

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/228805357>

Efeito dos níveis de calico sobre a absorção de minerais em dietas iniciais para frangos de corte suplementadas com fitase

Article

CITATIONS

9

READS

439

7 authors, including:



Antônio Gilberto Bertechini

Universidade Federal de Lavras (UFLA)

170 PUBLICATIONS 1,101 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Rilke Tadeu Fonseca de Freitas

Universidade Federal de Lavras (UFLA)

230 PUBLICATIONS 1,553 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Hunaldo Oliveira Silva

Instituto Federal Sergipe

23 PUBLICATIONS 158 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Special Visitor Researcher - PVE/CNPq "Internationalization and technology production transfer: circadian feeding rhythms, physiological and immunological parameters in fish of tropical climate aquiculture [View project](#)



CRYOPRESERVED SEMEN [View project](#)

EFEITO DOS NÍVEIS DE CÁLCIO SOBRE A ABSORÇÃO DE MINERAIS EM DIETAS INICIAIS PARA FRANGOS DE CORTE SUPLEMENTADAS COM FITASE¹

NEUDI ARTEMIO SCHOULTEN²

ANTÔNIO SOARES TEIXEIRA³

ANTÔNIO GILBERTO BERTECHINI³

RILKE TADEU FONSECA DE FREITAS³

ADEMIR JOSÉ CONTE⁴

HUNALDO OLIVEIRA SILVA⁵

RESUMO – Com o objetivo de avaliar o efeito de níveis de cálcio na dieta sobre a absorção de minerais em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, alimentados com ração contendo baixo teor de fósforo total e fitase, foi conduzido um experimento com 600 pintos de um dia Hubbard-MPK, distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 5 x 2 (níveis de cálcio da dieta x sexos), com 3 repetições de 20 aves por parcela experimental. A ração basal foi balanceada para atender às exigências nutricionais das aves conforme o NRC (1994), exceto para o cálcio, cujos níveis foram 0,46; 0,67; 0,88; 1,09 e 1,30%. Sete dias antes do término do experimento, duas aves de cada parcela foram transferi-

das para gaiolas de metabolismo para coleta total das excretas. A absorção de cálcio e manganês foi reduzida ($P < 0,01$) conforme se elevou o nível de cálcio da ração. Os machos absorveram mais fósforo ($P < 0,05$) do que as fêmeas, enquanto o nível 0,80 e 0,88% de cálcio na ração propiciou a maior absorção de zinco e fósforo, respectivamente. Conclui-se que níveis elevados de cálcio reduzem a absorção de cálcio, fósforo, zinco e manganês e níveis muito baixos prejudicam a absorção de fósforo. Assim, a redução do cálcio em rações suplementadas com fitase deve ser proporcional à redução de fósforo total, para manter a relação Ca:P adequada.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Enzima, fitase, absorção de minerais, fósforo, zinco, manganês.

EFFECT OF THE LEVELS OF CALCIUM ON THE UPTAKE OF MINERALS IN STARTER DIETS FOR BROILER CHICKENS SUPPLEMENTED WITH PHYTASE

ABSTRACT – Aiming to evaluate the effect of levels of calcium in the diet on the uptake of minerals in broiler chicks from 1 to 21 days of age fed rations containing low phosphorus and phytase contents, an experiment was conducted with 600 one-day chicks of the Hubbard-MPK line, distributed into a completely randomized design, in factorial arrangement 5 x 2 (levels of calcium of the diet x sex), with 3 replicates of 20 birds per experimental portion. The basal ration was balanced to meet the nutrient requirements of the birds according to NRC (1994), except for calcium, whose levels were 0.46; 0.67; 0.88; 1.09 and 1.30%. Seven days before the end of

the experiment, two birds from each plot were transferred to metabolism cages for total collection of the excreta. The uptake of calcium and manganese was reduced ($P < 0.01$) as the level of calcium of the ration was increased. The males absorbed more phosphorus ($P < 0.05$) than the females while the level 0.80 and 0.88% of calcium in the ration enabled the greatest uptake of zinc and phosphorus, respectively. It follows that chickens submitted to the ration with low content of total phosphorus and phytase in the phase from 1 to 21 days of age, the rise of calcium content reduces the uptake of calcium, phosphorus, zinc and manganese.

INDEX TERMS: Phytase, enzymes, uptake of minerals, phosphorus, zinc, manganese.

1. Parte da Dissertação de Mestrado apresentada a UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS/UFLA, Caixa Postal 37 – 37200-000 – Lavras, MG, pelo primeiro autor.

2. Professor da Escola Agrotécnica Federal de Rio do Sul, SC. Bolsista da CAPES/PICDTEC. neu-di@navinet.com.br

3. Professor do Departamento de Zootecnia/UFLA.
4. Professor da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá – MT. ajconte@zaz.com.br
5. Estudante de Doutorado DZO/UFLA, hunaldo@ufla.br

INTRODUÇÃO

Na busca de melhores índices de produtividade e da redução dos custos de produção, o uso de enzimas exógenas na avicultura vem sendo exaustivamente pesquisado nos últimos anos e tem se mostrado como uma alternativa bastante promissora. A fitase é comprovadamente uma das enzimas exógenas que possibilita a formulação de rações com menores inclusões de fósforo inorgânico. Os efeitos dos níveis de fósforo total na ração para aves quando se usa a fitase já são bastante conhecidos, porém o mesmo não ocorre com os níveis de outros minerais, principalmente do cálcio. Na literatura encontram-se poucos trabalhos que procuraram estabelecer os níveis adequados de cálcio na ração quando se utiliza a fitase e, especificamente, no Brasil, não encontramos nenhum trabalho nesse sentido.

Os dados de trabalhos de pesquisas relacionadas até o momento confirmam claramente que a utilização da fitase é eficiente na hidrólise do fitato e, conseqüentemente, na sua utilização pelas aves, permitindo a formulação de rações com menores teores de fósforo inorgânico. No entanto, outros minerais também são afetados pela utilização da fitase na ração, alterando a sua disponibilidade, o que deve ser avaliado para que a sua inclusão nas rações seja ajustada às reais necessidades das aves. Outro aspecto muito importante é que a elevação do nível de cálcio da dieta afeta adversamente a eficiência da fitase, podendo anular o efeito da suplementação, com conseqüente deficiência de fósforo.

O cálcio, embora apresente menor afinidade de fixação ao fitato, tal qual o fósforo, também sofre grande impacto na sua biodisponibilidade, o que foi verificado em trabalho de Nelson et al. (1968). Segundo Lantzasch, citado por McKnight (1997), níveis de cálcio acima de 0,70% em pH 6,0 permitem a reação do cálcio e ácido fítico, formando o fitato de cálcio, que precipita e não pode ser atacado pela fitase. Assim, para a hidrólise do fitato, é necessário manter os níveis de fósforo e cálcio inorgânicos nos limites mínimos necessários na dieta. O cálcio parece ser o fator-chave que influencia a atividade da fitase na mucosa intestinal de frangos e o efeito provável mais importante é a repressão direta da atividade da fitase, pela competição do cálcio pelos sítios ativos da enzima (Wise, 1983). Aves consumindo rações com baixos níveis de fósforo e cálcio inorgânico possuem maior capacidade para hidrolisar o fitato do que aquelas que recebem níveis altos (Denbow et al., 1995). Também Qian

et al. (1997), em experimento com frangos de corte, mostraram que a relação cálcio/fósforo da ração influencia a atividade da fitase, que se reduz com a elevação do nível de cálcio. Shafey et al. (1991) notaram que a alta concentração de cálcio na ração eleva o pH no conteúdo do intestino e íleo, mas não influencia o pH dos demais segmentos do trato gastrointestinal de frangos, sugerindo que a elevação do pH intestinal, em função da elevação do nível de cálcio da ração, reduz a fração solúvel de minerais e a sua disponibilidade para a absorção.

Conforme o NRC (1994), a exigência de cálcio para frangos de 1 a 21 dias é de 1% para rações com 3200 kcal/kg. Porém, Karunajeewa (1976) concluiu que 0,60% de cálcio e 0,57% de fósforo são suficientes para a adequada taxa de crescimento e formação óssea quando os minerais estão presentes em formas altamente disponíveis.

Normalmente os nutricionistas não se preocupam com o excesso de cálcio na ração, em razão da baixa toxicidade e do baixo custo que o mesmo representa. No entanto, mediante trabalhos de pesquisa verifica-se que o desempenho de frangos de corte é adversamente afetado pelo excesso de cálcio. Por outro lado, o excesso de cálcio provoca um desequilíbrio com outros minerais, principalmente o fósforo, elevando a sua exigência. Para aproveitar os benefícios que o uso da fitase pode trazer para a avicultura, torna-se necessária a revisão dos níveis de inclusão de nutrientes que são sabidamente afetados com o uso da fitase. Entre eles, destaca-se o cálcio pela sua importância.

Realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos dos níveis de cálcio, em rações suplementadas com fitase, sobre a absorção de cálcio, fósforo, zinco, manganês e magnésio, em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Unidade Experimental do Setor de Avicultura da Escola Agrotécnica Federal de Cuiabá (EAFC-MT), no período de 28 de dezembro de 1999 a 17 de janeiro de 2000. Utilizaram-se 600 pintos de um dia, da linhagem Hubbard-MPK, metade machos e outra metade fêmeas, alojados em um galpão de alvenaria, contendo 36 boxes de quatro m² cada um. O aquecimento foi feito por meio de lâmpadas de ramos infravermelhos de 250 watts, colocadas uma em cada box e foi mantido um programa de 24 horas de luz natural mais

artificial. A água e ração foram fornecidas à vontade. As rações experimentais à base de milho e farelo de soja foram isonutritivas, formuladas segundo as recomendações do NRC (1994), exceto para o cálcio, cujos níveis foram 0,46; 0,67; 0,88; 1,09 e 1,30%, e suplementadas com 600 FTU/kg (NATUPHOS - BASF). Na Tabela 1 é mostrada a composição da ração basal. A disponibilidade do fósforo dos ingredientes vegetais foi considerada como 2/3 do fósforo total, tendo em vista a suplementação da fitase, que libera, em média, 1/3 do fósforo presente nos grãos, além do 1/3 que normalmente já está disponível.

Sete dias antes do final do experimento, duas aves de cada parcela experimental foram transferidas para gaiolas de metabolismo para coleta total de excretas, durante 4 dias. As excretas foram coletadas em bandejas

instaladas sob as gaiolas forradas com plástico. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos, identificado, pesado e congelado a -16°C. Ao final do período de coleta, as excretas foram descongeladas, reunidas por repetição, homogeneizadas, e delas foram retiradas alíquotas de 300 a 400 g para secagem em estufas ventiladas a 58°C, por 72 horas, quando, então, foram moídas e acondicionadas para posteriores análises.

Para a determinação da excreção endógena de minerais e cálculo da taxa de absorção verdadeira, foi realizada a coleta das excretas, durante 48 horas, de duas aves por parcela experimental, após jejum de ração de 24 horas. A absorção verdadeira de minerais foi calculada pela seguinte fórmula geral:

$$AM = \frac{(IR \times MR/100) - [(E \times ME/100) - (EE \times MEE/100)]}{(IR \times MR/100)} \times 100 = \%$$

Em que:

AM - Absorção do mineral (%); IR - Ingestão de ração/ave/dia (g); MR - Mineral na ração (%); E - Excretas/ave/dia (g); ME - Mineral nas excretas (%); EE - Excretas endógenas/dia/ave (g); MEE - Mineral nas excretas endógenas (%).

As análises das amostras dos ingredientes, das rações e das excretas foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO-UFLA, segundo metodologia da AOAC (1990). A solução mineral para a determinação de fósforo e cálcio foi obtida das cinzas por via seca, e a determinação do fósforo foi realizada pelo método de fotometria e a do cálcio, por permanganatometria. Para determinação do zinco, manganês e magnésio, a solução mineral foi obtida por via úmida e a determinação, feita pelo método de espectrofotometria de absorção atômica. Os valores de proteína bruta foram determinados pelo método Kjeldahl.

O experimento foi conduzido em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 5 x 2 (níveis de cálcio na ração x sexos), totalizando 10 tratamentos com 20 aves por parcela experimental, três repetições por tratamento, num total de 30 parcelas experimentais.

As análises estatísticas dos resultados obtidos foram realizadas de acordo com o programa SISVAR 4.1 (Sistema para Análises de variância de dados balanceados), desenvolvido por Ferreira (2000). As estimativas

dos níveis ótimos de cálcio foram feitas mediante o uso de regressão.

A seguir, é descrito o modelo estatístico utilizado:

$$Y_{ijk} = \mu + N_i + S_j + NS_{ij} + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} - valor observado na unidade experimental k, do nível de cálcio i, do sexo j;

μ - uma constante associada a todas as observações;

N_i - o efeito do nível de cálcio, com i = 1, 2, 3, 4 e 5;

S_j - o efeito do sexo, com j = 1 e 2;

NS_{ij} - o efeito da interação do nível de cálcio e do sexo;

e_{ijk} - erro experimental associado a Y_{ijk} que, por suposição, tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de absorção de cálcio, fósforo, zinco e manganês, de 18 a 21 dias de idade, são apresentados na Tabela 2. Considerando que as análises das variâncias não indicaram interações significativas ($P > 0,05$) entre os níveis de cálcio da ração e sexos, em todas as variáveis analisadas, os resultados serão apresentados como médias dos dois sexos.

A absorção de cálcio não diferiu significativamente entre os sexos ($P > 0,05$) e foi reduzida ($P < 0,01$) à medida que o nível de cálcio da ração foi elevado, como pode ser observado na Figura 1. O modelo quadrático

mostra que quanto menor é a disponibilidade do nutriente na ração e quanto maior é a necessidade do nutriente, **TABELA 1** – Composição da ração basal do experimento.

maior é a eficiência de absorção do mesmo.

Ingrediente	Quantidade (kg)
Milho triturado	534,71
Farelo de soja	373,02
Óleo de soja	36,63
Sal comum	3,50
Premix mineral ¹	0,50
Premix vitamínico ¹	4,00
Monoamônio fosfato (MAP)	7,73
Fitase	0,12
Calcário calcítico	8,41
Caulim	31,38
Total	1000,00
Composição Calculada²	
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3000
Proteína bruta (%)	21,56
Proteína bruta (%) ³	21,38
Cálcio (%)	0,46
Cálcio (%) ³	0,48
Fósforo total (%)	0,54
Fósforo total (%) ³	0,59
Fósforo disponível (%)	0,42
Metionina (%)	0,45
Metionina+Cistina (%)	0,69
Lisina (%)	1,19
Triptofano (%)	0,29
Treonina (%)	0,85

¹ Enriquecimento/kg de ração: Vit. A 8.000 UI, Vit. D 2.000 UI, Vit. E 15 UI, Vit. K 1,8 mg, Vit B1 1,8 mg, Vit. B2 6 mg, Vit. B6 2,8 mg, Vit. B12 12 mg, Niacina 40 mg, Ác. Fólico 1 mg, Ác. Pantotênico 15 mg, Biotina 60 mg, Selênio 0,3 mg, colina 400 mg, Met 1,2 g, Anticoccidiano 0,1 g, promotor de cresc. 0,06 g, Antioxidante 0,03 g, Manganês 75 mg, Zinco 50 mg, Ferro 50 mg, Cobre 8 mg e Iodo 0,75 mg.

² Segundo Rostagno et al. (1994).

³ Determinado no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO -UFLA.

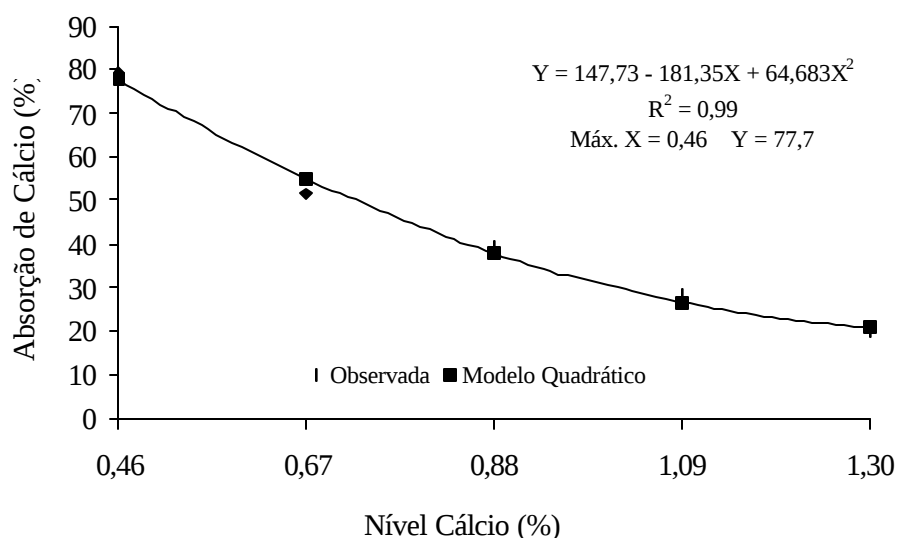
TABELA 2 – Absorção de Cálcio, Fósforo, Zinco e Manganês de 18 a 21 dias de idade.

	Cálcio (%)	Cálcio (g/dia)	Fósforo (%)	Zinco (%)	Manganês (%)
Níveis de cálcio (%)	**	*	**	**	*
0,46	79,2	0,397	73,1	47,1	11,7
0,67	51,6	0,358	76,9	49,2	9,5
0,88	39,4	0,367	80,6	50,3	2,7
1,09	28,1	0,307	75,9	46,7	0,2
1,30	20,0	0,277	73,8	45,3	-0,2
Fêmeas	42,4 a	0,323 a	73,6 b	47,0 a	3,6 a
Machos	44,9 a	0,359 a	78,5 a	48,5 a	5,9 a
Média geral	43,6	0,341	76,1	47,7	4,8
CV (%)	14,20	15,91	5,39	5,25	10,98

Médias com letras diferentes na coluna diferem significativamente ($P<0,05$) pelo teste F.

*Efeito linear ($P<0,01$)

Efeito quadrático ($P<0,01$)

**FIGURA 1** – Efeito dos níveis de cálcio da ração sobre a absorção de cálcio (%) de 18 a 21 dias de idade.

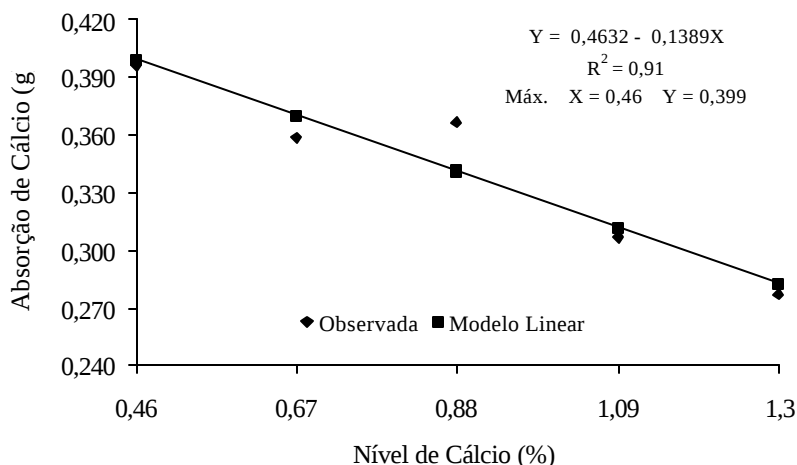
A absorção de cálcio em gramas foi afetada pelo nível de cálcio da ração ($P<0,01$), com redução linear (Figura 2). O nível de 0,46% de cálcio propiciou uma absorção de 0,397 g/ave/dia, ao passo que, com 1,3%, a absorção reduziu-se para 0,277 g/ave/dia (Tabela 2). Com esses dados, infere-se que quanto maior é deficiência de

cálcio da ração, mais eficientemente o nutriente é absorvido.

Resultados semelhantes aos deste experimento foram obtidos por Sebastian et al. (1996), que verificaram redução da retenção relativa de cálcio em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, quando aumentaram o nível de cálcio da ração de 0,60 a 1,25%, em ração suplementada

com 600 FTU/kg. Em estudo com frangos de 1 a 21 dias, submetidos à ração com 600 FTU/kg e com 0,55% de fós-

que a absorção de cálcio foi reduzida de 64 para 49% ao elevarem os níveis de cálcio na ração de 0,63 para 0,99%.



foro total, Mitchell & Edwards Junior (1996) verificaram

FIGURA 2 – Efeito dos níveis de cálcio da ração sobre a absorção de cálcio (g/dia) de 18 a 21 dias de idade.

Essa resposta na absorção do cálcio pode ser explicada pelo eficiente mecanismo de controle da homeostase de cálcio no organismo, controlado por hormônios que são capazes de induzir a um aumento drástico na absorção de cálcio nos intestinos e reduzir sua excreção pelos rins em resposta à deficiência na ração. Por outro lado, quando há excesso de cálcio na ração, aumenta-se a excreção e reduz-se a absorção devido à formação de complexos insolúveis no trato digestivo.

Shafey et al. (1991) mostraram que em rações de frangos de corte com 1,53 a 2,26% de cálcio, a maior parte do cálcio (70 a 92%) se encontra na forma insolúvel. Aproximadamente 40% do cálcio estão complexados com moléculas de grande peso molecular e apenas 25% com moléculas de pequeno peso molecular. Com essa observação, sugere-se que além do mecanismo de regulação da homeostase do cálcio, outros fatores estão envolvidos na diminuição da absorção em rações com elevado teor de cálcio.

Alta concentração de cálcio na ração elevou significativamente o pH no ingluvío e íleo, mas não afetou significativamente o pH no pró-ventrículo ou moela, o que levou Shafey, et al. (1991) a concluir que o pH da digesta influencia na quantidade de ácidos secretados pelo pró-ventrículo. Porém, se cálcio da ração está diretamente envolvido com a secreção ácida, então a taxa de secreção pode estar relacionada com a concentração de cálcio, mas faltam estudos *in vitro* para quantificar e confirmar essa hipótese.

Rostagno et al. (2000) verificaram aumento da absorção de cálcio de 54,12% para 66,10% em frangos de 10 a 19 dias, alimentados com ração à base de milho e farelo de soja suplementada com fitase e um complexo de enzimas (Vegpro), quando reduziram o cálcio da ração de 1 para 0,68% e o fósforo de 0,70 a 0,56%.

A absorção de fósforo foi influenciada significativamente pelos sexos ($P < 0,05$), e a absorção nos machos foi 6,2% superior ao das fêmeas. Houve efeito significativo dos níveis de cálcio da ração sobre a absorção de fósforo, com efeito quadrático ($P < 0,01$) no período de 1 a 21 dias de idade, conforme dados constantes da Tabela 2, em que são mostradas as médias de absorção do fósforo de 18 a 21 dias de idade.

Como pode-se observar na Figura 3, tanto os níveis mais altos como os níveis mais baixos de cálcio influenciaram negativamente a absorção de fósforo. A absorção foi máxima (78,9%) com o nível de 0,88% de cálcio na ração. Os resultados do experimento concordam com a observação de Qian et al. (1997), que verificaram efeito quadrático na retenção de fósforo em frangos de corte de 1 a 21 dias, ao aumentarem o teor de cálcio de 0,56 para 1,02%, em uma ração à base de milho e farelo de soja com 0,51% de fósforo, 66 µg de vitamina D e 600 FTU/kg.

Também Mitchell & Edwards Junior (1996) verificaram que a elevação do nível de cálcio na ração com 0,55% de fósforo total e 600 FTU/kg de ração, em frangos de 1 a 21 dias, afetou a absorção de fósforo. Com

0,63% de cálcio na ração, o menor nível testado, a absorção foi de 55%. Quando o nível de cálcio foi elevado para 0,75%, a absorção de fósforo aumentou para 58%,

já com a elevação do nível de cálcio para 0,87 e 0,99% na ração, a absorção do fósforo diminuiu para 50 e 40%, respectivamente.

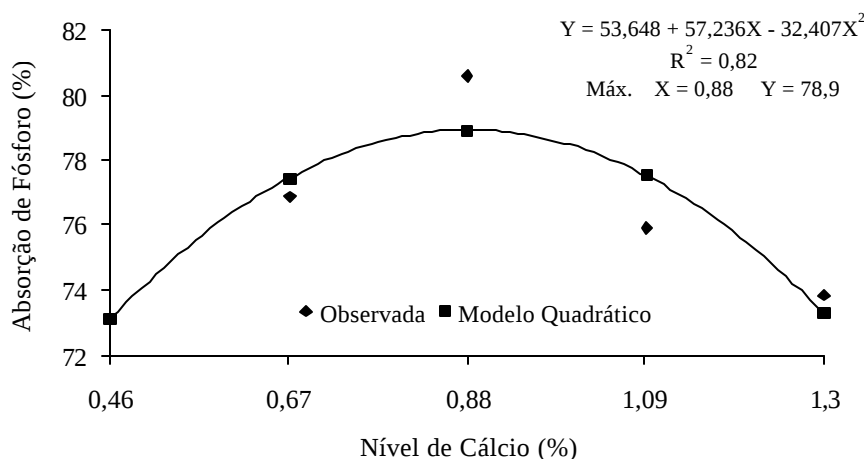


FIGURA 3 – Efeito dos níveis de cálcio da ração sobre a absorção relativa de fósforo (%) de 18 a 21 dias de idade

Contrariamente aos resultados deste experimento, Sebastian et al. (1996) não verificaram influência significativa do nível de cálcio da ração na retenção relativa de fósforo em ração com fitase. Porém, observaram que a retenção de fósforo foi maior com 1% de cálcio na ração, quando comparado com 0,66 e 1,25% de cálcio.

Rostagno et al. (2000) verificaram aumento da absorção de fósforo de 65,17% para 66,69% em frangos de 10 a 19 dias, alimentados com ração à base de milho e farelo de soja suplementada com fitase e um complexo de enzimas (Vegpro), quando reduziram o cálcio da ração de 1 para 0,68% e o fósforo de 0,70 a 0,56%.

A redução da absorção de fósforo, quando o nível de cálcio é muito baixo, provavelmente se deve ao desequilíbrio da relação cálcio fósforo total da ração. Com esses resultados, sugere-se que a redução do fósforo total, em virtude da adição da fitase, deve ser acompanhada por uma redução proporcional de cálcio para manter a relação Ca:P adequada. Por outro lado, níveis elevados de cálcio inibem o efeito da fitase sobre o aproveitamento do fitato.

O efeito inibitório do cálcio na hidrólise do fitato foi comprovado por Ballam et al. (1984). Esses autores observaram que a elevação do nível de cálcio na ração à base de milho e farelo de soja reduziu a hidrólise do fitato em frangos de corte, independente do nível do fósforo disponível.

Não foram observados efeitos significativos entre os sexos para absorção de zinco e manganês

($P > 0,05$). Os níveis de cálcio da ração afetaram significativamente a absorção de zinco com efeito quadrático ($P < 0,01$), e o nível de 0,67% propiciou a maior absorção (Tabela 2). Os níveis elevados de cálcio provocaram uma redução severa na absorção de zinco e, segundo estimativa pelo modelo quadrático, a maior absorção foi de 49,5%, com 0,80% de cálcio na ração, conforme mostrado na Figura 4.

Sebastian et al. (1996) não verificaram influência significativa do nível de cálcio da ração na retenção relativa de zinco em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, quando aumentaram o nível de cálcio de 0,66 a 1,25% em ração suplementada com 600 FTU/kg de ração.

Alto nível de cálcio na ração de frangos (1,53 a 2,26%) mostrou que de 70 a 92% do zinco do conteúdo gastrointestinal estavam na forma insolúvel. Aumento do teor de cálcio na ração reduziu significativamente a proporção de zinco solúvel associado com complexos de baixo peso molecular (Shafey et al., 1991).

Uma das possíveis explicações para a redução na absorção do zinco, em função dos níveis elevados de cálcio na ração, é a formação de complexos insolúveis com ácido fítico, impedindo, assim, a hidrólise do mesmo pela fitase e não tornando disponível o zinco para a absorção, como também pela forma insolúvel em que o mesmo se encontra na presença de elevados teores de cálcio.

Houve redução linear ($P < 0,01$) da absorção de manganês em função da elevação do nível de cálcio, o

que pode ser explicado pela elevação do teor de cálcio e do conteúdo de fitato na digesta. Possivelmente ocorreu uma elevação do teor de fitato em consequência da me-

nor atividade da fitase, e essa prejudicou a absorção do manganês de forma bastante severa, como pode ser verificado na Figura 5.

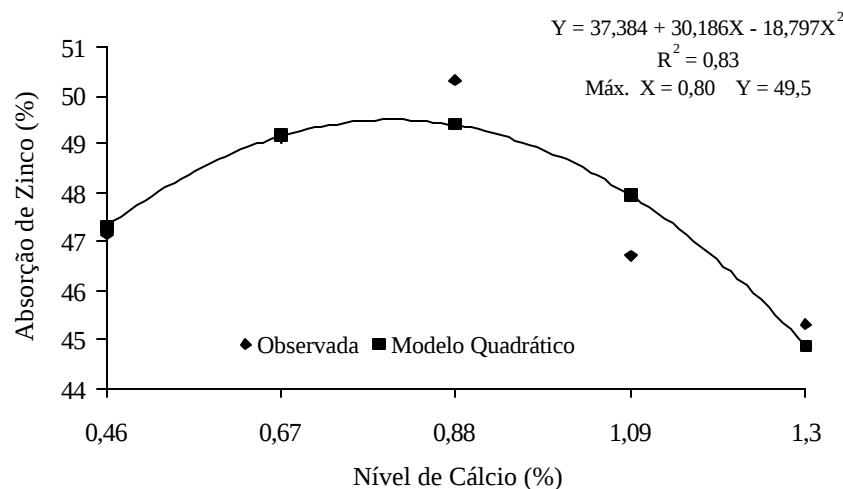


FIGURA 4 – Efeito dos níveis de cálcio da ração sobre a absorção relativa de zinco de 18 a 21 dias de idade.

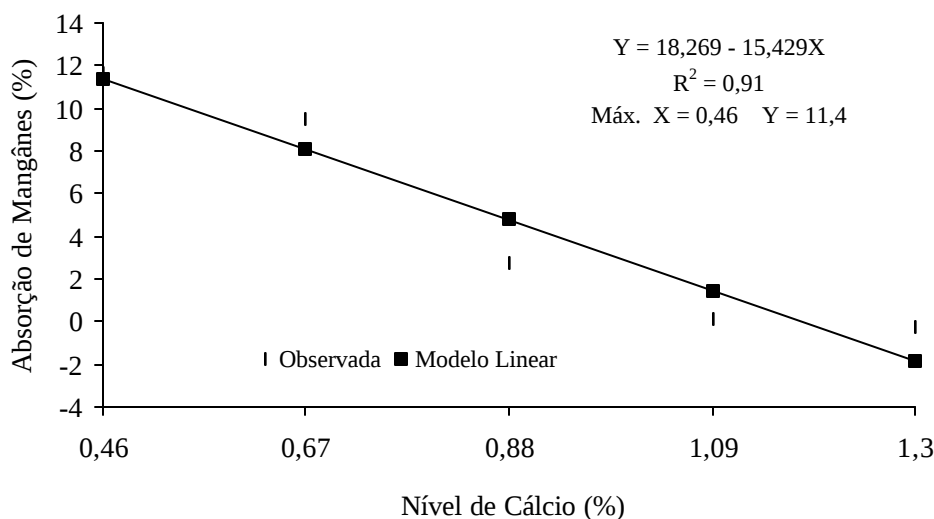


FIGURA 5 – Efeito dos níveis de cálcio da ração sobre a absorção relativa de manganês (%) de 18 a 21 dias de idade.

Sebastian et al. (1996) não verificaram influência significativa do nível de cálcio da ração na retenção relativa de manganês, em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, quando aumentaram o nível de cálcio da ração de 0,60 a 1,25%, em ração suplementada com 600 FTU/kg.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o experimento com frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade, alimentados com ração à base de milho e farelo de soja, com diferentes níveis de cálcio, 3000 Kcal de energia metabolizável e 600 FTU/kg, pode-se concluir que:

Níveis elevados de cálcio na ração prejudicam a absorção de cálcio, fósforo, zinco e manganês, e níveis muito baixos prejudicam a absorção de fósforo.

A redução do cálcio em rações suplementadas com fitase deve ser proporcional á redução de fósforo total, para manter a relação Ca:P adequada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST **Official methods of analysis:** agricultural chemicals, contaminants and drugs. 15. ed. Washington, 1990. v. 1, 684 p.

BALLAM, G. C.; ENGSTER, H. M.; SNETZINGER, D. C. Effect of calcium level on the ability of broiler and single comb White leghorn to hydrolyze phytate phosphorus. **Poultry Science**, Atlanta, v. 63, p. 61, Jan. 1984. (Abst.)

DENBOW, D. M.; RAVINDRAN, V.; KORNEGAY, Y. I. Z.; HULET, R. M. Improving phosphorus availability in soybean meal for broilers by supplemental phytase. **Poultry Science**, Champaign, v. 74, n. 11, p. 1831-1842, Nov. 1995.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análise estatística para dados balanceados (SISVAR)**. Lavras: UFLA/DEX, 2000.

KARUNAJEEWA, H. Effect of some feed additives on the performance of broiler chicks fed diets containing high levels of meat and bone meal. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, Melbourne, v. 16, p. 685-690, 1976.

McKNIGHT, W. F. Phytase technical specifications and properties. In: **SHORT COURSE ON FEED TECHNOLOGY**, 7., 1997, Korea. **Course...** Korea: Korean Society of Animal Nutrition and Feedstuffs, 1997.

MITCHELL, R. D.; EDWARDS JUNIOR, H. M. Effects of phytase and 1,25-Dihydroxycholecalciferol on phytate utilization and quantitative requirement for calcium and phosphorus in young broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 1, p. 111-119, Jan. 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington, 1994. 155 p.

NELSON, T. S.; SHIEH, T. R.; WODZINSKI, R. J.; WARE, J. H. The availability of phytate phosphorus in soybean meal before and after treatment with a mold phytase. **Poultry Science**, Champaign, v. 47, n. 6, p. 1842-1848, Nov. 1968.

QIAN, H.; KORNEGUEY, E. T.; DENBOW, D. M. Utilization of phytate phosphorus and calcium as influenced by microbial phytase, cholecalciferol, and the calcium: total phosphorus ratio in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 76, n. 5, p. 37-46, Jan. 1997.

ROSTAGNO, H. S.; SILVA, D. J.; COSTA, P. M. A.; FONSECA, J. B.; SOARES, P. R.; PEREIRA, J. A. A.; SILVA, M. A. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (Tabelas Brasileiras)**. Viçosa: UFV, 1994. 59 p.

ROSTAGNO, H. S.; TEJEDOR, A. A.; ALBINO, L. F. T.; SILVA, J. H. V. Enzyme supplementation of corn and soy bean meal diets improves ileal digestibility of nutrients in broiler chicks. **Biotechnology in the feed industry**. In: Alltech's Annual Symposium, 16., 2000. **Proceedings...** [S.l: s.n.], 2000. p. 175-182.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S. P.; CHAVEZ, E. R.; LAGUE, P. C. Efficacy of supplemental microbial phytase at different dietary calcium levels on growth performance and mineral utilization of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 12, p. 1516-1523, Dec. 1996.

SHAFETY, T. M.; McDONALD, M. W.; DINGLE, J. G. Effects of dietary calcium and available phosphorus concentration on digesta pH and on the availability of calcium, iron, magnesium and zinc from the intestinal contents of meat chickens. **British Poultry Science**, London, v. 32, n. 1, p. 185-194, Mar. 1991.

WISE, A. Dietary factors determining the biological activities of phytate. **Nutrition Abstract Review**, Aberdeen, v. 53, n. 9, p. 791-806, Sept. 1983.