Para frangos de corte machos de 11 a 21 dias de idade, recomenda-se a utilização de 0,410% de fósforo disponível e 0,820% de cálcio na ração, correspondendo ao consumo de 6,21mg Pd/g ganho de peso e 12,42 mg Ca/g ganho de peso.

Para frangos de corte fêmeas de 11 a 21 dias de idade recomenda-se a utilização de 0,388% de fósforo disponível e 0,776% de cálcio na ração correspondendo ao consumo de 6,09mg Pd/ ganho de peso e 12,18mg Ca/g ganho de peso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, 2009.

BRUGALLI, I.; SILVA, D.J.; ALBINO, L.F.T.; et al. Exigência de Fósforo Disponível e Efeito da Granulometria na Biodisponibilidade de Fósforo da Farinha de Carne e Ossos para Pintos de Corte. **Rev. bras. zootec.**, v.28, n.6, p.1288-1296, 1999.

DRIVER, J.P.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.M.; et al. Calcium requirements of the modern broiler chicken as influenced by dietary protein and age. **Poultry Science**, v.84, p.1629–1639, 2005.

DRIVER, J.P.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I.; et al. The effect of feeding calcium- and phosphorus-deficient diets to broiler chickens during the starting and growing-finishing phases on carcass quality. **Poultry Science**, v.85, p.1939–1946, 2006.

ONYANGO, E.M.; HESTER, P.Y.; STROSHINE, R.; et al. Bone Densitometry as an Indicator of Percentage Tibia Ash in Broiler Chicks Fed Varying Dietary Calcium and Phosphorus Levels. **Poultry Science**, v.82, p.1787–1791, 2003.

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

MAIA, A.P.A. **Níveis de Fósforo Disponível para Frangos de Corte dos 8 aos 42 dias de idade Mantidos em Diferentes Ambientes Térmicos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa –UFV, 88p., 2009.

PANDA, A.K.; RAMA RAO, S.V.; RAJU, M. V.L.N.; et al. Performance of broiler chickens fed low non phytate phosphorus diets supplemented with microbial phytase. **The Journal of Poultry Science**, v.44, p.258-264, 2007.

PERSIA, M.E. & SAYLOR, W.W. Effects of Broiler Strain, Dietary Nonphytate Phosphorus, and Phytase Supplementation on Chick Performance and Tibia Ash. **J. Appl. Poult. Res.**, v.15, p.72–81, 2006.

ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T., DONZELE, J.L., et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV., 186p., 2005.

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.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 9.1. Viçosa, MG, 2007.

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.

WALDROUP, P.W. Nutritional Approaches to Reducing Phosphorus Excretion by Poultry. **Poultry Science**, v.78, p.683–691, 1999.

WALDROUP, P.W.; KERSEY, J.H.; SALEH, E.A.; et al. Nonphytate Phosphorus Requirement and Phosphorus Excretion of Broiler Chicks Fed Diets Composed of Normal or High Available Phosphate Corn with and Without Microbial Phytase. **Poultry Science**, v.79, p.1451–1459, 2000.

YAN, F.; ANGEL, R.; ASHWELL, C.; et al. Evaluation of the broiler's ability to adapt to an early moderate deficiency of phosphorus and calcium. **Poultry Science**, v.84, p.1232–1241, 2005.

YAN, F. & WALDROUP, P.W. Nonphytate phosphorus requirement and phosphorus excretion of broiler chicks fed diets composed of normal or high available phosphate corn as influenced by phytase supplementation and vitamin d source. **International Journal of Poultry Science** v.5, n.3, p.219-228, 2006.

### CAPÍTULO 3

#### EXIGÊNCIA DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS E FÊMEAS DE 22 A 33 DIAS DE IDADE

**RESUMO-** Foram realizados dois experimentos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa para se determinar exigências de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas, com 22 a 33 dias de idade, mantendo-se a relação cálcio:fósforo disponível igual a 2:1. Os experimentos foram conduzidos no período de 08 a 19 de dezembro de 2007. Foram utilizadas 480 aves, da linhagem Cobb em cada experimento. As aves foram distribuídas no delineamento experimental inteiramente ao acaso com 6 tratamentos e 8 repetições sendo a unidade experimental representada pelo boxe com 10 aves. Os níveis de Ca e Pd utilizados em cada tratamento foram: 0,360 e 0,180; 0,500 e 0,250; 0,640 e 0,320; 0,780 e 0,390; 0,920 e 0,460; 1,060 e 0,530%. A relação utilizada foi a de 2:1, segundo recomendações de Rostagno et al. (2005). O fósforo disponível foi considerado como 33% do fósforo total, como descrito por Rostagno et al. (2005). Avaliou-se o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar e o teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos. Para frangos de corte machos, os níveis de fósforo na ração não influenciaram o ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar ( $P > 0,05$ ). O ganho de peso das fêmeas aumentou de forma quadrática ( $P < 0,08$ ) e a conversão alimentar diminuiu de forma quadrática ( $P < 0,01$ ); o consumo de ração não foi influenciado pelos níveis de fósforo na ração ( $P > 0,05$ ). As cinzas em porcentagem da tíbia de frangos de corte machos aumentaram até atingir um platô no nível de 0,395% Pd, enquanto as cinzas em gramas atingiram um platô com 0,358% Pd; o teor de cálcio tanto em porcentagem quanto em gramas aumentou de forma linear ( $P < 0,01$ ) de acordo com os níveis estudados; o teor de fósforo em porcentagem aumentou até atingir um platô com 0,266 % Pd; o teor de fósforo em gramas aumentou até o nível de 0,299% quando então, atingiu um platô. Para frangos de corte fêmeas, verificou-se que o teor de cinzas expresso em porcentagem e em gramas foram afetados pelos tratamentos, aumentando até os respectivos níveis de 0,497 e 0,469 % de Pd, de acordo com o modelo LRP; os teores de cálcio apresentaram aumento de forma quadrática de também foram ajustados ao modelo; o

teor de fósforo na tíbia em percentagem e em gramas aumentaram e atingiram um platô com 0,354 e 0,393% de Pd, respectivamente. Para frangos de corte machos de 22 a 33 dias de idade, recomenda-se a utilização de 0,395% de fósforo disponível e 0,790% de cálcio na ração, correspondendo ao consumo de 6,57mg Pd/g ganho de peso e 13,14mg Ca/g ganho de peso. Para frangos de corte fêmeas de 22 a 33 dias de idade recomenda-se a utilização de 0,358% de fósforo disponível e 0,716% de cálcio na ração correspondendo ao consumo de 6,10mg Pd/ ganho de peso e 12,20 mg Ca/g ganho de peso.

## INTRODUÇÃO

Entre os minerais exigidos pelas aves, o fósforo é considerado um dos mais importantes, sendo que desempenha maior quantidade de funções no corpo animal. Desta forma, seu nível correto na ração é determinante para o desempenho das aves.

Cerca de um terço do fósforo contido nos vegetais está ligado a molécula de fitato, a qual apresenta baixa digestibilidade em aves. Desta forma, a utilização de fosfatos inorgânicos nas rações, como fonte de fósforo, é uma prática utilizada na indústria avícola, que pode onerar os custos de produção.

Muitos fatores podem influenciar a quantidade de fósforo exigida pelas aves, como, a idade, o sexo, a linhagem, a temperatura, o nível de cálcio nas rações. O potencial genético das aves muda constantemente, podendo acarretar em mudanças nas exigências nutricionais. Quando se garante aporte suficiente de fósforo às aves, permite-se o desempenho máximo e redução da excreção deste mineral ao ambiente. Rostagno et al. (2005) recomendam a utilização de 0,411% e 0,385% de Pd, respectivamente para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 33 dias de idade.

O baixo custo das fontes de cálcio associado com o fato de os animais apresentarem ampla tolerância aos níveis de cálcio na dieta tem levado à utilização de altos níveis deste mineral nas rações. Como o cálcio interfere na exigência do fósforo, sugere-se que altos níveis de cálcio utilizados nas rações comerciais tenham sido responsáveis pela elevação no nível de fósforo exigido. Portanto, ao se determinar a exigência de fósforo disponível pelas aves, é importante que se considere uma única relação entre esses minerais em todas as rações experimentais, de modo que, a redução dos dois minerais ocorra de forma proporcional quando houver necessidade.

Este experimento foi realizado para se determinar as exigências de fósforo disponível, para frangos de corte machos e fêmeas, com 22 a 33 dias de idade, mantendo-se a relação Ca: Pd igual a 2:1.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de 08 a 19 de dezembro de 2007, sendo um com frangos de corte machos e outro com frangos de corte fêmeas.

Foram utilizadas 480 aves da linhagem Cobb em cada experimento. As aves foram adquiridas com um dia de idade e manejadas de acordo com o manual da linhagem até 21 dias de idade. A alimentação fornecida neste período seguiu as recomendações de Rostagno et al. (2005).

Ao completarem 22 dias de idades as aves foram distribuídas no delineamento experimental inteiramente ao acaso com 6 tratamentos e 8 repetições sendo a unidade experimental representada pelo boxe com 10 aves, dando início ao período experimental. O peso médio inicial das aves foi  $964,3 \pm 6,84$  g para os machos e  $842,0 \pm 7,35$  g para as fêmeas.

O período experimental teve duração de 11 dias, compreendendo a fase de criação de 22 a 33 dias de idade.

Os tratamentos consistiram de rações contendo diferentes níveis de fósforo disponível (Pd) e de cálcio (Ca), com a relação Ca:Pd mantida igual para todos os tratamentos. A relação utilizada foi a de 2:1, segundo recomendações de Rostagno et al. (2005).

Os níveis de Ca e de Pd utilizados em cada tratamento para frangos de corte machos e fêmeas estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Níveis de Ca e Pd utilizados em cada tratamento

Tratamentos	Ca (%)	Pd (%)	Relação Ca:Pd
1	0,36	0,18	2:1
2	0,50	0,25	2:1
3	0,64	0,32	2:1
4	0,78	0,39	2:1
5	0,92	0,46	2:1
6	1,06	0,53	2:1

Para a obtenção dos diferentes tratamentos, as rações foram formuladas a base de milho e farelo de soja e suplementadas com fosfato bicálcico e com calcáreo,

em substituição a areia. As exigências nutricionais das aves foram atendidas de acordo com Rostagno et al. (2005), exceto o fósforo disponível e o cálcio.

O fósforo disponível foi considerado como 33% do fósforo total, como descrito por Rostagno et al. (2005). As rações experimentais estão apresentadas na Tabela 2.

Ração e a água foram fornecidas as aves durante todo período experimental, garantindo consumo à vontade.

O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz (natural + artificial).

Durante o período experimental as temperaturas internas do galpão, mínima e máxima, foram respectivamente, 19 e 29°C. Os dados de temperatura diários estão apresentados na Tabela 3A (Apêndice).

Avaliou-se o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar e o teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos.

Ao término do experimento, 3 aves por unidade experimental foram abatidas para a retirada da tíbia. As tíbias foram desengorduradas, secas e moídas para posteriores análises de cinzas, cálcio e fósforo, segundo metodologia descrita em Silva & Queiroz (2002).

A mortalidade foi anotada diariamente para as correções de consumo de ração e conversão alimentar.

As análises químicas e bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Os valores de exigência de fósforo disponível foram estimados através de equações de regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas – SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 2007). Os dados foram submetidos à análise de variância com desdobramento dos graus de liberdade em polinômios. Os dados também foram ajustados pelo modelo Linear Response Plateau (LRP). O modelo definido para explicar os dados foi aquele que apresentou menor soma dos quadrados dos desvios (SQD) e maior coeficiente de correlação ( $R^2$ ).

Tabela 2- Composição das rações experimentais para frangos de corte machos e fêmeas, com 22 a 33 dias de idade

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	56,935	56,935	56,935	56,935	56,935	56,935
Farelo de Soja	33,947	33,947	33,947	33,947	33,947	33,947
Óleo de soja	4,478	4,478	4,478	4,478	4,478	4,478
Calcáreo	0,449	0,577	0,706	0,834	0,963	1,091
Fosfato Bicálcico	0,363	0,741	1,118	1,496	1,874	2,252
Sal	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471	0,471
Cloreto de colina	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
DL-metionina 99%	0,213	0,213	0,213	0,213	0,213	0,213
HCl-Lisina 78%	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113
L-Treonina 98%	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
BHT <sup>1</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Premix vitamínico <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Salinomicina 12% <sup>4</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Avilamicina 10% <sup>5</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte (areia)	2,700	2,194	1,688	1,182	0,675	0,169
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Composição calculada						
EM (kcal/kg)	3100	3100	3100	3100	3100	3100
<b>Fósforo disponível calculado (%)</b>	<b>0,180</b>	<b>0,250</b>	<b>0,320</b>	<b>0,390</b>	<b>0,460</b>	<b>0,530</b>
Fósforo disponível determinado (%)	0,179	0,249	0,319	0,389	0,459	0,529
<b>Cálcio calculado (%)</b>	<b>0,360</b>	<b>0,500</b>	<b>0,640</b>	<b>0,780</b>	<b>0,920</b>	<b>1,060</b>
Cálcio determinado (%)	0,360	0,500	0,640	0,780	0,920	1,060
Sódio (%)	0,205	0,205	0,205	0,205	0,205	0,205
Proteína Bruta (%)	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50
Lisina dig (%)	1,073	1,073	1,073	1,073	1,073	1,073
Met + cist dig (%)	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773	0,773
Treonina dig (%)	0,697	0,697	0,697	0,697	0,697	0,697
Triptofano dig (%)	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224	0,224
Isoleucina dig (%)	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800	0,800
Leucina dig (%)	1,645	1,645	1,645	1,645	1,645	1,645
Arginina dig (%)	1,291	1,291	1,291	1,291	1,291	1,291
Valina dig (%)	0,854	0,854	0,854	0,854	0,854	0,854
Histidina dig (%)	0,513	0,513	0,513	0,513	0,513	0,513
Fenil. + Tir. (%)	1,574	1,574	1,574	1,574	1,574	1,574

<sup>1</sup> Hidroxi-butil-tolueno – Antioxidante

<sup>2</sup> Composição por kg do produto: vit. A, 12.000.000 UI; vit. D3, 2.200.000 UI; vit. E 30.000 UI; vit. B1, 2.200mg; vit B2, 6.000 mg; vit. B6, 3.300mg; ác. pantotênico, 13.000mg; biotina, 110mg; vit. K3, 2.500 mg; ácido fólico, 1.000mg; ácido nicotínico 53.0000 mg; niacina, 25.000 mg;vit. B12, 16.000 µg; selênio, 0,25 g; antioxidante 120.000 mg; e veículo QSP., 1.000g.

<sup>3</sup> Composição por kg do produto: manganês, 75.000 mg; ferro, 20000 mg; zinco, 50.000 mg; cobre, 4.000 mg; cobalto, 200 mg; iodo 1.500 mg e veículo QSP, 1.000 g.

<sup>4</sup> Anticoccidiano

<sup>5</sup> Surmax

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar

Os resultados de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para frangos de corte machos de 22 a 33 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3- Médias de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para frangos de corte machos de 22 a 33 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio

Níveis Ca:Pd	Ganho de peso (g)	Consumo ração (g)	Conversão alimentar
0,39:0,18	906,63	1.542	1,704
0,50:0,25	899,71	1.513	1,684
0,64:0,32	935,92	1.514	1,617
0,78:0,39	910,28	1.513	1,664
0,92:0,46	894,52	1.488	1,666
1,06:0,53	949,70	1.570	1,652
Média	916,13	1.523	1,664
CV (%)	4,03	2,76	3,07
	**	**	**
Significância	NS	NS	NS

NS - Não significativo

\*\* nível de 5% de probabilidade

O ganho de peso não foi influenciado pelos níveis de fósforo na ração ( $P > 0,05$ ), indicando que o menor nível estudado foi suficiente para garantir o ganho de peso das aves (0,18% Pd). Este resultado corrobora com os dados de Yan et al. (2001), de que 0,186 e 0,163% de Pd foram necessários para otimizar um ganho de peso satisfatório e conversão alimentar para frangos de 22 a 42 dias de idade. Em contrapartida, Bunzen et al. (2007) verificaram resposta linear crescente do ganho de peso, com o aumento dos níveis de Pd dietéticos, para machos e fêmeas de 22 a 35 dias de idade.

Miles et al. (2003) também não encontraram diferenças no peso corporal de frangos machos de 21 a 42 dias de idade alimentados com 0,30; 0,38 ou 0,46% Pd, entretanto, verificaram que a excreção de fósforo aumentou com os maiores níveis de fósforo dietético (de 1,7 a 2,3%).

O consumo de ração não foi influenciado pelos níveis de fósforo na ração ( $P>0,05$ ). Yan et al. (2005) também não encontraram diferenças no consumo de ração de frangos de 0 até 32 dias de idade, de acordo os níveis de fósforo na ração (0,30 a 0,45% Pd). Da mesma forma, Bunzen et al. (2007) verificaram que o consumo de ração de frangos de corte machos e fêmeas, de 22 a 35 dias de idade, não foi influenciado pelos níveis de Pd dietéticos. Assim, como neste trabalho, Yan et al. (2005) e Bunzen et al. (2007) utilizaram a relação Ca:Pd igual a 2:1 em todos os tratamentos, o que pode ter contribuído para a resposta obtida. Por outro lado, Laurentiz et al. (2009) utilizando diversas relações Ca:Pd nas rações de frangos machos de 22 a 35 dias de idade, verificaram diferenças no consumo, sendo o menor obtido com os menores níveis de Pd na ração.

A conversão alimentar dos frangos de corte machos não foi influenciada pelos níveis de fósforo na ração ( $P>0,05$ ). Variação significativa na conversão alimentar de frangos com 22 a 35 dias de idade em função dos níveis de Pd foi verificada por Bunzen et al. (2007), que recomendaram 0,377% de Pd.

Os resultados para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para frangos de corte fêmeas estão apresentados na tabela 4.

O ganho de peso foi influenciado pelos níveis de Pd na ração ( $P<0,08$ ), aumentando de forma quadrática até o nível de 0,358% , Figura 1.

O consumo de ração não foi influenciado pelos níveis de fósforo na ração ( $P>0,05$ ).

Em relação ao consumo de ração, Venalainen et al. (2006) também não verificaram diferenças no consumo de ração, de frangos de corte machos e fêmeas, de 1 a 36 dias de idade alimentados com diferentes níveis de Pd, porém mantendo-se a relação Ca:Pd igual a 2:1. Resposta similar foi obtida por Bunzen et al. (2007), que variando os níveis de Pd e Ca dietético e mantendo a relação em 2:1 para fêmeas de 22 a 35 dias, não constataram diferenças no consumo de ração. A utilização da relação Ca:P igual a 2:1 pode evitar que a hipocalcemia ou hipercalcemia nas aves, o que poderia alterar o consumo de ração.

Tabela 4- Médias de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para frangos de corte fêmea de 22 a 33 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio

Níveis Ca:Pd	Ganho de peso (g)	Consumo ração (g)	Conversão alimentar
0,39:0,18	753,41	1.298	1,721
0,50:0,25	764,41	1.296	1,696
0,64:0,32	761,20	1.298	1,704
0,78:0,39	768,42	1.313	1,710
0,92:0,46	760,59	1.312	1,726
1,06:0,53	755,34	1.316	1,743
Média	760,56	1.305	1,716
CV (%)	2,23	2,29	1,48
	***	**	*
Significância	Q	NS	Q

NS - Não significativo, Q- quadrática

\* nível de 1% de probabilidade, \*\* nível de 5% de probabilidade, \*\*\*nível de 8% de probabilidade

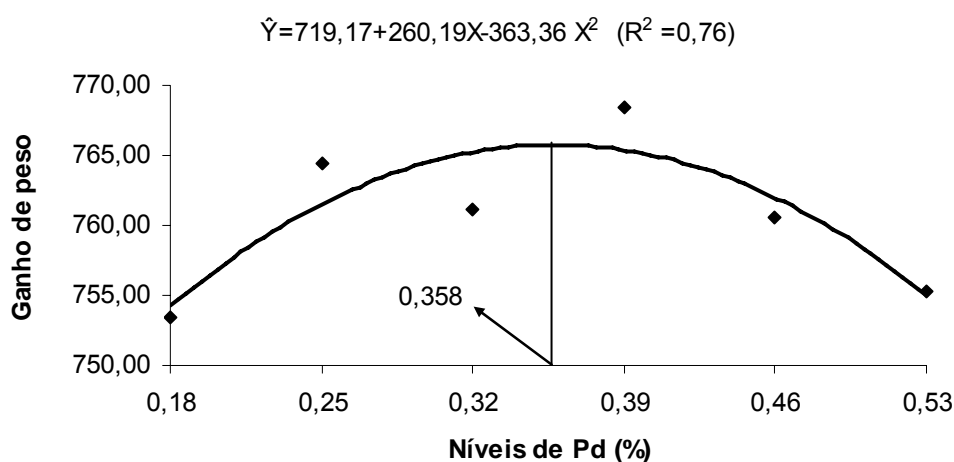


Figura 1 – Ganho de peso para frangos de corte fêmeas de 22 a 33 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

A conversão alimentar dos frangos de corte fêmeas foi influenciada de forma quadrática pelos níveis de fósforo disponível e cálcio na ração ( $P<0,01$ ), diminuindo até o nível de 0,307% Pd (Figura 2). Bunzen et al. (2007) também verificou uma variação quadrática na conversão alimentar de frangos de corte fêmeas (22 a 35 dias de idade) em função dos níveis de Pd, que recomendaram 0,341% de Pd.

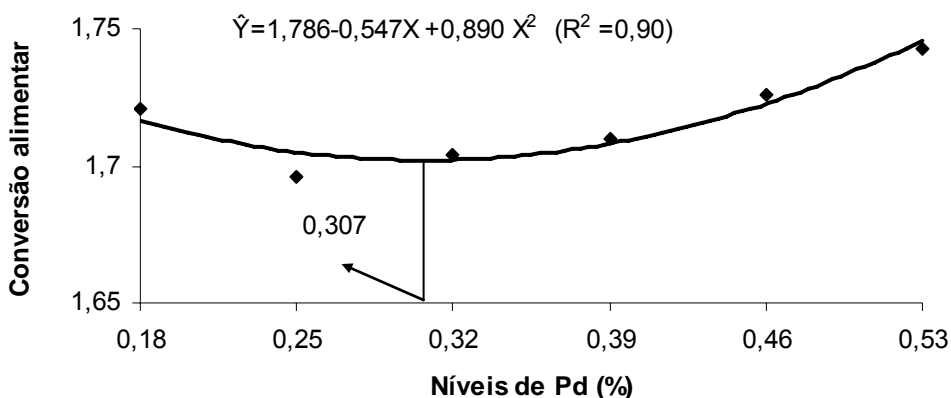


Figura 2 – Conversão alimentar para frangos de corte fêmeas de 22 a 33 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

### Parâmetros ósseos

Os parâmetros ósseos de frangos de corte machos de 22 a 33 dias de idade estão apresentados na tabela 5.

O nível de Pd da ração influenciou o teor de cinzas em porcentagem e em gramas da tibia ( $P<0,01$ ). As cinzas em porcentagem aumentaram até atingir um platô no nível de 0,394% Pd (Figura 3), enquanto as cinzas em gramas atingiram um platô com 0,358% Pd (Figura 4). Os valores de exigência obtidos são superiores ao determinado por Yan et al. (2001) que verificou 0,33% exigidos para otimizar a cinzas na tibia de frangos de 22 a 42 dia e por Rama Rao et al. (2006) que verificaram 0,30% como suficiente para otimizar a resistência à quebra da tibia e o teor de cinzas da tibia.

Oliveira (2006) verificou que a partir dos 21 dias de idade, a porcentagem de cinzas do úmero, tibia e fêmur diminui. Este fato contribui para a redução da exigência de Pd, verificada com o aumento da idade das aves.

Tabela 5- Médias do teor de cinzas, cálcio e fósforo nos ossos para frangos de corte machos de 22 a 33 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio

Níveis Ca:Pd	Cinzas		Cálcio		Fósforo	
	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(%)
0,39:0,18	49,45	1,877	16,57	0,634	7,59	0,290
0,50:0,25	49,77	1,911	17,23	0,653	8,43	0,310
0,64:0,32	50,95	2,091	17,10	0,700	8,75	0,358
0,78:0,39	51,21	2,124	17,03	0,691	8,32	0,339
0,92:0,46	51,78	2,153	17,62	0,708	8,45	0,340
1,06:0,53	51,28	2,164	17,78	0,743	8,40	0,352
Média	50,74	2,053	17,22	0,688	8,29	0,332
CV (%)	1,68	6,41	3,01	5,75	5,15	9,47
	**	**	**	**	**	**
Significância	Q/LRP	LRP	L	L	Q/LRP	LRP

LRP- Linear Response Plateau, Q – Quadrática, L-Linear

\*\* nível de 5% de probabilidade

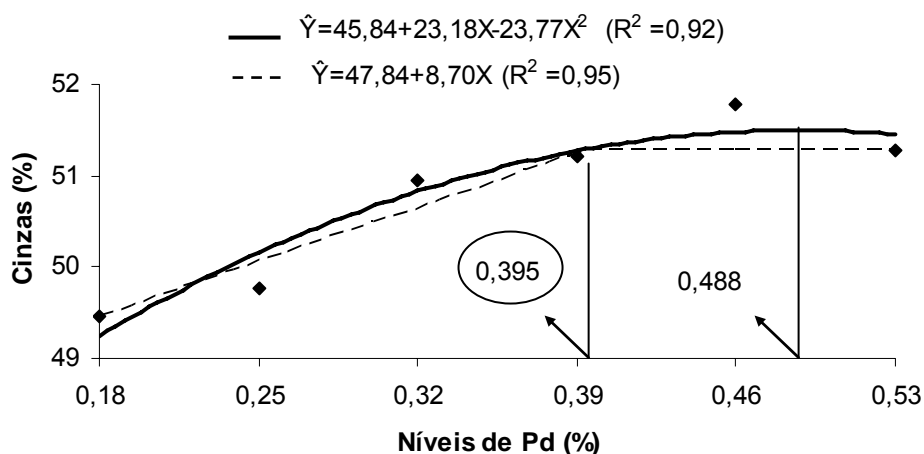


Figura 3 – Cinzas da tíbia (%) de frangos de corte machos de 22 a 33 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível. SQD –quadrática= 0,3301 ;SQD LRP=0,1737

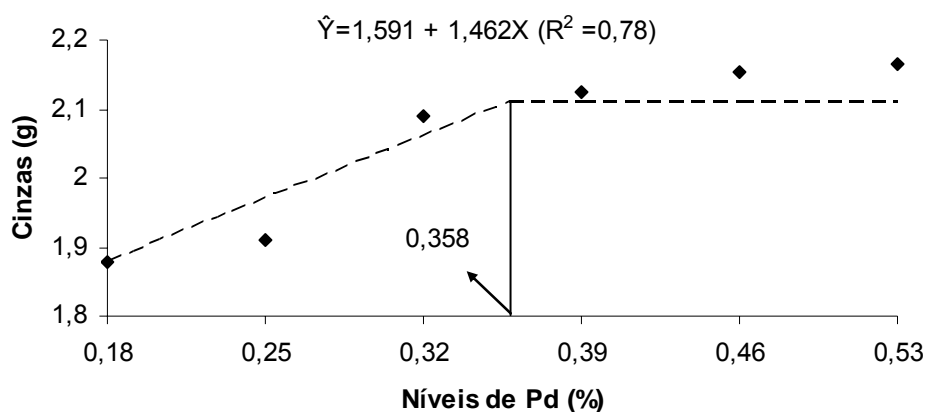


Figura 4 – Cinzas da tibia (g) de frangos de corte machos de 22 a 33 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

O teor de cálcio tanto em porcentagem quanto em gramas aumentou de forma linear ( $P < 0,01$ ) de acordo com os níveis de Pd e Ca estudados.

O teor de fósforo em porcentagem aumentou de forma quadrática ( $P < 0,05$ ), entretanto, os dados foram melhores ajustados ao modelo LRP, aumentando até atingir um platô com 0,267 % Pd (Figura 5).

A variável fósforo em gramas foi influenciada pelos níveis de Pd dietéticos ( $P < 0,05$ ) e, ajustada segundo o modelo LRP, apresentou aumento até o nível de 0,299% Pd (Figura 6).

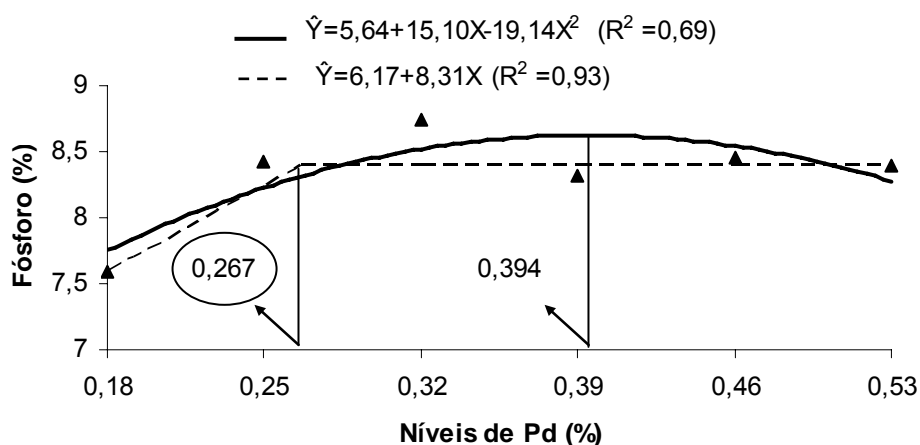


Figura 5 – Fósforo da tibia (%) de frangos de corte machos de 22 a 33 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível. SQD –quadrática= 0,2348 ;SQD LRP=0,0551

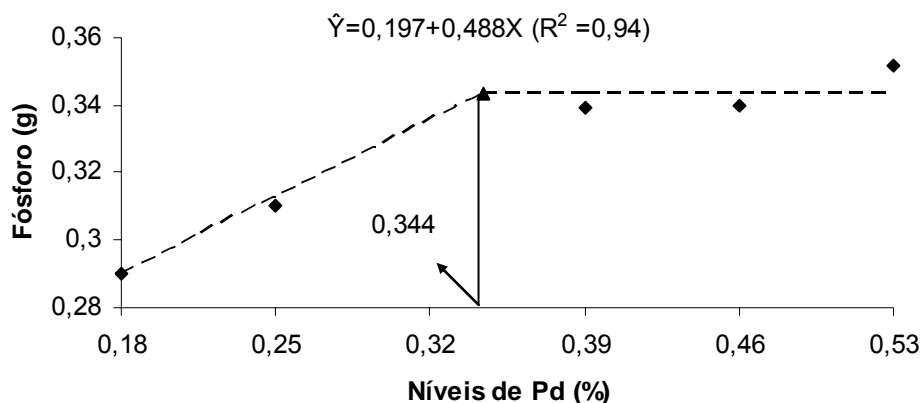


Figura 6 – Fósforo da tíbia (g) de frangos de corte machos de 22 a 33 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

Na tabela 6 estão apresentados os valores dos teores de cinzas, de cálcio e de fósforo obtidos com frangos de corte fêmeas de 22 a 33 dias de idade. Verificou-se que o teor de cinzas expresso em percentagem e em gramas foram afetados pelos tratamentos ( $P<0,01$ ), aumentando até os respectivos níveis de 0,497 e 0,469 % de Pd, de acordo com o modelo LRP (Figuras 7 e 8).

O teor de cálcio em percentagem apresentou aumento de forma quadrática ( $P<0,01$ ), porém o modelo LRP foi o que melhor se ajustou aos dados estimando a exigência em 0,295% Pd (Figura 9).

O teor de cálcio em gramas foi influenciado pelos níveis de Pd dietéticos ( $P<0,05$ ). De acordo com o ajuste dos dados pelo modelo LRP a exigência foi estimada em 0,401% (Figura 10).

Os teores de fósforo na tíbia em percentagem e em gramas foram influenciados pelos níveis de Pd ( $P<0,01$ ) e aumentaram atingindo um platô com 0,354 e 0,393% de Pd, respectivamente (Figuras 11 e 12).

Venalainen et al. (2006) também observaram que o teor de cinzas, de cálcio e de fósforo na tíbia aumentaram de forma curvilínea com o aumento dos níveis de Pd dietéticos, entretanto, os autores observaram que a concentração dietética de Pd não exerceu efeito sobre a força de quebra da tíbia.

Tabela 6- Médias do teor de cinzas, cálcio e fósforo nos ossos para frangos de corte fêmea de 22 a 33 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio

Níveis Ca:Pd	Cinzas		Cálcio		Fósforo	
	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(%)
0,39:0,18	48,88	1,443	16,70	0,494	8,46	0,250
0,50:0,25	49,85	1,524	17,07	0,522	8,69	0,266
0,64:0,32	50,43	1,554	17,85	0,551	8,57	0,265
0,78:0,39	51,36	1,679	17,29	0,569	9,11	0,300
0,92:0,46	52,31	1,727	18,02	0,593	8,73	0,287
1,06:0,53	52,69	1,739	17,40	0,574	9,05	0,298
Média	50,92	1,611	17,39	0,551	8,77	0,278
CV (%)	1,37	6,48	2,39	6,52	2,63	6,27
	*	*	*	**	*	*
Significância	LRP	LRP	Q/LRP	LRP	LRP	LRP

\* nível de 1% de probabilidade, \*\* nível de 5% de probabilidade

LRP- Linear Response Plateau, Q – Quadrática

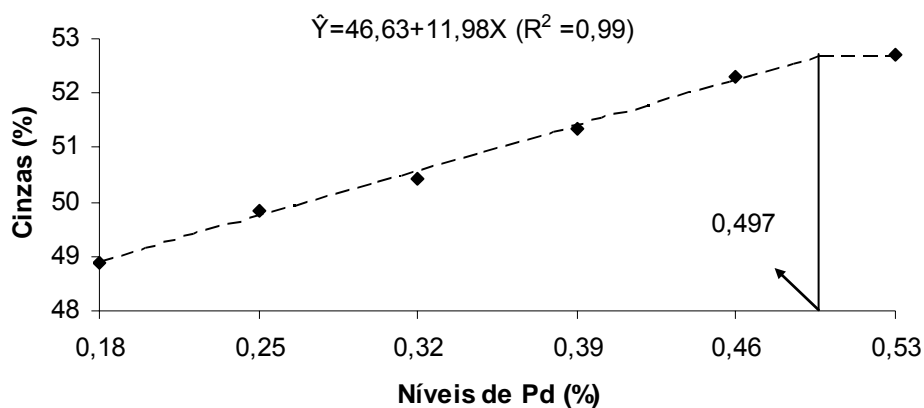


Figura 7 – Cinzas da tíbia (%) de frangos de corte fêmeas de 22 a 33 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível .

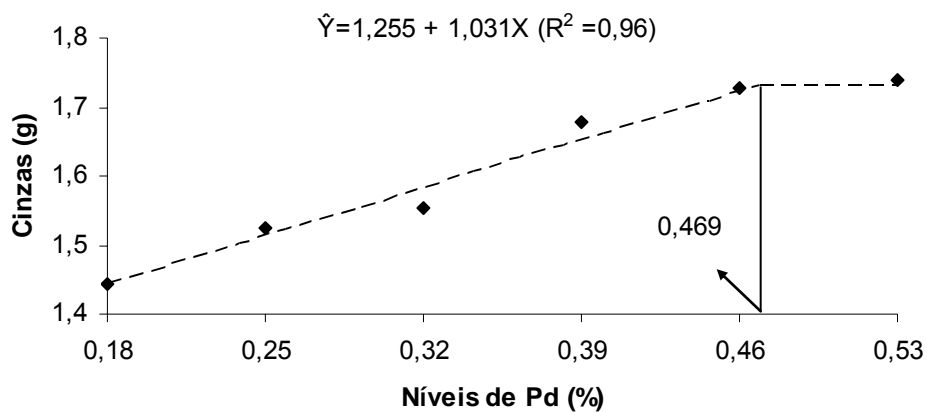


Figura 8 – Cinzas da tíbia (g) de frangos de corte fêmeas de 22 a 33 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível .

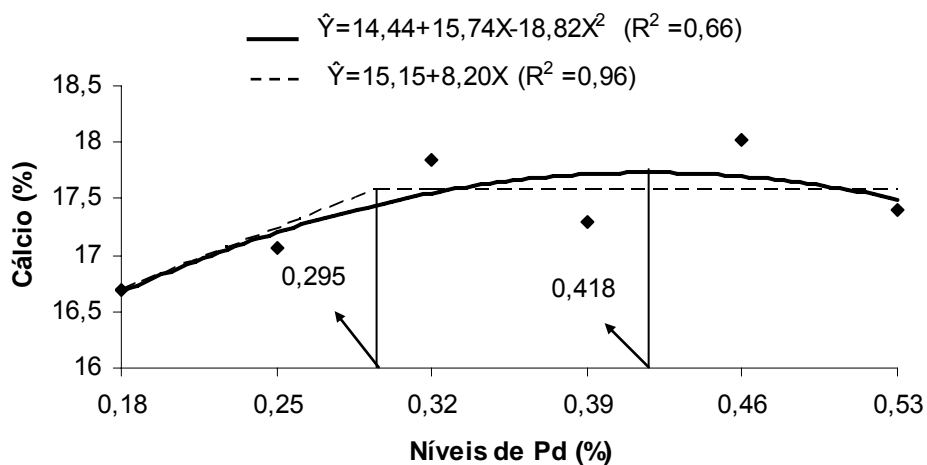


Figura 9 –Cálcio da tíbia (%) de frangos de corte fêmeas de 22 a 33 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível. SQD quadrática- 0,397; SQD LRP-0,336

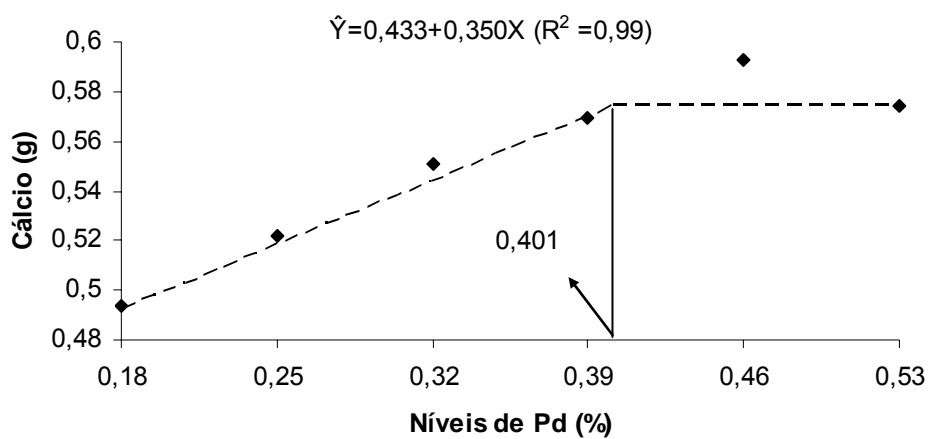


Figura 10 – Cálcio da tibia (g) de frangos de corte fêmeas de 22 a 33 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

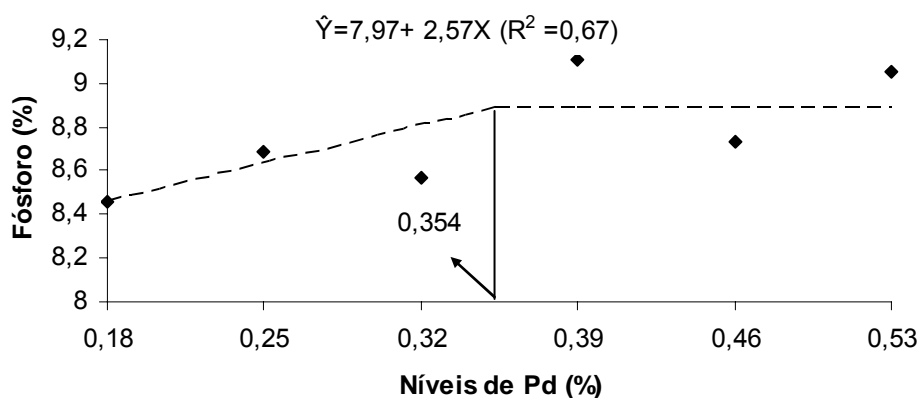


Figura 11 – Fósforo da tibia (%) de frangos de corte fêmeas de 22 a 33 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

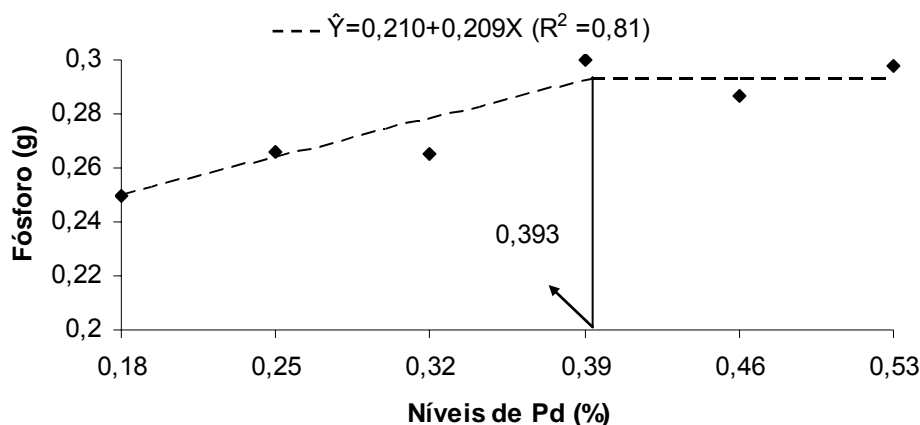


Figura 12 – Fósforo da tíbia (g) de frangos de corte fêmeas de 22 a 33 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

As exigência de Pd e de Ca de acordo com as diferentes variáveis estudadas estão apresentadas nas tabelas 5 e 6, respectivamente, para frangos de corte machos e fêmeas.

A variação nos valores de exigência de Pd obtidos é devido às diferenças das quantidades deste mineral, exigidas para maximizar parâmetros de desempenho zootécnico e parâmetros ósseos. Para frangos de corte machos, a exigência de Pd variou de 0,180% para parâmetros de desempenho e 0,395% para maximizar o teor de cinzas, sendo este último o valor recomendado. Para frangos de corte fêmeas, 0,358% de Pd foram necessários para maximizar o ganho de peso das aves e 0,497% para maximizar o teor de cinzas da tíbia. Desta forma, 0,358% de Pd foi o valor recomendado para frangos de corte fêmeas, considerando que o ganho de peso foi maximizado e não houve problemas de pernas ao se utilizar este nível na ração. Gomes et al. (2004) verificaram que os valores estimados para exigência nutricional de Pd para frangos machos de 22 a 42 dias de idade, variaram de 0,233% a 0,442%, enquanto, para as fêmeas, as exigências variaram de 0,238% a 0,454%.

O teor de cinzas da tíbia, que é influenciado pelos níveis dietéticos de Pd, tem sido uma variável utilizada como indicativo da qualidade óssea em muitos trabalhos. No entanto, Oliveira (2006) afirmou que a densidade e resistência do tecido ósseo não estão relacionadas somente com a parte inorgânica (teor de cinzas) e sim também com a parte orgânica (estrutura de colágenos). Segundo Driver et al. (2006), a incidência de tíbias e fêmures quebrados durante o processamento são

influenciados pelos níveis de cálcio e fósforo na ração. Os autores sugeriram que dietas deficientes em cálcio e fósforo afetam a integridade dos ossos do frango durante o abate e o processamento.

Diante destes dados, coloca-se em questão qual a quantidade necessária de cinzas, cálcio e fósforo nos ossos para evitar perdas na linha de processamento. De acordo com Dhandu & Angel (2003) pesquisas adicionais precisam ser realizadas para determinar a correlação entre o teor de cinzas nos ossos e a incidência de ossos quebrados e perdas de carcaça na linha de processamento. Segundo Yan et al. (2005) é importante que se forneça às aves quantidades destes minerais que minimizem perdas durante processamento, devido à ruptura de ossos ou ossos fracos. No entanto, não está definido se o máximo de cinzas nos ossos é necessário para mínimas perdas nas plantas de processamento.

Tabela 7- Exigência de fósforo disponível e de cálcio para frangos de corte machos, de 22 a 33 dias de idade, de acordo com os modelos Quadrático, Linear Response Plateau e Linear

Variável	Modelo	Equação	Platô	Exigência Ca: Pd (%)	SQD	R <sup>2</sup>
Cinzas (%)	Quadrático	$\hat{Y}=45,84 +23,18 X- 23,77X^2$	$\hat{Y} =51,49$	0,976: 0,488	0,3301	0,92
	LRP	$\hat{Y}= 47,84 + 8,70 X$	$\hat{Y} = 51,28$	0,790: 0,395	0,1737	0,95
Cinzas (g)	LRP	$\hat{Y}=1,591 + 1,462X$	$\hat{Y} =2,11$	0,716:0,358	0,0057	0,78
Cálcio (%)	Linear	$\hat{Y}= 16,18 + 2,91X$		$\geq 1,06: 0,53$	0,2203	0,76
Cálcio (g)	Linear	$\hat{Y}= 0,586+ 0,286X$		$\geq 1,06: 0,53$	0,0006	0,91
Fósforo (%)	Quadrático	$\hat{Y}=5,64 +15,10X- 19,14X^2$	$\hat{Y} =8,62$	0,788:0,394	0,2348	0,69
	LRP	$\hat{Y}= 6,17 +8,31X$	$\hat{Y} =8,39$	0,532:0,266	0,0551	0,93
Fósforo (g)	LRP	$\hat{Y}=0,197 +0,488X$	$\hat{Y} =0,3437$	0,600:0,300	0,0001	0,94

Tabela 8- Exigência de fósforo disponível e de cálcio para frangos de corte fêmeas, de 22 a 33 dias de idade, de acordo com os modelos Quadrático e Linear Response Plateau

Variável	Modelo	Equação	Platô	Exigência Ca: Pd (%)	SQD	R <sup>2</sup>
GP	Quadrático	$\hat{Y} = 719,17 + 260,19 X - 363,36 X^2$	$\hat{Y} = 765,75$	0,716:0,358	36,61	0,76
CA	Quadrático	$\hat{Y} = 1,78 - 0,547 X + 0,890 X^2$	$\hat{Y} = 1,696$	0,614 : 0,307	0,00013	0,90
Cinzas (%)	LRP	$\hat{Y} = 46,63 + 11,98 X$	$\hat{Y} = 52,68$	0,994:497	0,0410	0,99
Cinzas (g)	LRP	$\hat{Y} = 1,255 + 1,031 X$	$\hat{Y} = 1,73$	0,938:0,469	0,0016	0,96
Cálcio (%)	Quadrático	$\hat{Y} = 14,44 + 15,74 X - 18,82 X^2$	$\hat{Y} = 17,73$	0,836:418	0,3972	0,66
	LRP	$\hat{Y} = 15,15 + 8,20 X$	$\hat{Y} = 17,57$	0,590:0,295	0,0264	0,96
Cálcio (g)	Quadrático	$\hat{Y} = 0,355 + 0,919 X - 0,931 X^2$	$\hat{Y} = 0,582$	0,988:0,494	0,0002	0,96
	LRP	$\hat{Y} = 0,433 + 0,350 X$	$\hat{Y} = 0,574$	0,802:0,401	0,00004	0,99
Fósforo (%)	LRP	$\hat{Y} = 7,97 + 2,57 X$	$\hat{Y} = 8,89$	0,714:0,357	0,0774	0,67
Fósforo (g)	LRP	$\hat{Y} = 0,210 + 0,209 X$	$\hat{Y} = 0,293$	0,786:0,393	0,0002	0,81

## CONCLUSÕES

Para frangos de corte machos de 22 a 33 dias de idade, recomenda-se a utilização de 0,395% de fósforo disponível e 0,790% de cálcio na ração, correspondendo ao consumo de 6,57mg Pd/g ganho de peso e 13,14mg Ca/g ganho de peso.

Para frangos de corte fêmeas de 22 a 33 dias de idade recomenda-se a utilização de 0,358% de fósforo disponível e 0,716% de cálcio na ração correspondendo ao consumo de 6,10mg Pd/ ganho de peso e 12,20 mg Ca/g ganho de peso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BUNZEN, S.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; et al. Calcium and available phosphorus levels at 2:1 ratio for growing broiler chickens. In: **Poultry Science Joint Meeting**, San Antonio. Joint Meeting Abstracts. v. 86. p.73, 2007.

DHANDU, A.S. & ANGEL, R. Broiler nonphytin phosphorus requirement in the finisher and withdrawal phases of a commercial four-phase feeding system. **Poultry Science**, v.82, p.1257–1265, 2003.

DRIVER, J.P.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I.; et al. The Effect of Feeding Calcium- and Phosphorus-Deficient Diets to Broiler Chickens During the Starting and Growing-Finishing Phases on Carcass Quality. **Poultry Science**, v.85, p.1939–1946, 2006.

GOMES, P.C.; RUNHO, R.C.; D'AGOSTINI, P.; et al. 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).

LAURENTIZ, A.C.; JUNQUEIRA, O.M.; FILARDI, R.S.; 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. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.10, p.1938-1947, 2009.

MILES, D.M.; SISTANI, K.R.; ROWE, D.R.; et al. Rearing Temperature Is Inconsequential to Broiler Phosphorus Excretion. **J. Appl. Poult. Res.** v.12, p.389–393, 2003.

OLIVEIRA, A.F.G. **Estudo do padrão de crescimento ósseo em frangos de corte de diferentes grupos genéticos criados em duas densidades populacionais.** Dissertação de Mestrado. UEM: Paraná, 73p., 2006.

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.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV. 2005.186p.

SILVA, D.J. & QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: UFV, IMP. Univ., 235p., 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 9.1. Viçosa, MG, 2007.

VENALAINEN, E.; VALAJA, J.; JALAVA, T. Effects of dietary metabolisable energy, calcium and phosphorus on bone mineralisation, leg weakness and performance of broiler chickens. **British Poultry Science**, v.47, n.3, p. 301—310, 2006.

YAN, F.; KERSEY, J.H.; WALDROUP, P.W. Phosphorus requirements of broiler chicks three to six weeks of age as influenced by phytase supplementation. **Poultry Science**, v.80, p.455–459, 2001.

YAN, F.; ANGEL, R.; ASHWELL, C.; et al. Evaluation of the broiler's ability to adapt to an early moderate deficiency of phosphorus and calcium. **Poultry Science**, v.84, p.1232–1241, 2005.

## CAPÍTULO 4

### **EXIGÊNCIA DE FÓSFORO DISPONÍVEL PARA FRANGOS DE CORTE MACHOS E FÊMEAS DE 34 A 46 DIAS DE IDADE**

**RESUMO-** Foram realizados dois experimentos, sendo um com frangos de corte machos e outro com frangos de corte fêmeas, com 33 a 46 dias de idade para se determinar as exigências de fósforo disponível mantendo-se a relação cálcio:fósforo disponível em 2:1. Os experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa no período de 21 de fevereiro a 03 de março de 2008. Utilizou-se 480 aves em cada experimento, da linhagem Cobb. Ao 33º dia de idade, as aves foram distribuídas nos tratamentos dando início ao período experimental. Em ambos os experimentos o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com 6 tratamentos e 8 repetições sendo a unidade experimental representada pelo boxe com 10 aves. Os níveis de Ca e Pd utilizados em cada tratamento foram: 0,340 e 0,170; 0,480 e 0,240; 0,620 e 0,310; 0,760 e 0,380; 0,900 e 0,450; 1,040 e 0,520%. A relação utilizada foi a de 2:1, segundo recomendações de Rostagno et al. (2005). Os parâmetros avaliados foram ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos. O ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar não foram influenciados pelos níveis de Pd e Ca estudados ( $P > 0,05$ ) para frangos de corte machos. O ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar não diferiram de acordo com os tratamentos para frangos de corte fêmeas ( $P > 0,05$ ). As cinzas em percentagem da tibia dos frangos de corte machos foram influenciadas pelos níveis de Pd na ração ( $P < 0,05$ ) e de acordo com o modelo LRP a exigência de Pd foi estimada em 0,319%; o teor de fósforo em percentagem aumentou de forma quadrática até o nível de 0,279 %Pd. Os demais parâmetros avaliados não foram influenciados pelos níveis de Pd e Ca na ração ( $P > 0,05$ ). Para frangos de corte fêmeas o teor de cinzas em percentagem não foi influenciado pelos níveis de fósforo disponível na ração ( $P > 0,05$ ). O teor de cinzas em gramas aumentou, atingindo um platô com 0,256% de Pd; os teores de fósforo e de cálcio em percentagem não foram influenciados pelos níveis de Pd e Ca na ração ( $P > 0,05$ ). Estas variáveis quando foram expressas em gramas aumentaram de forma quadrática. Para frangos de corte

machos de 34 a 46 dias de idade, recomenda-se a utilização de 0,319% de fósforo disponível e 0,638% de cálcio na ração, correspondendo ao consumo de 7,44mg Pd/g ganho de peso e 14,88 mg Ca/g ganho de peso, neste período. Para frangos de corte fêmeas de 34 a 46 dias de idade recomenda-se a utilização de 0,256% de fósforo disponível e 0,512% de cálcio na ração correspondendo ao consumo de 6,21mg Pd/ganho de peso e 12,42 mg Ca/g ganho de peso, neste período.

## INTRODUÇÃO

A avicultura é uma atividade que encontra em constante expansão, apresentando dinâmica evolução no tocante ao melhoramento genético, manejo e nutrição das aves. Isto tem resultado na redefinição da exigência de diversos nutrientes pelas aves, entre eles o fósforo.

Os minerais exercem funções biológicas importantes no organismo animal, sendo que o fósforo é um dos macrominerais considerados essenciais para as aves. O fósforo participa da formação do tecido esquelético, das membranas celulares, da estrutura dos ácidos nucleicos, do equilíbrio ácido-básico e da transferência de energia.

Muitos fatores interagem influenciando a utilização de fósforo pelas aves, como o nível de cálcio na dieta e sua relação com o fósforo, a forma de inclusão do fósforo (orgânico ou inorgânico), adição da fitase, alimento utilizado nas rações, aditivos como vitamina D, ácidos orgânicos, temperatura ambiental, idade, sexo. Entretanto, a redução dos níveis de fósforo e de cálcio nas rações de frangos tem sido uma tendência observada em várias pesquisas.

De acordo com Rostagno et al. (2005), a exigência de Pd para frangos de corte machos e fêmeas de 34 a 42 dias de idade, é respectivamente, 0,380 e 0,356%.

A exigência de fósforo e de cálcio para frangos de corte tem sido o objetivo de estudo em varias pesquisas. No entanto, apesar do conhecimento sobre a importância da relação entre esses minerais na dieta, os autores nem sempre tem isolado este fator na determinação da exigência de fósforo. A utilização de diferentes relações de Ca:Pd podem influenciar em respostas de exigência de fósforo. Desta forma, ao se determinar a exigência de fósforo disponível pelas aves, é importante que se considere uma única relação entre esses minerais em todas as rações experimentais, evitando conclusões equivocadas devido às diferentes relações de Ca:Pd.

Este experimento foi realizado para se determinar as exigências de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas, na fase de criação compreendida entre 33 a 46 dias de idade, utilizando a relação Ca:Pd igual a 2:1.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, sendo um com frangos de corte machos e outros com frangos de corte fêmeas, com 33 a 46 dias de idade. Os experimentos foram conduzidos no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa no período de 21 de fevereiro a 03 de março de 2008.

Utilizou-se 480 aves em cada experimento, da linhagem Cobb. As aves foram adquiridas com um dia de idade, criadas de acordo com o manual da linhagem até 32 dias de idade e alimentadas segundo as recomendações de Rostagno et al. (2005). Ao 33º dia de idade as aves foram distribuídas nos tratamentos dando início ao período experimental. Em ambos os experimentos o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso com 6 tratamentos e 8 repetições sendo a unidade experimental representada pelo boxe com 10 aves.

O peso médio inicial dos frangos de corte machos e fêmeas foram, respectivamente,  $1909 \pm 11,40$  g e  $1598 \pm 12,90$  g.

Os tratamentos estudados foram compostos por diferentes níveis de fósforo disponível (Pd) e de cálcio (Ca) na ração, com a relação Ca:Pd mantida igual para todos os tratamentos, A relação utilizada foi a de 2:1, segundo recomendações de Rostagno et al. (2005).

Os níveis de Ca e de Pd utilizados em cada tratamento para frangos de corte machos e fêmeas estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Níveis de Ca e Pd utilizados em cada tratamento

Tratamentos	Ca (%)	Pd (%)	Relação Ca:Pd
1	0,34	0,17	2:1
2	0,48	0,24	2:1
3	0,62	0,31	2:1
4	0,76	0,38	2:1
5	0,90	0,45	2:1
6	1,04	0,52	2:1

As rações foram formuladas a base de milho e farelo de soja e suplementadas com fosfato bicálcico e com calcáreo, em substituição areia, para a obtenção dos níveis de Pd e Ca a serem estudados. Com exceção do fósforo disponível e do cálcio,

todas as exigências nutricionais das aves foram atendidas de acordo com Rostagno et al. (2005),

O fósforo disponível foi considerado como 33% do fósforo total, como descrito por Rostagno et al. (2005). As rações experimentais estão apresentadas na Tabela 2.

Ração e a água foram fornecidas a vontade durante todo período experimental.

O programa de luz adotado foi de 24 horas de luz (natural + artificial),

Durante o período experimental as temperaturas internas do galpão, mínima e máxima, foram respectivamente, 20 e 28°C. Os dados de temperatura diários estão apresentados na tabela 4A (Apêndice).

Os parâmetros avaliados foram ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos.

Ao término do experimento, 3 aves por unidade experimental foram abatidas para a retirada da tíbia. As tíbias foram desengorduradas, secas e moídas para posteriores análises de cinzas, cálcio e fósforo.

A mortalidade foi anotada diariamente para as correções de consumo de ração e conversão alimentar.

As análises químicas e bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa e foram realizadas segundo os métodos descritos em Silva & Queiroz (2002).

Os valores de exigência de fósforo disponível foram estimados através de equações de regressão, por intermédio do Sistema de Análises Estatísticas – SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 2007). Os dados foram submetidos à análise de variância com desdobramento dos graus de liberdade em polinômios. Os dados também foram ajustados pelo modelo Linear Response Plateau (LRP), O modelo definido para explicar os dados foi aquele que apresentou menor soma dos quadrados dos desvios (SQD) e maior coeficiente de correlação ( $R^2$ ).

Tabela 2- Composição das rações experimentais para frangos de corte machos e fêmeas, com 34 a 46 dias de idade

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho	61,151	61,151	61,151	61,151	61,151	61,151
Farelo de Soja	29,723	29,723	29,723	29,723	29,723	29,723
Óleo de soja	4,481	4,481	4,481	4,481	4,481	4,481
Calcáreo	0,440	0,569	0,697	0,826	0,954	1,082
Fosfato Bicálcico	0,336	0,714	1,091	1,469	1,847	2,225
Sal	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443	0,443
Cloreto de colina	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
DL-metionina 99%	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204
HCl-Lisina 78%	0,169	0,169	0,169	0,169	0,169	0,169
L-Treonina 98%	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032	0,032
BHT <sup>1</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Premix vitamínico <sup>2</sup>	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Premix mineral <sup>3</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Salinomicina 12% <sup>4</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Inerte (areia)	2,700	2,195	1,689	1,182	0,676	0,170
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Composição calculada						
EM (kcal/kg)	3150	3150	3150	3150	3150	3150
<b>Fósforo disponível</b>	<b>0,170</b>	<b>0,240</b>	<b>0,310</b>	<b>0,380</b>	<b>0,450</b>	<b>0,520</b>
<b>calculado (%)</b>						
Fósforo disponível determinado (%)	0,169	0,239	0,309	0,379	0,449	0,519
<b>Cálcio calculado (%)</b>	<b>0,340</b>	<b>0,480</b>	<b>0,620</b>	<b>0,760</b>	<b>0,900</b>	<b>1,040</b>
Cálcio determinado (%)	0,340	0,480	0,620	0,760	0,900	1,040
Sódio (%)	0,194	0,194	0,194	0,194	0,194	0,194
Proteína Bruta (%)	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Lisina dig (%)	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017
Met + cist dig (%)	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732	0,732
Treonina dig (%)	0,661	0,661	0,661	0,661	0,661	0,661
Triptofano dig (%)	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203	0,203
Isoleucina dig (%)	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730	0,730
Leucina dig (%)	1,550	1,550	1,550	1,550	1,550	1,550
Arginina dig (%)	1,171	1,171	1,171	1,171	1,171	1,171
Valina dig (%)	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788	0,788
Histidina dig (%)	0,477	0,477	0,477	0,477	0,477	0,477
Fenil. + Tir. (%)	1,449	1,449	1,449	1,449	1,449	1,449

<sup>1</sup> Hidroxi-butil-tolueno –Antioxidante

<sup>2</sup> Composição por kg do produto: vit. A, 12.000.000 UI; vit. D3, 2.200.000 UI; vit. E 30.000 UI; vit. B1, 2.200mg; vit B2, 6.000 mg; vit. B6, 3.300mg; ác. pantotênico, 13.000mg; biotina, 110mg; vit. K3, 2.500 mg; ácido fólico, 1.000mg; ácido nicotínico 53.0000 mg; niacina, 25.000 mg;vit. B12, 16.000 µg; selênio, 0,25 g; antioxidante 120.000 mg; e veículo QSP., 1.000g.

<sup>3</sup> Composição por kg do produto: manganês, 75.000 mg; ferro, 20000 mg; zinco, 50.000 mg; cobre, 4.000 mg; cobalto, 200 mg; iodo 1.500 mg e veículo QSP, 1.000 g.

<sup>4</sup> Anticoccidiano

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar

As médias de ganho de peso, de consumo de ração e de conversão alimentar para frangos de corte machos de 34 a 46 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível (Pd) e de cálcio (Ca) estão apresentadas na tabela 3.

Tabela 3- Médias de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para frangos de corte machos de 34 a 46 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio

Níveis Ca:Pd	Ganho de peso (g)	Consumo ração (g)	Conversão alimentar
0,34: 0,17	878,58	2.036	2,320
0,48:0,24	898,27	2.022	2,256
0,62:0,31	931,50	2.182	2,342
0,76:0,38	895,12	2.092	2,342
0,90:0,45	848,96	2.069	2,440
1,04:0,52	895,88	2.058	2,299
Média	891,38	2.077	2,333
CV (%)	4,96	3,93	3,97
	**	**	**
Significância	NS	NS	NS

\*\* nível de 5% de probabilidade

NS- Não significativa

Os níveis de fósforo disponível na ração não influenciaram o ganho de peso dos frangos de corte machos ( $P>0,05$ ).

O consumo de ração e a conversão alimentar não foram influenciados pelos níveis de Pd estudados ( $P>0,05$ ). Esses resultados verificados são similares com os encontrados por Gomes et al. (1994), Gomes et al. (2004) e Rama Rao et al. (2006) que não constataram influência dos níveis de Pd sobre o consumo de frangos de corte na fase final de crescimento.

Os níveis de Pd que foram suficientes para garantir o desempenho das aves são menores do que os recomendados por Rostagno et al. (2005), de 0,380 % Pd para

frangos de corte machos de 34 a 42 dias de idade. Alguns fatores podem interferir nos níveis recomendados destes minerais, como o modelo estatístico utilizado, a idade das aves, os ingredientes utilizados na ração, o nível de cálcio utilizado nas rações. Outro fator determinante é a variável escolhida para a determinação das exigências, pois, os níveis exigidos para desempenho são menores do que os níveis exigidos para variáveis ósseas.

Diversos autores também obtiveram baixos valores de exigência de Pd. Dhandu & Angel (2003) concluíram que, de acordo com o peso das cinzas na tíbia, a exigência de Pd foi de  $0,20 \pm 0,01\%$  na fase de 32 a 42 dias. Se o desempenho fosse o critério adotado pelos autores, a exigência de Pd seria 0,15%. Yan et al. (2003) verificaram que 0,10% Pd foi suficiente para maximizar o ganho de peso e a conversão alimentar de frangos com 42 a 49 dias de idade.

Os baixos valores de exigência obtidos são devido à redução das necessidades deste mineral com o aumento da idade, e em parte pela utilização da relação Ca:Pd igual a 2:1, pois, desde que o cálcio não esteja em excesso, valores de exigência de Pd obtidos podem ser reduzidos. Yan et al. (2004) verificaram que o ganho de peso, a conversão alimentar e a mortalidade de frangos de corte machos não foram prejudicados quando se utilizou 0,25% Pd para 22 a 42, seguido de 0,15% Pd de 43 a 63 dias de idade, quando estes foram alimentados com 0,50% de 1 a 21 dias, evidenciando que, as aves necessitam de maior quantidade de fósforo na fase inicial, sendo que na fases de crescimento terminação esta quantidade pode ser reduzida.

Na tabela 4 estão apresentadas as médias de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para frangos de corte fêmeas de 34 a 46 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio na ração.

O ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar não diferiram de acordo com os tratamentos para frangos de corte fêmeas ( $P>0,05$ ), podendo-se inferir que 0,17% Pd foi suficiente para garantir o crescimento satisfatório das aves. Este valor é inferior ao sugerido por Rostagno et al. (2005), de 0,362 % Pd para frangos de corte fêmeas de 34 a 42 dias de idade.

Tabela 4- Médias de ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar para frangos de corte fêmeas de 34 a 46 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio

Níveis Ca:Pd	Ganho de peso (g)	Consumo ração (g)	Conversão alimentar
0,34: 0,17	707,30	1.728	2,443
0,48:0,24	716,93	1.730	2,416
0,62:0,31	691,48	1.701	2,458
0,76:0,38	714,63	1.724	2,414
0,90:0,45	720,27	1.749	2,433
1,04:0,52	722,36	1.725	2,393
Média	712,16	1.726	2,426
CV (%)	4,50	4,03	3,11
	**	**	**
Significância	NS	NS	NS

\*\* nível de 5% de probabilidade

NS- Não significativa

A tendência de redução dos níveis de Pd na ração tem sido observada principalmente nas últimas fases de criação. Resultados obtidos por Karimi (2006) indicam que na fase final (41 a 50 dias de idade) o ganho de peso, a conversão alimentar e o consumo de ração não são afetados pelos níveis de fósforo dietético. De acordo com e Kheiri e Rahmani (2006), a redução de cálcio e fósforo na dieta reduz o pH intestinal, aumentando o número de lactobacilos, o comprimento da borda em escova do epitélio intestinal e reduzindo a espessura do intestino, sendo estes fatores responsáveis pela melhora da absorção e da conversão alimentar.

A redução da exigência de fósforo de acordo com a idade das aves pode ser explicada pela menor mineralização óssea nesta fase. Barreiro et al. (2009) afirmaram que o teor de cinzas, cálcio e fósforo nos ossos atinge o valor máximo aos 22 dias de idade. Aliado a isso, as aves mais velhas são capazes de utilizar o fósforo fítico de forma mais eficiente. Maenz & Classen (1998) compararam a atividade da fitase intestinal em galinhas poedeiras com 50 semanas de idade com frangos aos 28 dias de idade e verificaram que a atividade da fitase foi 35% maior nas poedeiras do que nos frangos, o que os autores atribuíram ao maior tamanho corporal e da

superfície da mucosa do intestino delgado da galinha mais velha. A maior área de superfície e, portanto, a maior atividade total da fitase na borda em escova do intestino delgado pode melhorar a eficiência da hidrólise do fitato e é consistente com a utilização mais eficiente de fósforo fítico nas galinhas poedeiras.

Skinner et al. (1992) estudaram a remoção dos suplementos de cálcio e fósforo na ração de frangos na fase final (42 a 49 dias de idade) e concluíram que esta prática não afetou o ganho de peso, o consumo de ração, a conversão alimentar, a mortalidade e o comprimento e diâmetro da tíbia, a retirada do calcáreo diminui a resistência do osso à quebra. No entanto, os autores alertam que durante o stress por calor a redução de Ca e P deve ser cautelosa. Corroborando com estes autores, Waldroup (1999) afirmou que durante os últimos estágios de produção, quando significativa quantidade de ração é consumida, há pouca, ou nenhuma, necessidade de suplementação de fósforo em dietas de frangos de corte a base de milho e farelo de soja. Visto que a alimentação na última fase de criação corresponde a aproximadamente 36% do total de ração consumida durante toda a fase de criação, reduções nas quantidades de cálcio e fósforo nesta fase podem contribuir para a redução de custos de produção.

### **Parâmetros ósseos**

Os resultados dos parâmetros ósseos dos frangos de corte machos estão apresentados na tabela 5.

As cinzas em percentagem foram influenciadas pelos níveis de Pd na ração ( $P < 0,05$ ). De acordo com o ajuste realizado pelo modelo LRP a exigência de Pd foi estimada em 0,319% (Figura 2). Esta mesma variável, quando expressa em gramas, não apresentou diferenças significativas de acordo com os tratamentos ( $P > 0,05$ ). Estes resultados são similares aos apresentados por Yan et al. (2003), que verificaram a necessidade de 0,31% Pd para maximizar o teor de cinzas (%) na tíbia de frangos com 42 a 49 dias de idade.

Tabela 5- Médias do teor de cinzas, cálcio e fósforo nos ossos para frangos de corte machos de 34 a 46 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio

Níveis Ca:Pd	Cinzas		Cálcio		Fósforo	
	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(%)
0,34: 0,17	50,28	1,582	18,85	0,572	8,87	0,270
0,48:0,24	51,33	1,521	18,91	0,559	9,19	0,263
0,62:0,31	52,30	1,625	18,28	0,570	9,09	0,283
0,76:0,38	52,54	1,578	19,30	0,579	8,96	0,269
0,90:0,45	52,45	1,614	18,38	0,569	8,49	0,258
1,04:0,52	52,32	1,603	18,01	0,540	8,03	0,241
Média	51,87	1,604	18,62	0,565	8,77	0,264
	*	**	**	**	*	**
CV (%)	1,17	9,24	2,74	9,40	2,32	10,26
Significância	Q/LRP	NS	NS	NS	Q	NS

\* nível de 1% de probabilidade, \*\*nível de 5% de probabilidade  
LRP- Linear Response Plateau, Q – Quadrática, NS – Não significativa

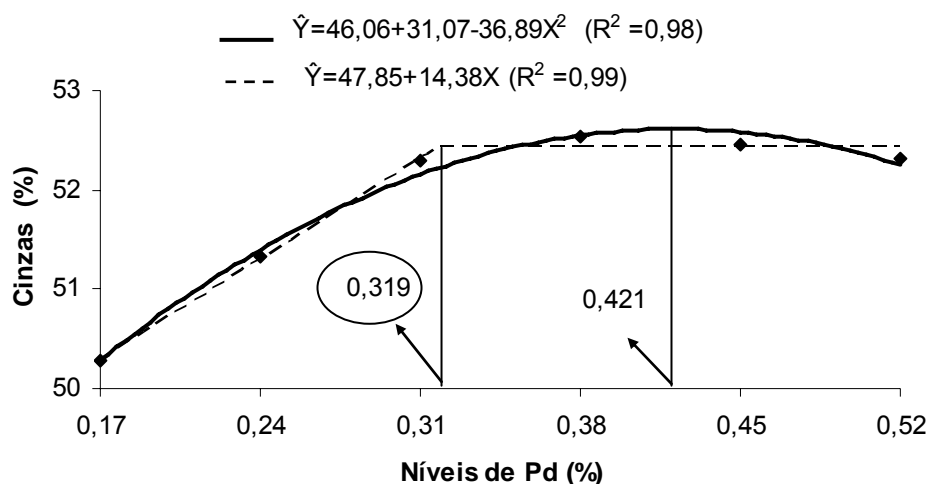


Figura 2 – Cinzas da tíbia (%) de frangos de corte machos de 34 a 46 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível. SQD quadrática- 0,0045; SQD LRP-0,0025

A redução no teor de cinzas da tíbia de acordo com níveis dietéticos de fósforo também foi relatada por Viveros et al. (2002) que afirmaram haver uma redução de 4,9% com menor nível estudado (0,35 vs 0,27% Pd). Resposta similar de redução no teor de cinzas de acordo com níveis de Pd na dieta foram observadas por Dhandu & Angel (2003), em frangos alimentados com 0,15 % Pd em comparação aos alimentados com 0,31% Pd, embora a resistência à quebra das tíbias não tenha diferido. Entretanto, Rama Rao et al. (2006), afirmaram que a quantidade de cinzas na tíbia de frangos de corte é máxima quando a relação Ca:Pd é mantida em 2:1, independente dos níveis desses minerais na dieta.

O teor de fósforo em percentagem aumentaram de forma quadrática até o nível de 0,279% Pd ( $P < 0,01$ ) (Figura 3).

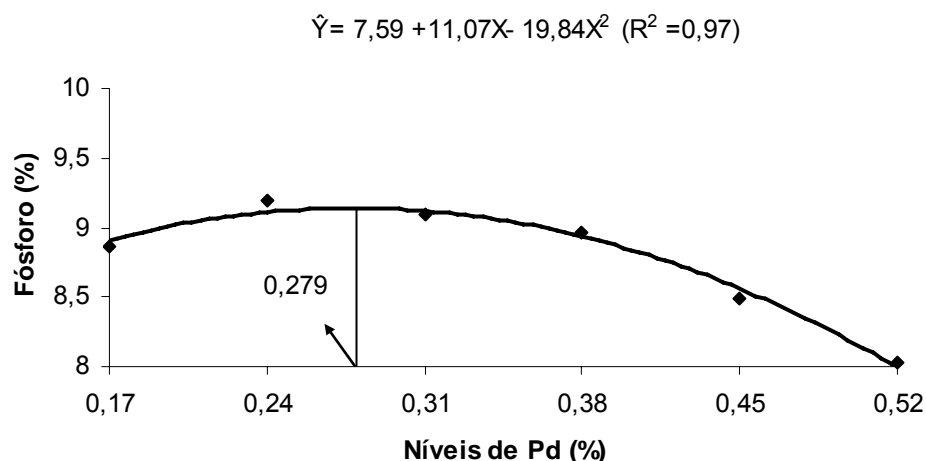


Figura 3 – Fósforo da tíbia (%) de frangos de corte machos de 34 a 46 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

Os demais parâmetros avaliados não foram influenciados pelos níveis de Pd e Ca na ração ( $P > 0,05$ ). Corroborando com estes resultados, Maia (2009) observaram que os níveis de Pd estudados não influenciaram a porcentagem nem a quantidade em gramas de cálcio no osso de frangos de 22 a 42 dias de idade.

Kheiri e Rahmani (2006) avaliando a redução dos níveis de Ca e Pd propostos pelo NRC (1994) em 10, 20 e 30% verificaram que aos 42 dias de idade não houve diferença no teor de fósforo na tíbia e que o teor de Ca da tíbia foi menor apenas quando se utilizou o nível de 30% abaixo daqueles propostos pelo NRC (1994).

Os resultados dos parâmetros ósseos dos frangos de corte fêmeas estão apresentados na tabela 6.

Tabela 6- Médias do teor de cinzas, cálcio e fósforo nos ossos para frangos de corte fêmeas de 34 a 46 dias de idade, de acordo com diferentes níveis de fósforo disponível e de cálcio

Níveis Ca: Pd	Cinzas		Cálcio		Fósforo	
	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(%)
0,34: 0,17	51,38	1,029	17,60	0,354	8,31	0,168
0,48:0,24	52,54	1,343	17,62	0,433	8,94	0,223
0,62:0,31	52,78	1,393	17,08	0,442	8,78	0,227
0,76:0,38	52,69	1,431	17,91	0,500	8,41	0,234
0,90:0,45	52,74	1,447	17,46	0,470	8,68	0,236
1,04:0,52	52,85	1,442	18,31	0,465	9,05	0,242
Média	52,50	1,348	17,66	0,444	8,70	0,222
CV (%)	1,63	8,52	2,05	8,84	2,51	10,22
	**	*	**	**	**	**
Significância	NS	Q/LRP	NS	Q/LRP	NS	Q

LRP- Linear Response Plateau, Q – Quadrática, NS- Não significativa

\*\* nível de 5% de probabilidade

O teor de cinzas em percentagem da tibia dos frangos de corte fêmeas não foi influenciado pelos níveis de Pd na ração ( $P > 0,05$ ). O teor de cinzas em gramas da tibia foi influenciado pelos níveis de fósforo disponível da ração ( $P < 0,01$ ), e devido à menor SQD e maior  $R^2$  optou-se pelos dados ajustados pelo modelo LRP, onde a exigência de Pd foi estimada em 0,256% (Figura 4).

Os teores de fósforo e de cálcio em percentagem não foram influenciados pelos níveis de Pd e Ca na ração ( $P > 0,05$ ). Estas variáveis quando foram expressas em gramas aumentaram de forma quadrática ( $P < 0,01$  e  $P < 0,05$ ) (Figuras 5 e 6).

Com a crescente preocupação com o potencial de poluição do fósforo proveniente das excretas das aves, tornou-se importante que não se forneça este mineral em excesso nas rações. Segundo Yan et al. (2005) uma questão extremamente difícil é a formulação de rações avícolas para maximizar o teor de cinzas de ossos e, ao mesmo tempo, evitar a excessiva excreção de fósforo, que aumenta rapidamente quando a cinzas nos ossos são maximizadas.

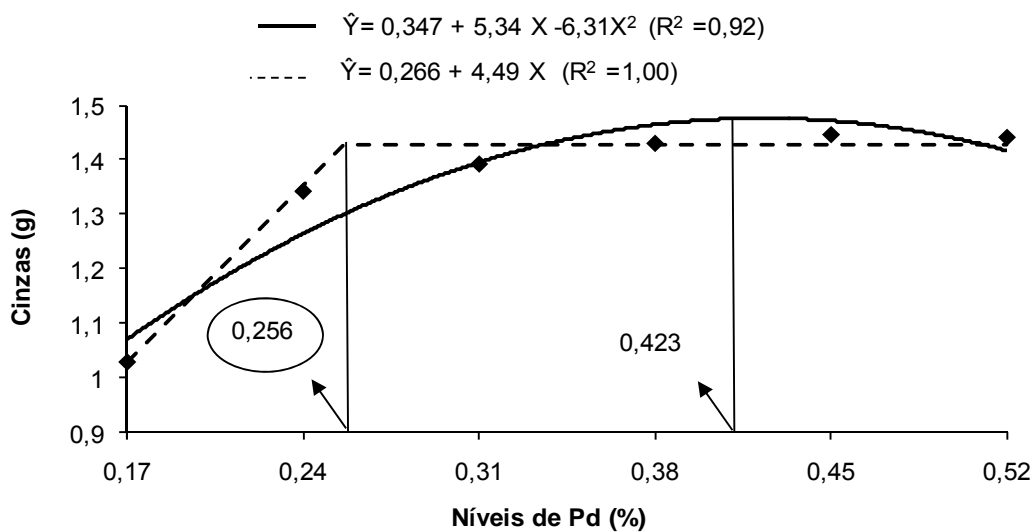


Figura 4 – Cinzas da tíbia (g) de frangos de corte fêmeas de 34 a 46 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível. SQD quadrática- 0,0103; SQD LRP-0,0018

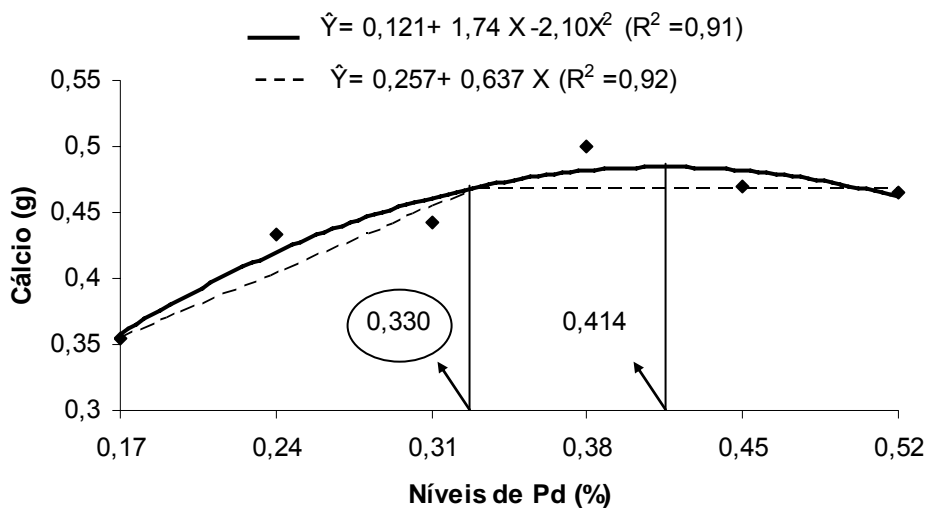


Figura 5 – Cálcio da tíbia (g) de frangos de corte fêmeas de 34 a 46 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível. SQD quadrática- 0,0010; SQD LRP-0,0008

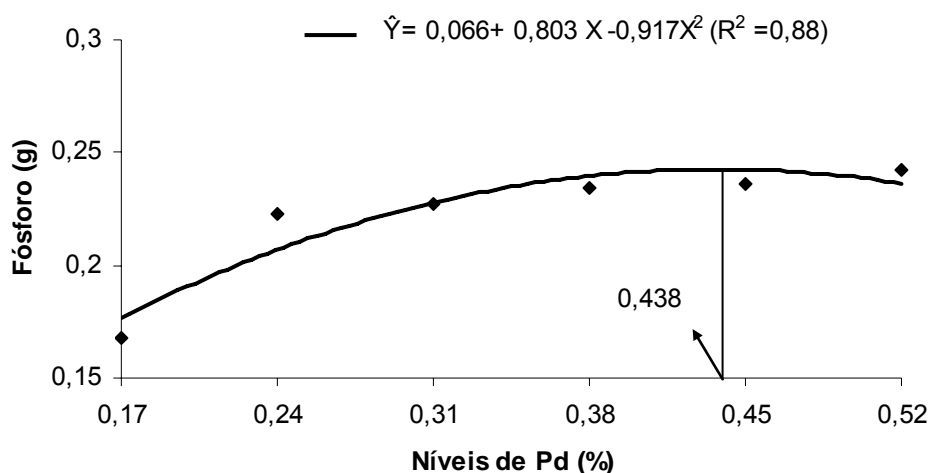


Figura 6 – Fósforo da tibia (g) de frangos de corte fêmeas de 34 a 46 dias de idade, alimentados com rações com diferentes níveis de fósforo disponível.

As exigência de Pd e de Ca de acordo com as diferentes variáveis estudadas estão apresentadas nas tabelas 5 e 6, respectivamente, para frangos de corte machos e fêmeas.

Considerando apenas os parâmetros de desempenho, o menor nível estudado (0,170% Pd) foi suficiente para garantir o desempenho satisfatório para ambos os sexos. No entanto, para garantir a qualidade óssea, verificou-se que a exigência de Pd para frangos machos de 34 a 46 dias foi 0,319% e para frangos de corte fêmeas, nesta mesma idade, foi 0,256%. De acordo com Driver et al. (2006), os níveis de cálcio e fósforo na ração influenciam na incidência de tíbias e fêmures quebrados durante o processamento, sendo que dietas deficientes nestes nutrientes afetam a integridade dos ossos do frango durante o abate e o processamento.

Tabela 5- Exigência de fósforo disponível e de cálcio para frangos de corte machos, de 34 a 46 dias de idade, de acordo com os modelos Quadrático e Linear Response Plateau

Variável	Modelo	Equação	Platô	Exigência Ca: Pdisp (%)	SQD	R <sup>2</sup>
Cinzas (%)	Quadrático	$\hat{Y}=46,06 + 31,07X - 36,89X^2$	$\hat{Y} = 52,60$	0,842:0,421	0,045	0,98
	LRP	$\hat{Y}= 47,85 + 14,38 X$	$\hat{Y} = 52,43$	0,638:0,319	0,025	0,99
Fósforo (%)	Quadrático	$\hat{Y}=7,59 + 11,07X - 19,84X^2$	$\hat{Y} = 9,13$	0,558:0,279	0,0160	0,98

Tabela 6- Exigência de fósforo disponível e de cálcio para frangos de corte fêmeas, de 34 a 46 dias de idade, de acordo com os modelos Quadrático e Linear Response Plateau

Variável	Modelo	Equação	Platô	Exigência Ca: Pd (%)	SQD	R <sup>2</sup>
Cinzas (g)	Quadrática	$\hat{Y}= 0,347 + 5,34 X - 6,31X^2$	$\hat{Y}=1,477$	0,846:0,423	0,0103	0,92
	LRP	$\hat{Y}=0,266 + 4,49 X$	$\hat{Y}=1,428$	0,512:0,256	0,0018	1,00
Cálcio (g)	Quadrática	$\hat{Y}= 0,121 + 1,74 X - 2,10X^2$	$\hat{Y}=0,481$	0,828:0,414	0,0010	0,91
	LRP	$\hat{Y}=0,257 + 0,637 X$	$\hat{Y} = 0,467$	0,660:0,330	0,0008	0,92
Fósforo (g)	Quadrática	$\hat{Y}= 0,066 + 0,803 X - 0,917X^2$	$\hat{Y}=0,242$	0,876:0,438	0,0004	0,88

## CONCLUSÕES

Para frangos de corte machos de 34 a 46 dias de idade, recomenda-se a utilização de 0,319% de fósforo disponível e 0,638% de cálcio na ração, correspondendo ao consumo de 7,44mg Pd/g ganho de peso e 14,88 mg Ca/g ganho de peso.

Para frangos de corte fêmeas de 34 a 46 dias de idade recomenda-se a utilização de 0,256% de fósforo disponível e 0,512% de cálcio na ração correspondendo ao consumo de 6,21mg Pd/ ganho de peso e 12,42mg Ca/g ganho de peso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, 2009.

DHANDU, A.S. & ANGEL, R. Broiler nonphytin phosphorus requirement in the finisher and withdrawal phases of a commercial four-phase feeding system. **Poultry Science**, v.82, p.1257–1265, 2003.

GOMES, P.C.; GOMES, M.F.M.; ALBINO, L.F.T. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.4, p.615-622, 1994.

GOMES, P.C.; RUNHO, R.C.; D'AGOSTINI, P.; et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 e de 43 a 53 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1734-1746, 2004.

MAENZ, D.D. & CLASSEN, H.L. Phytase Activity in the Small Intestinal Brush Border Membrane of the Chicken. **Poultry Science**, v.77, p.557–563, 1998.

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.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV. 2005.186p.

SKINNER, J.T.; IZAT, A.L.; WALDROUP, P.W.; Effects of removal of supplement calcium and phosphorus from broiler finisher diet, **Journal Applied Poultry Research**, v.1, p.42-47, 1992.

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

KHEIRI, F. & RAHMANI, H.R. The Effect of Reducing Calcium and Phosphorous on Broiler Performance, **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.1, p.22-25, 2006.

MAIA, A.P.A. **Níveis de Fósforo Disponível para Frangos de Corte dos 8 aos 42 dias de idade Mantidos em Diferentes Ambientes Térmicos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa –UFV, 88p., 2009.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutritional Energetics of Domestic Animals and Glossary of Energy Terms**. 2.ed. Washington: National Academy Press 1981. 54p.

SILVA, D.J. & QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: UFV, IMP. Univ., 235p., 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 9.1. Viçosa, MG, 2007.

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.

WALDROUP, P.W. Nutritional approaches to reducing phosphorus excretion by poultry. **Poultry Science**, v.78, p.683–691, 1999.

YAN, F.; KERSEY, J.H.; FRITTS, C.A.; et al. Phosphorus requirements of broiler chicks six to nine weeks of age as influenced by phytase supplementation. **Poultry Science**, v.82, p.294–300, 2003.

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. **J. Appl. Poult. Res.**, v.13, p.394–400, 2004.

YAN, F.; ANGEL, R.; ASHWELL, C.; et al. Evaluation of the broiler's ability to adapt to an early moderate deficiency of phosphorus and calcium. **Poultry Science**, v.84, p.1232–1241, 2005.

## CONCLUSÕES GERAIS

Para frangos de corte machos de 1 a 10, 11 a 21, 22 a 33 e 34 a 46 dias de idade os níveis de fósforo disponível e de cálcio recomendados são 0,482 e 0,964%; 0,410 e 0,820%; 0,395 e 0,790%; 0,319% e 0,638%, correspondendo ao consumo de fósforo disponível e de cálcio em mg/g ganho de peso de 6,29 e 12,58; 6,21 e 12,42; 6,57 e 13,14; 7,44 e 14,88.

Para frangos de corte fêmeas de 1 a 10, 11 a 21, 22 a 33 e 34 a 46 dias de idade os níveis de fósforo disponível e de cálcio recomendados são 0,459 e 0,918%; 0,388 e 0,776%; 0,358 e 0,716%; 0,256 e 0,512%, correspondendo ao consumo de fósforo disponível e de cálcio em mg/g ganho de peso de 6,27 e 12,55; 6,09 e 12,12; 6,10 e 12,20; 6,21 e 12,42.

## APÊNDICE

## APÊNDICE A

Tabela 1A - Temperaturas mínima e máxima do galpão, registradas durante o experimento conduzido com frangos machos e fêmeas com 1 a 10 dias de idade

Data	Termômetro 1		Termômetro 2		Termômetro 3		Termômetro 4	
	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
17/nov	19	28	20	29	20	29	21	30
18/nov	19	29	21	31	22	30	22	30
19/nov	20	30	23	33	23	32	21	31
20/nov	21	31	23	33	23	33	22	32
21/nov	22	31	23	33	22	34	22	33
22/nov	21	31	23	32	22	31	22	31
23/nov	19	28	21	30	21	30	21	29
24/nov	19	31	21	32	22	33	20	32
25/nov	20	30	23	33	24	34	22	32
26/nov	23	29	24	31	25	31	23	31

Tabela 2A - Temperaturas mínima e máxima do galpão, registradas durante o experimento conduzido com frangos machos e fêmeas com 11 a 21 dias de idade

Data	Termômetro 1		Termômetro 2		Termômetro 3		Termômetro 4	
	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
29/jan	20	24	20	25	19	25	20	25
30/jan	22	29	23	29	24	29	22	28
31/jan	19	22	20	29	21	29	21	29
1/fev	21	29	23	31	23	32	22	31
2/fev	21	27	21	29	22	29	19	29
3/fev	22	32	23	35	23	33	23	35
4/fev	22	31	21	33	21	34	22	32
5/fev	20	25	21	25	21	25	21	25
6/fev	21	25	21	25	23	26	22	25
7/fev	21	29	21	29	21	29	21	28

Tabela 3A- Temperaturas mínima e máxima do galpão, registradas durante o experimento conduzido com frangos machos e fêmeas com 22 a 33 dias de idade

Data	Termômetro 1		Termômetro 2		Termômetro 3		Termômetro 4	
	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
09/dez	19	29	18	31	19	30	19	29
10/dez	19	30	20	31	20	31	20	30
11/dez	17	29	19	32	19	31	19	32
12/dez	18	30	19	32	20	31	19	25
13/dez	20	32	21	33	21	34	21	33
14/dez	21	25	21	25	21	25	21	25
15/dez	20	24	20	24	20	24	19	23
16/dez	19	29	18	31	19	30	19	29
17/dez	17	29	18	31	19	31	20	28
18/dez	16	29	17	31	18	31	18	29
19/dez	18	29	19	31	20	31	20	29

Tabela 4A- Temperaturas mínima e máxima do galpão, registradas durante o experimento conduzido com frangos machos e fêmeas com 34 a 46 dias de idade

Data	Termômetro 1		Termômetro 2		Termômetro 3		Termômetro 4	
	mín	máx	mín	máx	mín	máx	mín	máx
21/fev	21	29	22	30	22	30	21	30
22/fev	20	30	21	30	22	30	20	30
23/fev	20	28	20	29	20	29	20	28
24/fev	21	29	22	29	22	30	22	29
25/fev	23	28	21	28	22	29	21	28
26/fev	19	26	20	25	20	25	20	25
27/fev	20	28	21	28	21	29	21	28
28/fev	15	27	18	28	19	29	16	29
29/fev	18	27	18	28	18	27	19	27
1/mar	19	26	19	28	18	27	19	27
2/mar	21	24	20	28	21	27	20	28
3/mar	21	27	21	28	21	26	22	28

APÊNDICE B

Tabela 1B- Resumo da análise de variância das variáveis ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte machos de 1 a 10 dias de idade

FV	GL	Quadrados médios		
		Ganho de peso	Consumo de ração	Conversão alimentar
Níveis	5	587,3920 *	123,9622 <sup>NS</sup>	0,014024 *
Linear	1	1157,539 *	2,745556 <sup>NS</sup>	0,046131 *
Quadrática	1	710,7429 **	226,5457 <sup>NS</sup>	0,010950 **
Resíduo	42	115,2769	125,4665	0,001913
CV (%)		4,78	3,71	3,25

\*(P<0,01), \*\*(<P0,05), NS (P>0,05) pelo teste F

Tabela 2B- Resumo da análise de variância das variáveis teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos de frangos de corte machos de 1 a 10 dias de idade

FV	GL	Quadrados médios					
		Cinzas		Cálcio		Fósforo	
		(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
Níveis	5	55,28*	0,0064*	6,33*	0,0007*	2,93*	0,0002*
Linear	1	223,38*	0,0284*	26,68*	0,0034*	14,51*	0,0014*
Quadrática	1	51,47*	0,0035*	3,51*	0,0003*	0,03 <sup>NS</sup>	0,00002 <sup>NS</sup>
Resíduo	18	1,73	0,0003	0,26	0,00002	0,1283	0,00001
CV (%)		2,74	6,95	3,10	5,85	3,81	6,99

\*(P<0,01), NS (P>0,05) pelo teste F

Tabela 3B- Resumo da análise de variância das variáveis ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 1 a 10 dias de idade

FV	GL	Quadrados médios		
		Ganho de peso	Consumo de ração	Conversão alimentar
Níveis	5	328,9029 *	145,1991 <sup>NS</sup>	0,01226 *
Linear	1	676,1952 *	151,7709 <sup>NS</sup>	0,0495 *
Quadrática	1	249,613 ***	330,8374 <sup>NS</sup>	0,0002 <sup>NS</sup>
Resíduo	42	79,0768	114,3754	0,0013
CV (%)		4,18	3,70	2,69

\*(P<0,01), \*\*\* (P<0,08), NS (P>0,05), pelo teste F

Tabela 4B- Resumo da análise de variância das variáveis teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos de frangos de corte fêmeas de 1 a 10 dias de idade

FV	GL	Quadrados médios					
		Cinzas		Cálcio		Fósforo	
		(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
Níveis	5	57,032*	0,00638*	5,794106*	0,000669*	2,360518*	0,000241*
Linear	1	266,345*	0,02999*	26,10205*	0,003111*	11,28886*	0,001158*
Quadrática	1	15,518*	0,00151*	1,77557**	0,000210*	0,1627172 <sup>NS</sup>	0,000042*
Resíduo	18	1,013	0,000088	0,2232969	0,000012	0,1113679	0,000003 <sup>NS</sup>
CV (%)		2,11	4,12	2,89	4,53	3,57	4,35

\*(P<0,01), \*\*(<P0,05), NS (P>0,05) pelo teste F

Tabela 5B- Resumo da análise de variância das variáveis ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte machos de 11 a 21 dias de idade

FV	GL	Quadrados médios		
		Ganho de peso	Consumo de ração	Conversão alimentar
Níveis	5	5443,874 *	0,00172264 <sup>NS</sup>	0,02480632 *
Linear	1	21355,89 *	0,00571486 <sup>NS</sup>	0,09776155 *
Quadrática	1	3309,093 *	0,00259569 <sup>NS</sup>	0,008161710 ***
Resíduo	42	447,2345	0,000980886	0,002441474
CV (%)		4,17	3,93	3,14

\*(P<0,01), \*\*\* (P<0,08), NS (P>0,05) pelo teste F

Tabela 6B- Resumo da análise de variância das variáveis teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos de frangos de corte machos de 11 a 21 dias de idade

FV	GL	Quadrados médios					
		Cinzas		Cálcio		Fósforo	
		(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
Níveis	5	16,59*	0,07571*	1,87*	0,0077*	0,1182 <sup>NS</sup>	0,00156*
Linear	1	73,12*	0,3428*	6,46*	0,03612*	0,3986**	0,00746*
Quadrática	1	6,90*	0,0310*	1,20 **	0,00042 <sup>NS</sup>	0,1637 <sup>NS</sup>	0,00021
Resíduo	18	0,3877	0,001985	0,2383	0,000189	0,04925	0,0000586
CV (%)		1,20	4,29	2,86	4,14	2,47	4,25

\*(P<0,01), \*\* (P<0,05), NS (P>0,05) pelo teste F

Tabela 7B- Resumo da análise de variância das variáveis ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 11 a 21 dias de idade

FV	GL	Quadrados médios		
		Ganho de peso	Consumo de ração	Conversão alimentar
Níveis	5	651,5899 <sup>NS</sup>	0,0007747 <sup>NS</sup>	0,001899169 <sup>NS</sup>
Linear	1	2331,267**	0,0033604 **	0,0007904878 <sup>NS</sup>
Quadrática	1	147,0631 <sup>NS</sup>	0,0004578 <sup>NS</sup>	0,000004870497 <sup>NS</sup>
Resíduo	42	492,0563	0,0006218	0,004416912
CV (%)		5,01	3,59	4,22

\*\*( $P < 0,05$ ), NS ( $P > 0,05$ ), pelo teste F

Tabela 8B- Resumo da análise de variância das variáveis teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos de frangos de corte machos de 11 a 21 dias de idade

FV	GL	Quadrados médios					
		Cinzas		Cálcio		Fósforo	
		(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
Níveis	5	13,21*	0,0410*	3,16 *	0,0062*	0,3638**	0,0011*
Linear	1	59,55*	0,1908*	14,14*	0,0294*	1,48*	0,0054*
Quadrática	1	5,46*	0,0056 <sup>NS</sup>	0,2354 <sup>NS</sup>	0,00035 <sup>NS</sup>	0,0017 <sup>NS</sup>	0,00005 <sup>NS</sup>
Resíduo	18	0,5195	0,0019	0,3620	0,00018	0,0977	0,00004
CV (%)		1,37	4,93	3,28	4,29	3,47	4,16

\*( $P < 0,01$ ), \*\*( $P < 0,05$ ), NS ( $P > 0,05$ ) pelo teste F

Tabela 9B- Resumo da análise de variância das variáveis ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte machos de 22 a 33 dias de idade

FV	GL	Quadrados médios		
		Ganho de peso	Consumo de ração	Conversão alimentar
Níveis	5	3806,943 <sup>NS</sup>	0,006455214 <sup>NS</sup>	0,006963097 <sup>NS</sup>
Linear	1	3464,590 <sup>NS</sup>	0,0004353866 <sup>NS</sup>	0,008000485 <sup>NS</sup>
Quadrática	1	1002,549 <sup>NS</sup>	0,01932562 <sup>NS</sup>	0,009076933 <sup>NS</sup>
Resíduo	42	1367,630	0,001776612	0,002622109
CV (%)		4,03	2,76	3,07

NS (P>0,05) pelo teste F

Tabela 10B- Resumo da análise de variância das variáveis teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos de frangos de corte machos de 22 a 33 dias de idade

FV	GL	Quadrados médios					
		Cinzas		Cálcio		Fósforo	
		(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
Níveis	5	3,39*	0,0530**	0,7608**	0,0062**	0,6081**	0,0027**
Linear	1	13,61*	0,2142*	2,92*	0,0282*	0,7876 <sup>NS</sup>	0,0082*
Quadrática	1	2,02 <sup>NS</sup>	0,0142 <sup>NS</sup>	0,0060 <sup>NS</sup>	0,00007 <sup>NS</sup>	1,3135**	0,0025 <sup>NS</sup>
Resíduo	18	0,7339	0,0170	0,2693	0,00156	0,1842	0,00098
CV (%)		1,68	6,41	3,01	5,75	5,15	9,47

\*(P<0,01), \*\* (P<0,05), NS (P>0,05) pelo teste F

Tabela 11B- Resumo da análise de variância das variáveis ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 22 a 33 dias de idade

FV	GL	Quadrados médios		
		Ganho de peso	Consumo de ração	Conversão alimentar
Níveis	5	248,6083 <sup>NS</sup>	0,0007104177 <sup>NS</sup>	0,002329541 <sup>NS</sup>
Linear	1	3,355754 <sup>NS</sup>	0,002886986 <sup>NS</sup>	0,004915213 <sup>NS</sup>
Quadrática	1	946,7939 <sup>NS</sup>	0,00001968006 <sup>NS</sup>	0,005682518 <sup>NS</sup>
Resíduo	42	289,9273	0,000899351	0,0006525724
CV (%)		2,23	2,29	1,48

NS (P>0,05), pelo teste F

Tabela 12B- Resumo da análise de variância das variáveis teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos de frangos de corte fêmeas de 22 a 33 dias de idade

FV	GL	Quadrados médios					
		Cinzas		Cálcio		Fósforo	
		(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
Níveis	5	8,65*	0,585*	0,9596*	0,0053**	0,2692*	0,0016*
Linear	1	42,79*	0,2787*	1,9385*	0,0227*	0,7390*	0,0065*
Quadrática	1	0,112 <sup>NS</sup>	0,0035 <sup>NS</sup>	1,2703**	0,0031 <sup>NS</sup>	0,0137 <sup>NS</sup>	0,00020 <sup>NS</sup>
Resíduo	18	0,4923	0,0109	0,1739	0,0012	0,0534	0,00030
CV (%)		1,37	6,48	2,39	6,52	2,63	6,27

\*(P<0,01), \*\*(<P0,05), NS (P>0,05) pelo teste F

Tabela 13B- Resumo da análise de variância das variáveis ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte machos de 34 a 46 dias de idade

FV	GL	Quadrados médios		
		Ganho de peso	Consumo de ração	Conversão alimentar
Níveis	5	5847,024 <sup>NS</sup>	0,02614570 <sup>NS</sup>	0,02994989 <sup>NS</sup>
Linear	1	1093,404 <sup>NS</sup>	0,002937536 <sup>NS</sup>	0,02280639 <sup>NS</sup>
Quadrática	1	3132,605 <sup>NS</sup>	0,04865264 <sup>NS</sup>	0,08613003 <sup>NS</sup>
Resíduo	42	1958,980	0,006685088	0,001063051
CV (%)		4,96	3,93	3,97

NS (P>0,05) pelo teste F

Tabela 14B- Resumo da análise de variância das variáveis teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos de frangos de corte machos de 34 a 46 dias de idade

FV	GL	Quadrados médios					
		Cinzas		Cálcio		Fósforo	
		(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
Níveis	5	3,18*	0,0054 <sup>NS</sup>	0,915 <sup>NS</sup>	0,00078 <sup>NS</sup>	0,7668*	0,00079 <sup>NS</sup>
Linear	1	10,84*	0,0064 <sup>NS</sup>	1,298 <sup>NS</sup>	0,00086 <sup>NS</sup>	2,3575*	0,00170 <sup>NS</sup>
Quadrática	1	4,89*	0,00003 <sup>NS</sup>	0,5257 <sup>NS</sup>	0,00130 <sup>NS</sup>	1,4125*	0,00148 <sup>NS</sup>
Resíduo	18	0,6036	0,0215	0,2613	0,00282	0,0415	0,00073
CV (%)		1,17	9,24	2,74	9,40	2,32	10,26

\*(P<0,01), \*\* (P<0,05), NS (P>0,05) pelo teste F

Tabela 15B- Resumo da análise de variância das variáveis ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar de frangos de corte fêmeas de 34 a 46 dias de idade

FV	GL	Quadrados médios		
		Ganho de peso	Consumo de ração	Conversão alimentar
Níveis	5	1039,805 <sup>NS</sup>	0,001831789 <sup>NS</sup>	0,004414989 <sup>NS</sup>
Linear	1	1344,780 <sup>NS</sup>	0,0005104794 <sup>NS</sup>	0,006769464 <sup>NS</sup>
Quadrática	1	714,2438 <sup>NS</sup>	0,0007267381 <sup>NS</sup>	0,002364295 <sup>NS</sup>
Resíduo	42	1030,680	0,004847836	0,005725727
CV (%)		4,50	4,03	3,11

\*\*( $P < 0,05$ ), NS ( $P > 0,05$ ), pelo teste F

Tabela 16B- Resumo da análise de variância das variáveis teor de cinzas, de fósforo e de cálcio nos ossos de frangos de corte fêmeas de 34 a 46 dias de idade

FV	GL	Quadrados médios					
		Cinzas		Cálcio		Fósforo	
		(%)	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)
Níveis	5	1,2476 <sup>NS</sup>	0,1035*	0,6921 <sup>NS</sup>	0,0099*	0,3428 <sup>NS</sup>	0,0029*
Linear	1	3,5578 <sup>NS</sup>	0,3332*	0,8669 <sup>NS</sup>	0,0297*	0,3761 <sup>NS</sup>	0,0099*
Quadrática	1	1,7323 <sup>NS</sup>	0,1429*	0,9651 <sup>NS</sup>	0,0159*	0,0078 <sup>NS</sup>	0,0030*
Resíduo	18	0,7347	0,0131	0,1318	0,0015	0,04784	0,00051
CV (%)		1,63	8,52	2,05	8,84	2,51	10,22

\*( $P < 0,01$ ), \*\*( $P < 0,05$ ), NS ( $P > 0,05$ ) pelo teste F