

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**METABOLISMO DO CÁLCIO EM AVES DE CORTE E POSTURA COM  
ÁCIDOS ORGÂNICOS E FITASE NA DIETA**

MAITÊ DE MORAES VIEIRA  
Médica Veterinária (UFRGS)  
Mestre em Zootecnia (UFRGS)

Tese apresentada como um dos requisitos à obtenção do Grau de Doutor em  
Zootecnia  
Área de Concentração Produção Animal

Porto Alegre (RS), Brasil  
Outubro de 2009

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio Grande do Sul e à Capes pela oportunidade. Ao Professor Alexandre de Mello Kessler, pela orientação e ensino na graduação e pós-graduação; à Professora Andréa Machado Leal Ribeiro, pela oportunidade de crescimento intelectual e pessoal e à todos os professores do departamento de Zootecnia, pelo conhecimento e convivência harmônica nesses anos de pós-graduação;

Aos meus amigos, em especial à Isabel pelo companheirismo e entusiasmo, à Cátia pela confiança, à Ione pelo carinho, à Mônica pela vivacidade, à Andréa pela paciência; ao Alexandre pela eloquência; à Teresa pela reciprocidade, ao Marco Antônio pela impetuosidade, ao Mário pela benevolência. Aos bolsistas voluntários, em especial à Mariana, Juliana e Vicente pelo auxílio em experimentos e análises laboratoriais e a todos os colegas do LEZO, por toda a ajuda em situações decisivas para essa conquista e ainda pela convivência durante a pós-graduação.

À todos os familiares, por entenderam minhas ausências e impaciências. Aos meus pais, Marisete e Julio, por essa vida, oportunidade única para conviver com essas pessoas maravilhosas, e por me incentivarem ao encontro da realização pessoal; à minha irmã, Sâmia, pela admiração silenciosa. Ao meu marido, Fábio, pelo amor, dedicação e paciência e às minhas filhas, Beatriz e Sofia, por me ensinarem o sentido da vida, diariamente.

# **METABOLISMO DO CÁLCIO EM AVES DE CORTE E POSTURA COM ÁCIDOS ORGÂNICOS E FITASE NA DIETA <sup>1</sup>**

Autora: Maitê de Moraes Vieira

Orientador: Prof. Alexandre de Mello Kessler

## **RESUMO**

O metabolismo do cálcio é afetado pelo consumo de cálcio tendo função importante na homeostase corporal, através da absorção de cálcio da dieta e deposição no organismo para as funções orgânicas. O uso de aditivos como fitase e ácidos orgânicos interferem na fisiologia intestinal e também afetam o aproveitamento dos minerais. Neste trabalho foram testadas inclusões de ácidos orgânicos e fitase bacteriana em dietas com níveis crescentes de cálcio para aves de corte e postura para avaliar a retenção aparente de cálcio e fósforo além da deposição mineral nas aves. Foram realizados três experimentos, utilizando diferentes níveis de cálcio nas dietas, o primeiro com frangos de corte e adição ou não de fitase e ácido graxos de cadeia curta (fórmico e butírico), o segundo com frangos de corte e adição ou não de bicarbonato de sódio e diferentes fontes de cálcio e o terceiro com poedeiras semi-pesadas e a adição ou não de fitase e butirato de sódio na dieta. O aumento dos níveis de cálcio da dieta aumentou a retenção de Ca e conseqüentemente a cinza na tíbia, tamponou o pH do intestino e melhorou a metabolizabilidade da matéria orgânica em aves de corte. A fitase melhorou o aproveitamento de fósforo nas aves de corte e postura e reduziu a excreção de minerais em ambas e dessa forma demonstra ser uma alternativa viável para minimizar a poluição ambiental avícola. Os ácidos fórmico e butírico não apresentaram efeitos detectáveis sobre o metabolismo do cálcio em aves. O nível de cálcio da dieta interfere na retenção aparente do cálcio e indica-se um nível ótimo de cálcio na dieta de 1,0% para frangos de corte em crescimento e para poedeiras semi-pesadas em postura, considerando um equilíbrio no balaço corporal de Ca, um nível ótimo de 3,41% de Ca.

-----  
<sup>1</sup> Tese de Doutorado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, (118p.). Outubro de 2009.

# **CALCIUM METABOLISM IN BROILER CHICKENS AND LAYING HENS WITH ORGANIC ACIDS AND PHYTASE IN DIET <sup>1</sup>**

Author: Maitê de Moraes Vieira

Adviser: Prof. Alexandre de Mello Kessler

## **ABSTRACT**

The calcium metabolism is affected by calcium intake having an important role in body homeostasis, by calcium absorption from the diet and body deposition to organic functions. The use of additives such as phytase and organic acids interfere with the intestinal physiology and also affect the recovery of minerals. The present study evaluated inclusions of organic acids and bacterial phytase in diets with increasing levels of calcium for broiler chickens and laying hens to evaluate the apparent retention of calcium and phosphorus in addition to mineral deposition in fowl. Three experiments were conducted using different levels of calcium in the diet, one with broilers and addition or not of phytase and organic acid (formic acid and butyric acid), the second with broilers and addition or not of sodium bicarbonate and two sources of calcium and third with laying hens with or without addition of phytase and sodium butyrate in the diet. Increased levels of calcium increased the retention of Ca and therefore the ash in the tibia, buffer the intestinal pH and increased the organic matter metabolizability in chickens. Phytase improved utilization of phosphorus in broilers and laying and reduced the excretion of both minerals and thus is a viable tool to minimize environmental pollution poultry. The organic acids showed no detectable effects on calcium metabolism in birds. The level of dietary calcium interferes with apparent retention of calcium and indicates an optimal level of calcium in the diet of 1% for broilers chickens in growth phase and for laying hens, considering the body calcium balance an optimal level of calcium of 3.41%.

-----  
<sup>1</sup> Doctoral thesis in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, (118p.). October, 2009.

## SUMÁRIO

	Página
CAPITULO I	
1. Introdução.....	1
2. Revisão bibliográfica.....	4
2.1. A essencialidade do cálcio .....	4
2.1.1. O cálcio no trato gastrointestinal.....	5
2.1.2. O cálcio endógeno e a excreção renal.....	9
2.1.3. O cálcio ósseo e a formação do ovo.....	11
2.2. Ácidos orgânicos e o metabolismo de cálcio.....	13
2.3 Fitase e o metabolismo de cálcio.....	15
3. Hipóteses e objetivos.....	18
CAPITULO II	
Retenção aparente de cálcio em frangos de corte com adição de fitase e ácidos fórmico e butírico na dieta na fase de crescimento	
Resumo.....	20
Abstract.....	21
Introdução.....	22
Material e métodos.....	23
Resultados e discussão.....	25
Conclusão.....	28
Referências.....	28
CAPITULO III	
Níveis e fontes de cálcio e adição de bicarbonato de sódio sobre o metabolismo da dieta e o pH da digesta em frangos de corte	
Resumo.....	40
Abstract.....	41
Introdução.....	41
Material e métodos.....	43
Resultados e discussão.....	44
Conclusão.....	47
Referências.....	47
CAPITULO IV	
Balanço de nutrientes em poedeiras semi-pesadas com fitase, butirato de sódio e diferentes níveis de cálcio na dieta	
Resumo.....	55
Abstract.....	56
Introdução.....	56
Material e métodos.....	58
Resultados e discussão.....	60
Conclusão.....	63
Referências.....	63
CAPITULO V	73
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
APÊNDICES.....	84

## LISTA DE ABREVIATURAS

AGCC	Ácidos graxos de cadeia curta
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
Ca	Cálcio
Ca <sup>2+</sup>	Íon cálcio
CV	Coeficiente de variação
CZ	Cinzas
DHC	1,25 - dihidroxicolecalciferol
EB	Energia bruta
EMA	Energia Metabolizável Aparente
EMAn	Energia Metabolizável Aparente corrigida para nitrogênio
F	Teste F
Ft	Fitase
H <sup>+</sup>	Íon hidrogênio
meq	Miliequivalentes
Mn	Manganês
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
Na	Sódio
NC	Níveis de cálcio
NRC	National Research Council
P	Fósforo
pH	Potencial de hidrogênio iônico
PTH	Hormônio da paratireóide
R <sup>2</sup>	Coeficiente de regressão
Tb	Tíbia

## RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
CAPITULO II	
1 Composição da dieta basal e composição calculada para frangos de corte de 21 a 31 dias de idade.....	34
2 Composição das 12 dietas experimentais com diferentes níveis de cálcio e adição ou não de fitase e/ou ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) em 4,76% do total da dieta para frangos de corte de 21 a 31 dias.....	35
3 Metabolizabilidade da matéria seca (MMS) orgânica (MMO) e mineral (MMM), da proteína (MPB) e energia bruta (MEB), expressa em porcentagem do consumido, em frangos de corte de 21 a 31 dias....	36
4 Balanço de Ca (BCa) e P (BP) expressa em porcentagem e gramas e o consumo e excreção de Ca e P expresso em gramas, em frangos de corte de 21 a 31 dias.....	37
5 Peso da tíbia (PTB) e cinzas na tíbia (Cztb), expressa em gramas na matéria seca e pH da digesta do trato gastrointestinal de frangos de corte aos 31 dias de idade.....	38
CAPITULO III	
1 Composição da dieta basal e composição nutricional calculada para frangos de corte de 21 a 31 dias de idade.....	50
2 Composição das dietas experimentais com diferentes níveis e fontes de cálcio e adição ou não de bicarbonato de sódio no total de 2,66% da dieta para frangos de corte de 21 a 31 dias de idade.....	51
3 Peso da tíbia (Ptb) e cinzas na tíbia (Cztb), expressa em grama na matéria seca e metabolizabilidade da matéria seca (MMS) orgânica (MMO) e mineral (MMM), expressa em porcentagem do consumido em frangos de corte de 21 a 31 dias de idade.....	52
4 Medidas de pH da digesta do trato gastrointestinal de frangos de corte aos 31 dias de idade.....	53
CAPITULO IV	
1 Composição da dieta basal e composição calculada para poedeiras semi-pesadas de 40 a 44 semanas de idade.....	66
2 Composição das dietas experimentais com diferentes níveis de cálcio e adição ou não de fitase e/ou butirato de sódio em 11,6% do total da dieta para poedeiras semi-pesadas de 40 a 44 semanas .....	67

3 Consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), produção de ovos (PrOvo), peso médio do ovo (PMO) e porcentagem média de casca (%Casca) em poedeiras semi-pesadas de 40 a 44 semanas de idade.....	68
4 Consumo, excreção e balanço de Ca expresso em gramas/dia e porcentagem do consumido, cálcio na casca expressos em miligramas/dia e porcentagem do consumido, em poedeiras semi-pesadas de 40 a 44 semanas de idade.....	69
5 Consumo de P (ConsP), P nas excretas (ExcrP) e balanço de P (BP) expresso em miligramas/dia e balanço de P expresso em porcentagem do consumido por poedeiras semi-pesada de 40 a 44 semanas de idade.....	70
6 Metabolizabilidade da matéria seca (MMS) orgânica (MMO) e mineral (MMM), proteína (MPB) e energia bruta (MEB), expressa em porcentagem do consumido em poedeiras semi-pesadas de 40 a 44 semanas.....	71
7 Balanço corporal de minerais (BMc), proteína (BPBc) expressos em miligramas/dia, gordura em g/dia (BGBc) e energia em kcal/dia (BEBc) em poedeiras semi-pesadas de 40 a 44 semanas de idade.....	72



## **CAPÍTULO I**

## 1. INTRODUÇÃO

A pesquisa na nutrição do cálcio tem avaliado respostas associadas à absorção e deposição mineral convergindo para exigências de cálcio, razoavelmente estabelecidas, em torno de 0,8 a 1,0%, na fase de crescimento de frangos de corte (NRC, 1994; Rostagno et al., 2005) e 3,2 a 4,2%, na fase de postura de galinhas poedeiras (NRC, 1994; Rostagno et al., 2005). A eficiência na absorção de cálcio é influenciada pelo metabolismo do cálcio, regulado endocrinamente e dependente da idade das aves, do estágio fisiológico das aves de postura e do nível de cálcio da dieta, com conseqüências na excreção total de cálcio. Enquanto a metabolizabilidade aparente de cálcio, em frangos de corte, está inversamente relacionada com o nível de cálcio da dieta (Rama-Rao et al., 2003; Vieira et al., 2007), a mineralização óssea responde positivamente ao aumento de cálcio dietético (Sá et al., 2004; Vieira, 2006). O resultado disso é o baixo aproveitamento de Ca dietético em aves de corte e maior mobilização óssea nas aves em postura, além da maior excreção mineral devido à ineficiência do processo, o que estimula a pesquisa de níveis de cálcio dietético e ingredientes estratégicos que maximizem o aproveitamento desse mineral da dieta de aves de corte e postura.

A regulação endócrina do cálcio foi revisada nos anos 70 (Coop, 1970 e Borlé, 1974) e fundamentou a influência da vitamina D no metabolismo do  $\text{Ca}^{2+}$ . As pesquisas com  $\text{Ca}^{2+}$ , utilizando radioisótopos, determinaram o fluxo de cálcio no intestino, em aves de corte (Wasserman, 1961) e postura (Hurwitz, 1973). O envolvimento de transportadores de membrana no mecanismo celular de absorção epitelial do  $\text{Ca}^{2+}$  foi elucidado na última década (Brown, 2000) e revisado por Hoenderop et al. (2002 e 2005). Recentemente, foram revisadas as funções do cálcio como sinalizador no trato gastrointestinal (Geibel, 2009), a importância das vias de absorção no intestino (Bronner, 2009) e a regulação da homeostase do cálcio em aves de postura (Bar, 2009).

O aproveitamento do cálcio dietético pode ser melhorado com o uso de aditivos, seja ácido orgânico ou fitase, através da disponibilização do  $\text{Ca}^{2+}$  complexado, das modificações no pH luminal ou por efeitos indiretos na mucosa intestinal. Em condições fisiológicas, o lúmen intestinal pode ter a solubilidade e seu conteúdo modificado com conseqüente efeito na absorção do cálcio. Nesse contexto, as razões do baixo aproveitamento do cálcio da dieta pelas aves e a influência do cálcio dietético nas condições fisiológicas do intestino ainda foram pouco esclarecidas. A redução da inclusão de  $\text{Ca}^{2+}$  na dieta; juntamente com aumento de sua absorção, pode aumentar a eficiência animal e otimizar o espaço ocupado por esse ingrediente na formulação de dietas para aves.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 A essencialidade do cálcio**

O cálcio é um nutriente chave. No meio intracelular é um importante segundo mensageiro e regulador de processos celulares e no meio extracelular regula a excitabilidade neuronal e compõe a porção mineral do osso. Existe ainda uma quantidade inumerável de funções biológicas que o  $\text{Ca}^{2+}$  participa, o que aumenta a importância do cálcio dietético (Brown, 2000).

A dieta comumente formulada com milho e farelo de soja, sem suplementação mineral, contém menos de 0,1% de cálcio, evidenciando a necessidade de suplementação para praticamente todas as espécies animais (Soares, 1995). O cálcio ingerido será absorvido e utilizado conforme exigências metabólicas, sendo que essa fração biodisponível, para as diversas funções orgânicas, é variável nos ingredientes da dieta (Ammerman, 1995). A biodisponibilidade do cálcio, pode ser definida então, como uma fração do cálcio dietético que é potencialmente absorvível pelo intestino para os processos fisiológicos, particularmente para mineralização óssea ou para limitar a perda óssea (Guéguen et al, 2000).

O conteúdo de minerais no corpo das aves varia entre 2,0 e 4,5%

do peso vivo, dependendo da espécie e da variação entre indivíduos e o nível de cinzas aumenta com a idade do animal. Esse conteúdo corporal em cinzas é originado dos diversos órgãos e tecidos, sendo maior a contribuição óssea (80%), seguida de rins, fígado, músculo, sangue e pele. No animal adulto, o conteúdo corporal de cálcio é de 1,2 a 1,5% representando 3,5 a 4,0% da matéria seca e cerca de 26 a 30% das cinzas (Georgievskii, 1982).

O nível plasmático de cálcio, que representa cerca de 1% do total de  $\text{Ca}^{2+}$  do organismo, é regulado pelo efeito integrado dos hormônios PTH, calcitonina e 1,25- dihidroxicolecalciferol (DHC) no trato gastrointestinal (TGI) e rins e tamponado por grandes quantidades de cálcio de reserva (principalmente no osso) que é prontamente cambiável com o cálcio do líquido extracelular (Eaton & Pooler, 2006). Quase metade do cálcio plasmático está na forma de cálcio livre ionizado ( $\text{Ca}^{2+}$ ) fisiologicamente ativo nos tecidos alvo; cerca de 15% está associado a ânions de baixo peso molecular (citratos, fosfatos) e os 40% restantes estão na forma não ionizada, reversivelmente ligados a proteínas plasmáticas, principalmente albumina (NRC,2005; Eaton & Pooler, 2006).

A homeostase do cálcio no organismo é eficientemente atingida através da ação combinada de três órgãos-sistema: trato gastrointestinal, rim e osso (Hoenderop et al., 2005). O trato gastrointestinal é a via primordial de absorção do cálcio dietético, o rim é o órgão base da regulação plasmática de  $\text{Ca}^{2+}$  e o osso, o principal reservatório dinâmico de cálcio do organismo. A presença de receptores de membrana Ca-sensíveis nesses órgãos é fundamental para essa regulação e para o adequado desenvolvimento esquelético (Chang et al., 2008).

### 2.1.1 O Cálcio no trato gastrointestinal

A absorção aparente de cálcio é definida com o total consumido menos a excreção total de  $\text{Ca}^{2+}$  e os valores são usualmente expressos como porcentagem do consumido. Essa medida de absorção está inversamente relacionada com o nível de cálcio da dieta e estima-se que em frangos de corte seja em torno de 58% com 0,7% de Ca na dieta e 45% com 1,0% de Ca na dieta (Rama-Rao et al., 2003) e em poedeiras, a absorção aparente de cálcio foi de 58% com 4,0% e 51% com 4,5% Ca dieta (Lichovnicova, 2007). A diferença entre o consumo e a excreção representa o desaparecimento líquido de  $\text{Ca}^{2+}$  ingerido através do trato gastrointestinal (Ammerman, 1995) e esse valor está confundido com excreção endógena fecal e excreção urinária em aves, e por isso essa absorção aparente de cálcio não expressa o quanto da absorção que é devida exclusivamente à dieta.

Numa dieta com alto cálcio solúvel, há uma rápida absorção no intestino pela via paracelular, em função do gradiente eletroquímico favorável (Bronner, 1998), com isso ocorre a elevação do cálcio iônico no sangue que leva à inibição do apetite das aves (Lobaugh et al., 1981). A via paracelular de absorção de cálcio é dependente de uma gradiente de concentração do lúmen-mucosa e acontece de forma passiva através das junções firmes, essa via é dependente da concentração e do tempo de permanência do cálcio no lúmen intestinal, bem como da sua solubilidade. O  $\text{Ca}^{2+}$  das fontes inorgânicas, assim como  $\text{CaCO}_3$ , calcário, casca de ostras e fosfatos de cálcio, podem ser rapidamente solubilizados pelo meio ácido do proventrículo e moela das aves (Klasing, 1998).

Com baixo consumo de cálcio, a absorção de  $\text{Ca}^{2+}$  acontece

principalmente através da via transcelular, dependente de transporte ativo (Bronner, 2003). O transporte transcelular ocorre através do enterócito em três etapas: primeiro os transportadores de membrana carregam o  $\text{Ca}^{2+}$  por transporte ativo, depois o  $\text{Ca}^{2+}$  é ligado e conduzido dentro da célula por uma proteína ligadora de  $\text{Ca}^{2+}$  e por fim, na membrana basal, o  $\text{Ca}^{2+}$  é bombeado ativamente para o meio extracelular. Nesse sistema, o  $\text{Ca}^{2+}$  ligado pode ser armazenado em vesículas, permanecendo como reserva temporária no interior da célula, caracterizando a via vesicular de transporte de  $\text{Ca}^{2+}$ . Devido à coexistência desses mecanismos de transporte ativo, a difusão do  $\text{Ca}^{2+}$  através do citoplasma torna-se uma etapa limitante da absorção pois tanto a via transcelular quanto a via vesicular de transporte de cálcio são dependentes das proteínas ligadoras de cálcio (Khanal, 2008), cuja produção é reduzida com o aumento de cálcio na dieta (Hurwitz & Bar, 1995) e parece contribuir para que a acumulação desse mineral seja relativamente ineficiente (Bronner & Pansu, 1999).

A eficiência do transporte intestinal de cálcio é dependente das proteínas ligadoras de cálcio e também dos transportadores de cálcio e da bomba de cálcio, além de ser modulada pela idade, pela vitamina  $\text{D}_3$  e pelo  $\text{Ca}^{2+}$  da dieta (Brown et al., 2005). A forma ativa da vitamina D (DHC) é que estimula as etapas do transporte de cálcio transcelular pelo aumento da expressão dos transportadores de cálcio, da proteína de ligação do cálcio e do sistema de expulsão (Hoenderop *et al.*, 2005). Numa situação de restrição de Ca e P na dieta, ocorre o aumento dos níveis de mRNA para a síntese dos transportadores de membrana (Brown et al., 2005) e o aumento da síntese da proteína de ligação duodenal, além da diminuição do  $\text{Ca}^{2+}$  ósseo (Bar et al.,

2003). O baixo  $\text{Ca}^{2+}$  plasmático estimula a secreção do hormônio da paratireóide (PTH), que por sua vez estimula a ressorção de  $\text{Ca}^{2+}$  ósseo e reabsorção de Ca renal. Nessa regulação endócrina, enquanto o PTH e a DHC aumentam os níveis de cálcio sanguíneo, a calcitonina os reduz (Coop, 1970).

A quantidade de cálcio na dieta, da qual depende a absorção de Ca pela diversas vias ao longo do trato gastrointestinal, tem mais importância em alguns segmentos intestinais. A maior porcentagem de cálcio é absorvida no duodeno e jejuno das aves (Hurwitz & Bar, 1966) e no íleo dos mamíferos (Wasserman, 2004). No duodeno, 90% do  $\text{Ca}^{2+}$  é absorvido pela via paracelular, quando há alto  $\text{Ca}^{2+}$  na dieta. Quando o  $\text{Ca}^{2+}$  é baixo, a maior absorção é pela via transcelular (80%). No jejuno estima-se que é maior a absorção paracelular (80%) do que a transcelular (20%) (Khanal & Nemere, 2008). No íleo, a maior via de absorção é também paracelular (Khanal & Nemere, 2008) e a absorção transcelular parece ser estimulada apenas em dietas com baixo cálcio (Auchère et al., 1998). No intestino grosso, apenas 10% do total de cálcio é absorvido, seja o consumo de cálcio alto ou baixo (Bronner & Pansu, 1999), sendo maior a contribuição da via paracelular (Mineo et al., 2001).

A absorção do  $\text{Ca}^{2+}$  em aves de postura está relacionada com o estado fisiológico do animal. No estudo de Hurwitz et al. (1973), a absorção ileal de  $\text{Ca}^{2+}$  em poedeiras jovens foi de 76,8% durante a formação da casca e 28,8% no período sem formação da casca. Em poedeiras mais velhas, dos 83,6% de Ca absorvidos até o final do íleo, durante a formação da casca, cerca de 25,0% foi absorvido no duodeno, 51,7% no jejuno e apenas 6,9% no íleo (Hurwitz & Bar, 1973). Em frangos de corte, a absorção ileal de Ca aos 24 dias



de idade foi de 67% com 0,9% de Ca na dieta (Applegate et al., 2003). Estima-se que do total absorvido no final do intestino delgado, em frangos, metade é absorvido no duodeno (cerca de  $46,5 \pm 4,7\%$ ) e a outra metade no jejuno ( $47,0 \pm 3,3\%$ ) (Hurwitz et al., 1973), enquanto que em mamíferos, a maior parte de absorção de cálcio (>60%) acontece no íleo (Wasserman, 2004).

### **2.1.2 O Cálcio endógeno e a excreção renal**

A eficiência na absorção de Ca está inversamente relacionada com o aumento do nível de cálcio da dieta tanto em poedeiras (Chandramoni et al., 1998) quanto em frangos de corte (Rama-Rao et al., 2003). A absorção aparente de cálcio não é corrigida para a porção de  $\text{Ca}^{2+}$  presente na excreta que resulta da excreção de Ca para o trato gastrointestinal (Ammerman, 1995). O cálcio em excesso é excretado na urina e nas fezes, aparecendo juntos nas excretas das aves (Georgievskii, 1982), induzindo a uma baixa retenção absoluta de  $\text{Ca}^{2+}$  (Chandramoni et al., 1998).

Se a principal via de excreção de  $\text{Ca}^{2+}$  é o trato gastrointestinal (McDowell, 1992), a absorção verdadeira deve ser corrigida para essa porção de  $\text{Ca}^{2+}$  que tenha sido absorvido para o corpo animal e posteriormente excretado para o trato gastrointestinal, denominada excreção total fecal. Essa “excreção total fecal endógena” é composta da “excreção endógena mínima” que representa a perda mínima fecal endógena inevitável pelo corpo animal e da “fração endógena variável” que representa a perda endógena remanescente, variável em quantidade e influenciada pelo consumo e biodisponibilidade do mineral (Ammerman, 1995). Hurwitz & Bar (1969) verificaram em poedeiras, que o aumento na concentração de cálcio na dieta

de 0,59 para 3,94%, aumentou a perda fecal endógena de 19 para 40% do cálcio ingerido.

Georgievskii (1982) estimou as frações da excreção total de cálcio em relação ao total de Ca absorvido. Na ave de postura, a perda fecal endógena foi de 9,8% e a excreção urinária de 9,7%, enquanto que no suíno, a perda fecal endógena foi de 23,4% e a excreção urinária de 2,3%. Isso indica que a contribuição urinária na excreção do Ca é maior em aves do que em suínos. Conseqüentemente, a retenção líquida de Ca, obtida através do consumo total menos a excreção total de  $\text{Ca}^{2+}$  (total fecal mais total urinário) (Ammerman, 1995) é influenciada pela excreção total de  $\text{Ca}^{2+}$  e provavelmente é menor em aves ( $\pm 19,5\%$ ) do que em suínos ( $\pm 25,7\%$ ) (Georgievskii, 1982).

A excreção de  $\text{Ca}^{2+}$  urinário regula o nível plasmático de  $\text{Ca}^{2+}$  por filtração glomerular e reabsorção e secreção tubular (Wideman, 1987). Esses níveis plasmáticos são mantidos entre 110mg/L em frangos (Lobaugh et al., 1981) e 180- 360mg/L em poedeiras (NRC, 2005). Cerca de 60% desse cálcio plasmático é filtrável (Eaton & Pooler, 2006) e 96 a 99% do Ca filtrado é reabsorvido (Wideman, 1987), sendo 60% no túbulo proximal (90% paracelular e 10% transcelular) e o restante na alça de Henle (50% paracelular e 50% transcelular) e no túbulo distal (100% transcelular e onde ocorre o controle endócrino) (Eaton & Pooler, 2006; Khanal, 2008). Menos de 4% do cálcio filtrado é excretado na urina e as concentrações de cálcio urinário são um pobre indicador do excesso de cálcio na dieta (NRC, 2005), pois o cálcio dietético tem uma capacidade limitada para aumentar o cálcio urinário (Ahmed et al., 1991). Nas aves de postura, a disponibilidade de Ca para deposição na casca parece controlar a excreção de Ca e P, pois a excreção de Ca aumenta

e a de P diminui quando o consumo de cálcio da dieta excede a taxa de utilização pela glândula da casca (Wideman, 1987). Isso ocorre porque o  $\text{Ca}^{2+}$  necessário, de origem dietética e óssea, para a formação da casca é intermitente e afetado pelo estágio de formação da casca (Etches, 1987).

### **2.1.3 O cálcio ósseo e a formação do ovo**

A resposta das aves para cálcio dietético e a exigência de cálcio é modificada pela taxa de crescimento (Hurwitz et al., 1995). O crescimento ósseo é sinalizado, pelo cálcio extracelular, nos receptores de membrana  $\text{Ca}^{2+}$ -sensíveis localizados na paratireóide, osso, cartilagem e rim, o que determina o início da diferenciação de osteoblastos (Chang, 2008). Inicia-se então um período de intensa formação óssea, entre os 4 e 18 dias, para prover um adequado suporte esquelético para o crescimento da ave (Williams, 2000). A demanda corporal do cálcio aumenta nessa idade e depois diminui (Bronner, 1993). Segundo Bar (2003), a ave desenvolve, nos primeiros dias de vida um mecanismo adaptativo típico, relacionado com a síntese de proteína ligadora de cálcio duodenal, que se mantém com a idade e então, durante o crescimento, suas necessidades minerais para a formação óssea mantêm-se constante.

Rostagno et al. (2005) estimaram o nível de cálcio para frango de corte em 0,82% da dieta de 22 aos 35 dias e 0,77% de 36 a 42 dias de idade. Segundo NRC (1994), o nível de 0,9% de Ca na dieta é indicado de 3 a 6 semanas de idade para ótimo crescimento. Bar et al. (2003) verificaram uma melhor mineralização óssea com 1% de Ca na dieta e Sá et al. (2004), obtiveram melhor resistência à quebra óssea com 1,28% de Ca na dieta. Já

Driver *et al.* (2005), verificaram que mesmo com o rápido crescimento, o frango moderno não demonstrou maiores necessidades de cálcio do que 0,72% durante a fase de crescimento (de 19 a 42 dias). De acordo com o NRC (1994), o nível necessário para maximizar a mineralização óssea pode ser maior do que o necessário para maximizar o crescimento e deve-se também considerar que a cinza e cálcio ósseo são sensíveis para estado de deficiência de  $\text{Ca}^{2+}$ , mas não refletem uma situação de toxicidade nas aves (NRC, 2005).

Nas linhagens modernas de poedeiras, o equilíbrio entre crescimento, reservas esqueléticas, consumo de alimento e produção de ovos pode melhorar o potencial produtivo (Cransberg, 2001). As poedeiras absorvem ativamente o Ca da dieta para a formação da casca ao longo de todo o trato gastrointestinal, com máxima expressão da proteína ligadora de cálcio no duodeno (Sugiyama *et al.*, 2007) e, para a calcificação da casca, ocorre também a ressorção de Ca ósseo e simultânea regulação da excreção renal, diminuindo o Ca excretado e aumentando a excreção de P (Wideman, 1987).

A exigência de cálcio para ótima produção de ovos e qualidade de casca tem sido estimada entre 3,25% (NRC,1994; Rama-Rao,2003) e 3,6% de Ca na dieta (Chandramoni,1998; Bar, 2002). No trabalho de Lichovnicova (2007), 4,1% de Ca na dieta resultou em melhor qualidade e deposição de cálcio na casca. Segundo Georgievskii (1982), a necessidade de Ca dietético para aves de postura pode ser estimada, considerando a perda total endógena (A), o conteúdo de cálcio no ovo (B); a retenção de cálcio consumido de uma dieta (C) e a produtividade da ave (D) sendo  $(A+B/C)*D$ , chegando-se a uma estimativa de 3,2% de Ca na dieta  $((0,28+1,9/47,5)*70)$ . Kebraab *et al.* (2009) verificaram em poedeiras, uma diminuição na retenção aparente do Ca no

corpo e ovo de 62,5; 51,4 e 50,5% quando o consumo de Ca foi 25, 35 e 45mg/g de alimento, respectivamente. Eles propuseram um modelo para quantificar a dinâmica do Ca e P em função da ovoposição, considerando as concentrações de Ca e P no papo, estômago, plasma e osso como variáveis de entrada e o consumo constante ao longo de 24 horas e as estimativas do modelo foram de 63,2; 56,1 e 55,3% de Ca retido no corpo e ovo quando as concentrações de Ca na dieta foram baixa, média ou alta (2,5, 3,5 e 4,5%, respectivamente). Além da eficiência de retenção de Ca ser inversamente proporcional à concentração de cálcio na dieta (Georgiewskii, 1982), a ovoposição é determinante no balanço de cálcio e fósforo em poedeiras (Hurwitz, 1965), uma vez que uma poedeira elimina cerca de 500g de cálcio durante todo o período de postura (para uma produção de 250-260 ovos), que é 25 vezes maior do que sua reserva total de cálcio corporal (Georgiewskii, 1982). Ao longo da idade das aves, ocorre o aumento no consumo de alimento e concomitante diminuição na produção e peso dos ovos (Lessone & Summers, 2005) e na eficiência de deposição de Ca na casca, que provavelmente se deve à diminuição na absorção de cálcio (Pesti et al., 2005). Portanto, é indicado uma alimentação em 4 fases, com níveis crescentes de 4,2; 4,4; 4,5 e 4,6% de Ca na dieta de poedeiras (Leeson & Summers, 2005), a fim de compensar o decréscimo na absorção.

## **2.2 Ácidos orgânicos e o metabolismo de cálcio**

A absorção de Ca pela via paracelular ocorre em função do gradiente de concentração de cálcio, da mucosa para a serosa, que resulta na absorção líquida de Ca, demonstrado por Rascka (2005) em culturas de tecido

intestinal. O cálcio dietético é solubilizado no pH do estômago (Hurwitz e Bar, 1971) e será rapidamente absorvido, principalmente no duodeno em função desse gradiente (Hurwitz e Bar, 1966). No final do jejuno, já ocorreu cerca de 50% da absorção passiva de  $\text{Ca}^{2+}$  em poedeiras (Hurwitz e Bar, 1965) que é dependente da solubilidade do cálcio no lúmen intestinal. No entanto a regulação fina da homeostase do cálcio é realizada através da absorção transepitelial que é estimulado pela presença de AGCC no ceco e cólon (Rascka, 2005). A expressão da proteína ligadora de cálcio ocorre ao longo de todo o intestino da ave, e está em maior proporção no duodeno e jejuno (Sugiyama et al, 2007). Ela é influenciada pelo aumento na concentração de  $\text{H}^+$  no intestino das aves levando a uma maior capacidade funcional da proteína ligadora de  $\text{Ca}^{2+}$  (Bergard, 2000). Nesse contexto, os ácidos graxos de cadeia curta, ao se dissociarem no lúmen, poderiam estimular a via transepitelial no início do TGI das aves, antes de serem rapidamente absorvidos.

*In vitro*, a presença de AGCC induz ao aumento na absorção de cálcio através da mucosa, no lúmen cecal de ratos (Mineo *et al*, 2001) e *in vivo*, a interrelação dos AGCC e a retenção de cálcio já foi verificada em suínos (Mroz et al., 2000). Isso comprovou que existe a interferência dos ácidos graxos no transporte de cálcio através da mucosa intestinal *in vitro* e *in vivo*. Em aves de corte, os ácidos orgânicos da dieta têm um efeito benéfico na saúde intestinal e além disso, são capazes de reduzir perdas endógenas e melhorar a disponibilidade de energia da dieta (Pirgozliev et al., 2008).

A adição de ácidos orgânicos na dieta de poedeiras pode melhorar a produção de ovos e o peso das aves (Gama et al., 2000). Na dieta de frangos de corte, o ácido butírico (0,2%) pode ajudar na manutenção do desempenho e

qualidade de carcaça (Leeson *et al.*, 2005), o ácido fórmico (0,5%) exerceu um efeito positivo sobre a digestibilidade ileal de nutrientes (Hernandez *et al.*, 2006) e o ácido cítrico (4,0%) melhorou a utilização de fósforo fítico (Snow *et al.*, 2004; Rafacz-Livingston *et al.*, 2005). A diminuição nas perdas endógenas de aminoácidos pelo trato gastrointestinal parece ser o mecanismo envolvido no modo de ação dos ácidos orgânicos da dieta (Pirgozliev *et al.*, 2008), visto que eles não são capazes de alterar o pH (Paul *et al.*, 2007) nem a morfologia intestinal (Maiorka *et al.*, 2004).

### **2.3 Fitase e o metabolismo de cálcio**

Na dieta de aves à base de grãos de cereais, tem sido utilizada a fitase exógena de origem microbiana com o propósito de disponibilizar o fósforo ligado ao fitato. O principal resultado dessa suplementação é a redução da suplementação de fósforo inorgânico na dieta e a diminuição da excreção de P, diminuindo a poluição ambiental. Conseqüentemente, a suplementação de fitase, melhora digestibilidade de nutrientes com benefícios na retenção de minerais, aminoácidos e energia da dieta (Selle *et al.*, 2009).

A atividade de fitase pode ser definida como a quantidade de enzima que libera 1  $\mu\text{mol}$  de fósforo inorgânico/minuto de 5,1 mM de fitato de sódio a pH 5,5 e 37°C (Quian, 1997). Essa atividade de fitase é detectável nos ingredientes vegetais da dieta (Francesch, 2005) e mensurável no trato gastrointestinal de aves (Maenz & Classen, 1998). Os grãos de cereais possuem diferentes atividades intrínscas de fitase que afetam a absorção de  $\text{Ca}^{2+}$  da dieta (Francesch, 2005) e a eficácia da fitase microbiana suplementar (Rodehutschord, 2006).

A atividade da fitase, na borda em escova do intestino das aves, é maior no duodeno e diminui progressivamente ao longo do jejuno e íleo, sendo semelhante em frangos e poedeiras (Maenz & Classen, 1998). Nas poedeiras, a atividade de fitase é mais alta no ceco do que no intestino delgado e maior em aves mais velhas (47 semanas) do que jovens (20 semanas) (Marounek et al., 2008). A atividade dessa fitase intestinal a pH 6, na borda em escova duodenal, é regulado pela vitamina D<sub>3</sub> e influenciada pelo P total da dieta (Onyango et al., 2006) e sua atividade ótima ocorre entre pH 5,5 e 6,5 (Maenz & Classen, 1998). No trato gastrointestinal da ave, o tempo de trânsito e limitações de pH não permitem a completa desfosforilação do ácido fítico para myo-inositol e P inorgânico (Selle & Ravidran, 2007). A fitase do trato gastrointestinal das aves digere apenas uma pequena quantidade do fitato (NRC, 2005) e uma concentração típica de 0,9% de Ca na dieta reduz a atividade da fitase intestinal (Applegate et al., 2003).

Os grão de cereais possuem diferentes atividade de fitase intrínscica que afetam a absorção de Ca<sup>2+</sup> da dieta (Francesch, 2005). A atividade intrínscica de fitase dos ingredientes da dieta também influencia a eficácia da fitase microbiana suplementar (Rodehutscord, 2006). Contudo, a maior atividade da fitase na digesta resulta da suplementação de fitase microbiana na dieta (Yu et al., 2004). A fitase tem efeito positivo sobre o desempenho e características ósseas de frangos durante todo o período de crescimento (Guo et al., 2009). É evidente o efeito da fitase exógena sobre o fósforo fítico (Conte et al., 2003) reduzindo a excreção de P (Dozier III et al., 2008). Mas a adição de fitase na dieta também melhora a absorção intestinal de cálcio (Lopez et al., 2000) com efeito na retenção de Ca tanto em aves de corte (Tejedor et al.,



2001a; Akyurek et al., 2005; Woyengo et al., 2008) quanto de postura (Um & Paik, 1999; Hatten et al., 2001). Consequentemente, a fitase da dieta também diminui a excreção de Ca em frangos de corte (Catala-Gregori et al., 2006) e poedeiras (Casartelli, 2005). Nas aves de postura, a suplementação de fitase pode ainda melhorar a produção de ovos (Um & Paik, 1999) e a qualidade da casca devido à uma melhor utilização de Ca (Gordon & Roland, 1998), mas esse efeito ainda é controverso (Keshavarz, 2003; Liebert et al., 2005).

A fitase e a vitamina D<sub>3</sub> são fatores importantes na degradação do fitato e melhoram a utilização de Ca e P fítico em frangos (Biehl & Baker, 1997; Quian, 1997) e poedeiras (Hatten et al., 2001). O termo fitase tornou-se uma ampla rúbrica que inclui várias enzimas estruturalmente diferentes e a característica de uma fitase pode não ser aplicável para todas as outras enzimas coletivamente agrupadas sobre esse nome (Mullaney & Ullah, 2003). O verdadeiro valor de cada fitase é uma função complexa do cálcio dietético, da concentração de P total e fítico e do custo da suplementação de Ca e P (Driver, 2005a), sendo fundamental uma correta avaliação nutricional dos ingredientes, conjuntamente com a viabilidade econômica do uso dessa tecnologia (Murakami et al., 2007).

### 3. HIPÓTESES E OBJETIVOS

O metabolismo de cálcio em aves de corte e postura é modulado pela quantidade de cálcio na dieta e pela condições fisiológicas do lúmen intestinal que pode ter o conteúdo modificado e afetar a solubilidade do Ca com conseqüente efeito na absorção do cálcio. A busca por alternativas nutricionais que considerem a otimizam a absorção de cálcio pelo organismo das aves deve ser estimulada pois dessa maneira reduzir seus níveis de inclusão na dieta.

Nesse trabalho será avaliada a hipótese de que o uso de ácidos orgânicos e a fitase na dieta de frangos de corte e poedeiras traz benefícios no aproveitamento do cálcio, favorecendo sua absorção, diminuindo sua excreção e possibilitando a formulação de dietas com menores níveis de  $\text{Ca}^{2+}$ .

O objetivo deste trabalho foi avaliar a retenção e a excreção de cálcio e fósforo em aves de corte e postura recebendo dietas com diferentes níveis de cálcio adicionadas ou não de fitase e ácidos orgânicos.

## **CAPÍTULO II**

**Retenção aparente de cálcio de frangos de corte com adição de fitase e ácidos fórmico e butírico na dieta na fase de crescimento**

**Calcium apparent retention in broilers with addition of phytase and formic and butyric acids in diet**

Maitê de Moraes Vieira<sup>1</sup>, Alexandre de Mello Kessler<sup>2</sup>, Andréa Machado Leal Ribeiro<sup>2</sup>

Isabel M. da Silva<sup>1</sup>, Cátia Chilanti Pinheiro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Aluna de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia – UFRGS

<sup>2</sup>Professor do Departamento de Zootecnia - UFRGS

**RESUMO**

Nesse estudo foram utilizados 96 frangos de corte, da linhagem Ross, machos, de 21 aos 31 dias de idade para avaliar a inclusão de ácidos orgânicos e fitase em dietas com diferentes níveis de cálcio. As dietas experimentais compuseram 12 tratamentos no esquema fatorial 3x2x2 (3 níveis de cálcio - 0,6; 0,8; 1,0%; adição ou não de uma combinação de 180meq de ácido fórmico/kg + 20meq de ácido butírico/kg e adição ou não de fitase bacteriana, 500 FTU/kg), em delineamento completamente casualizado. Avaliou-se a metabolizabilidade dos nutrientes e da energia e balanço de Ca e P através de coleta total de excretas (10 dias), a mineralização óssea na tíbia e o pH da digesta do trato gastrointestinal aos 31 dias. A adição de fitase foi positiva sobre a metabolizabilidade da matéria seca e orgânica e o nível de Ca afetou linear e positivamente a metabolizabilidade da matéria orgânica e da energia bruta e a mineralização óssea. O pH do íleo e do ceco foram afetados linear e positivamente pelos níveis de cálcio. O balanço de Ca foi afetado pelo nível de Ca da dieta e o de P foi

afetado pela fitase, mas nenhum por ácidos orgânicos. Pode-se concluir que a fitase melhorou a metabolizabilidade dos nutrientes, especialmente do P e o aumento do nível de cálcio da dieta aumentou a retenção absoluta de Ca e alcalinizou o pH do íleo e do ceco de frangos de corte. Não houve efeito da combinação de ácidos orgânicos com os outros fatores sobre as respostas avaliadas.

**Palavras-chave:** ácidos orgânicos, metabolizabilidade, pH da digesta

## **ABSTRACT**

In this study were used 96 Ross male broilers from 21 to 31 days of age to test the addition of organic acids and phytase in diets with different levels of calcium. Experimental diets were formulated to define 12 treatments assigned in a 3x2x2 factorial arrange (3 calcium levels - 0,6, 0,8, 1,0%; with or without SCFA combination - 180meq formic acid + 20meq butyric acid/kg and with or without phytase - 500 FTU/kg) in a completely randomized design. Were measured nutrients and energy metabolizability and calcium and phosphorus balance with excreta total colect (10 days), bone mineralization and gastrointestinal pH at 31 day. The addition of phytase was positive to dry and organic matter metabolizability and bone mineralization was positively affected with increasing diet calcium level. The ileum and cecum pH were increased by calcium levels. The calcium balance was affected with increasing diet calcium level and phosphorus for phytase but anything with organic acids. From these responses it is concluded that phytase improved nutrient metabolizability, especially P, the increase of diet calcium level increased calcium retention and alkalinity ileum and cecum digesta. No effect of organic acids in this evaluated responses.

**Key words:** organic acid, metabolizability, digesta pH

## INTRODUÇÃO

Os frangos de corte de linhagens modernas são mais sensíveis à suplementação de minerais e mais ineficientes nas retenções de Ca e P da dieta do que genótipos não selecionados (McDevitt et al., 2006). Além disso, a qualidade óssea em aves selecionadas é inferior em termos de porosidade e conteúdo mineral devido à mais intensa taxa de crescimento nos primeiros dias de vida (Williams et al, 2000a). O nível de 0,82% de Ca na dieta é sugerido para frangos de 22 a 35 dias (Rostagno et al., 2005), mas um ótimo desempenho e cinzas na tíbia pode ser obtidos com 0,72% de Ca na dieta (Driver et al., 2005b). A recomendação de 0,9% de cálcio para fase de crescimento (NRC, 1994) pode ser excessiva para o frango moderno, além de aumentar o conteúdo de cálcio nas excretas (Rama-Rao, 2007).

Segundo Rascka (2005), a absorção de cálcio para dentro da mucosa cecal pode ser aumentada com a presença de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC). A adição desses AGCC na dieta tem efeito benéfico na saúde entérica (Pirgozliev et al., 2008), mas parece não afetar o pH intestinal (Hernández et al., 2006; Paul et al., 2007). No entanto, o efeito dos AGCC em frangos de corte ainda é controverso nas respostas de desempenho (García, 2002; Campos et al., 2004; Leeson et al., 2005), mas este efeito já foi verificado na digestibilidade ileal de nutrientes (Hernández et al., 2006; García et al., 2007) e na utilização de fósforo fítico (Boling et al., 2001; Boling-Frankenbach et al., 2001; Snow et al., 2004).

Já a fitase tem efeito positivo sobre desempenho e características ósseas em frangos durante todo o período de crescimento (Guo, 2009) e comprovadamente afeta a retenção de cálcio e fósforo em aves de corte (Akyurek et al., 2005; Santos et al., 2008). Sua interação com o uso de AGCC foi pouco esclarecida e apesar de inúmeros estudos com fitase, ainda faz-se necessário ajustar apropriadamente o nível de cálcio com a

suplementação de fitase na dieta (Selle et al., 2009). A reavaliação constante das exigências de cálcio para frangos de corte torna-se interessante, tanto para medir a eficiência de retenção, quanto a excreção mineral, pois ambos afetam diretamente a suplementação mineral na dieta e a poluição ambiental.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi estudar a adição de AGCC e fitase em dietas com diferentes níveis de cálcio sobre a metabolizabilidade de nutrientes, balanço de Ca e P, pH da digesta e a mineralização óssea de frangos de corte em crescimento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Nesse experimento foram utilizados frangos de corte, machos, de linhagem Ross 308 para avaliar a inclusão de ácido fórmico e butírico (AGCC) e fitase de origem bacteriana em dietas com diferentes níveis de cálcio. As aves foram alojadas em gaiolas individuais em sala climatizada, dos 21 aos 31 dias de idade, e receberam água e ração à vontade em um programa de luz de 24 horas.

As dietas foram formuladas com níveis nutricionais próximos dos recomendados por Rostagno et al. (2005), diferindo no nível de cálcio (NC), na adição de AGCC e de fitase (Ft) (Tabela 1). Para a composição das dietas experimentais foi empregado um arranjo fatorial 3x2x2 (3 NC: 0,6; 0,8 e 1,0%; adição ou não de uma combinação de AGCC (180meq/kg de ácido fórmico na forma pura + 20meq/kg de ácido butírico na forma de butirato de sódio à 29% encapsulado em ácidos graxos de cadeia média) e inclusão ou não de 0,2g/kg de enzima fitase bacteriana (500 FTU/kg) compondo 12 tratamentos com 8 repetições de 1 frango cada, totalizando 96 unidades experimentais em delineamento completamente casualizado (Tabela 2). Em todas as dietas o nível de fósforo disponível estimado foi de 0,42%, para tanto, nas dietas com

adição de fitase, houve redução do fósforo total equivalente à contribuição enzimática conforme indicação do fabricante (0,13% de P disponível).

Foi realizada a coleta total de excretas durante todo o período experimental (21 a 31 dias de idade) para obtenção das medidas de metabolizabilidade e balanço de minerais. Aos 31 dias de idade, todos os animais foram insensibilizados e abatidos, para coleta da tíbia esquerda e do conteúdo intestinal. Os segmentos do trato gastrointestinal foram seccionados, conservando o conteúdo correspondente, que foi coletado em frasco de vidro, preenchido com 20 mL de água destilada, homogeneizado com bastão de vidro e, então, determinado o pH do conteúdo dissolvido oriundo do papo, duodeno, jejuno, íleo e ceco, através de pHmetro.

As análises de matéria seca, cinzas e nitrogênio das rações e excretas, bem como de cinzas nas tíbias foram realizadas de acordo com a AOAC (1993). Para a análise das cinzas, as tíbias foram secas a 105°C por 12 horas e queimadas em mufla a 550°C por 4 horas, sem prévia extração da gordura (Yan et al., 2005). A energia bruta das dietas e das excretas foi determinada utilizando um calorímetro de bomba isoperibólico (IKA WERKE, modelo C2000). As análises de Ca e P nas rações e excretas foram realizadas por espectrometria de absorção atômica e colorimetria, conforme metodologia de TEDESCO et al. (1995).

As respostas avaliadas foram a metabolizabilidade da matéria seca (MMS), orgânica (MMO) e mineral (MMM), da proteína bruta (MPB) e da energia bruta (MEB) expressas em porcentagem do consumido; balanço de Ca e P expressos na forma absoluta (gramas) e relativa (porcentagem); mineralização óssea (peso da tíbia - Ptb - e quantidade de cinzas da tíbia - Cztb - ambos expressos em gramas na matéria seca) e pH da digesta do papo, duodeno, jejuno, íleo e ceco.



O modelo estatístico foi analisado no programa computacional SAS (1999), através de análise de variância com o procedimento GLM. As médias dos fatores principais e interações foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade. O efeito dos níveis de cálcio foi testado de forma contínua por análise de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos três fatores estudados, o nível de cálcio foi o que mais influenciou as respostas encontradas. O aumento do nível desse mineral na dieta influenciou positivamente a metabolizabilidade dos nutrientes. Foram obtidas equações de regressão para a MMO e MEB ( $MMO = 71,934 + 2,639 \cdot NC$ ;  $P < 0,02$ ;  $R^2 = 0,059$  e  $MEB = 75,49 + 2,412 \cdot NC$ ;  $P < 0,01$ ;  $R^2 = 0,068$ ), com um efeito linear positivo significativo para essas as respostas (Tabela 3). A metabolizabilidade da MS e da MO também foi influenciada, da mesma forma, pelo uso da fitase, embora o aproveitamento da energia e da proteína, não tenha sido alterado. O efeito do NC na MMO havia sido verificado em trabalho anterior sem adição de fitase (Vieira et al., 2009). Ao contrário dos resultados do presente trabalho, o aumento da energia metabolizável das dietas devido à suplementação de fitase microbiana foi verificado por Zanini et al. (1999), com conseqüente melhora na mineralização óssea enquanto que Cowieson et al. (2005) não encontraram diferença significativa na energia a nível ileal. Nesse experimento, a melhora no aproveitamento dos nutrientes e energia pelo aumento do NC e adição de fitase, pode ter ocorrido por sua ação sobre a atividade microbiana a nível intestinal ou por uma melhora no pH intestinal propiciando maior atividade de enzimas pancreáticas e de mucosa, promovendo o aproveitamento de uma quantidade significativa de energia pelo animal e detectável na mensuração.

Houve uma interação significativa entre NC\*AGCC\*Ft ( $P < 0,05$ ) para a resposta MMM. O aproveitamento de minerais foi menor na presença de AGCC (18,1%) diferindo estatisticamente da dieta sem aditivos (30,3%) no nível de 0,6% de Ca; e nas demais dietas, independentemente do nível de Ca ou da presença de aditivos, a MMM foi semelhante. O prejuízo na MMM com a presença de AGCC em dietas com baixo nível de Ca deve ser melhor elucidado em futuras pesquisas. O NC de 0,8% proporcionou o melhor aproveitamento da matéria mineral, obtido pela equação de regressão quadrática:  $MMM = -56,97 + 215,06 * NC - 133,83 * NC^2$ ;  $P < 0,001$ ;  $R^2 = 0,166$ ), diferentemente do efeito linear verificado por Rama-Rao et al. (2003).

Os fatores testados não influenciaram no pH do papo, duodeno e jejuno significativamente (Tabela 5). No entanto, o pH do íleo e do ceco aumentou de forma linear e positiva com o aumento do nível de cálcio dietético ( $pH_{íleo} = 5,915 + 1,1836 * NC$ ;  $P < 0,002$ ;  $R^2 = 0,2030$   $pH_{ceco} = 6,087 + 0,625 * NC$ ;  $P < 0,03$ ;  $R^2 = 0,1026$ ) caracterizando um efeito alcalinizante do carbonato de cálcio. Segundo Lawlor (2005) ingredientes como o calcário tem alta capacidade ácido-ligante e portanto ligam-se mais a ácidos, resultando no aumento do pH da digesta (Selle et al., 2009). O aumento do pH do intestino, devido à presença de carbonato de cálcio, pode ter propiciado uma maior atividade de enzimas pancreáticas e de mucosa ou uma maior fermentação microbiana intestinal (inclusive ao nível cecal), que levou à melhoria no aproveitamento da matéria orgânica e energia bruta.

Nas respostas de mineralização óssea, o peso da tíbia e a quantidade de cinzas na tíbia, ambos na matéria seca, foram afetados positivamente com o aumento do nível de cálcio da dieta (Tabela 5), representado por equações lineares:  $P_{tb} = 5,666 + 0,6995 * NC$  ( $P < 0,02$ ;  $R^2 = 0,0657$ );  $C_{ztb} = 1,839 + 0,3329 * NC$  ( $P < 0,003$ ;  $R^2 = 0,0925$ ). O aumento na mineralização óssea com o aumento do Ca dietético, concorda com

resultados de outros trabalhos (Sá et al, 2004; Vieira et al. 2006). Nesse trabalho, o nível ótimo para a melhor mineralização óssea foi o nível máximo testado (1,0%), concordando com Bar et al. (2003), mas diferente do 0,72% de Ca proposto por Driver et. al (2005). Já no trabalho de Alves et al. (2002), não houve influência dos níveis de Ca da dieta (0,65 a 1,25%) na deposição mineral e crescimento ósseo.

O aumento do nível de cálcio na dieta influenciou linearmente as respostas de balanço de Ca, mas não de P. A eficiência na retenção de Ca (BCa%) foi inversamente proporcional à retenção de cálcio em gramas de acordo com o verificado por Rama-Rao (2003) e isso ocorre por influência da regulação intestinal do metabolismo de Ca (Bronner, 2009). O aumento do nível de Ca na dieta pode suprimir a síntese da proteína ligadora de Ca no intestino (Hurwitz et al., 1995), além de prejudicar a funcionalidade da proteína pelo aumento do pH intestinal (Berggard et al., 2000), diminuindo assim a absorção do mineral (Ganong,2001). A excreção de Ca também foi afetada linear e positivamente com o aumento de Ca na dieta. Rama-Rao et al. (2007) também encontraram aumento do conteúdo de Ca na excreta, diferente de Araujo et al. (2002) que não verificaram diferenças na excreção de Ca entre os níveis de 0,68 e 0,9% de Ca na dieta. Com baixo nível de Ca na dieta, a excreção de Ca e a mineralização óssea são menores, na tentativa de regular o aproveitamento do Ca dietético o que leva a maior eficiência de retenção de Ca.

O balanço de P foi afetado pela suplementação de fitase. A eficiência na retenção de fósforo (BP%) foi maior nas dietas com fitase enquanto que a retenção em gramas foi menor. Isso ocorreu porque nessas dietas o consumo e a excreção de P foram significativamente menores. Em diversos estudos, a suplementação de fitase afeta positivamente a eficiência na retenção tanto de Ca quanto de P (Ahmad et al.,2000; Santos et al., 2008), além de reduzir o nível de Ca e P na excreta (Akyurek et al., 2005;

Catala-Gregori, 2006). No presente trabalho, apenas o aproveitamento de P foi afetado pela fitase. Isso deve ter ocorrido porque a suplementação de fitase melhora a utilização do cálcio contida no ingrediente, mas não melhora a utilização de cálcio da fonte mineral (Augspurger & Baker, 2004). Já os AGCC não afetaram o balanço de Ca e P.

## CONCLUSÃO

Os ácidos fórmico e butírico não afetam a metabolizabilidade da dieta nem o pH do trato gastrointestinal. A adição de fitase melhora o aproveitamento de fósforo mas não o de cálcio. O aumento de cálcio dietético melhora metabolizabilidade da dieta e a mineralização óssea e propicia alcalinização do pH intestinal.

## REFERÊNCIAS

- AHMAD, T. et al. Effect of microbial phytase produced from a fungus *Aspergillus niger* on bioavailability of phosphorus and calcium in broiler chicken. **Animal Feed Science and Technology**, v.83, p.103-114, 2000.
- AKYUREK, H. et al. Effect of Microbial Phytase on Growth Performance and Nutrients Digestibility in Broilers. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.4, n.1, p.22-26, 2005.
- ALVES, E.L. et al. Efeito dos níveis de cálcio sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n. 6, p.1305-1312, 2002.
- ARAÚJO, C.S.S. et al. Desempenho, rendimento de carcaça e excreção de cálcio de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio no período de 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p. 2209-2215, 2002

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. 16 ed. Washington, 1993. 1141p.

AUGSPURGER, N.R.; BAKER, D.H. Phytase improves dietary calcium utilization in chicks, and oyster shell, carbonate, citrate, and citrate-malate forms of calcium are equally bioavailable. **Nutrition Research**, v.24, p.293–301, 2004.

BAR, A. 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.

BERGGARD, T. et al.  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{H}^+$  dependent conformational changes of calbindin D28k. **Biochemistry**, v.39, p.6864-6873, 2000.

BOLING, S.D. et al. The effects of citric acid on phytate-phosphorus utilization in young chicks and pigs. **Journal of Animal Science**, v.78, p.682–689, 2001

BOLING-FRANKENBACH, S.D. et al. The effect of citric acid on the calcium and phosphorus requirements of chicks fed corn-soybean meal diets. **Poultry Science**, v.80, p.783–788, 2001.

BRONNER, F. Recent developments in intestinal calcium absorption. **Nutrition Reviews**, New York, v.67, n.2, p.109–113, 2009.

CAMPBELL, J.M. et al. Selected indigestible oligosaccharides affect large bowel mass, cecal and fecal short-chain fatty acids, pH and microflora in rats. **Journal of Nutrition**, v.127, p. 130-136, 1997.

CAMPOS, M.P.A. et al. Utilização do ácido fumárico em dietas de frangos de corte com baixa energia metabolizável. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.26, n.1, p. 35-39, 2004.

CATALA-GREGORI, P. et al. Response of broilers to feeding low-calcium and phosphorus diets plus phytase under different environmental conditions: body weight and tibiotarsus mineralization. **Poultry Science**, v.85, p.1923–1931, 2006.

DRIVER, J.P. et al. Calcium requirements of modern broiler chicken as influenced by dietary protein and age. **Poultry Science**, v.84, p. 1629-1639, 2005.

GANONG, W. F. **Review of Medical Physiology**. 31. ed. San Francisco: Lange Medical Book, 2003. 912p.

GARCÍA, F. et al. Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.16, p.555–562, 2007. doi:10.3382/japr.2006-00116

GARCIA, R.G. et al. Isolated or combined action of organic acids and growth promoter in broilers rations. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n.2, p.149-154, 2000.

GUO, Y. et al. Effects of sodium gluconate and phytase on performance and bone characteristics in broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v.150, p.270–282, 2009.

HERNANDEZ, F. et al. Effect of formic acid on performance, digestibility, intestinal histomorphology and plasma metabolite levels of broiler chickens. **British Poultry Science**, v. 47, n.1, p. 50-56, 2006.

HURWITZ, S. et al. Calcium metabolism and requirements of chickens are affected by growth. **Journal of Nutrition**, n.125, p.2679-2686, 1995.

JUANPERE, J. et al. Assessment of potential interactions between phytase and glycosidase enzyme supplementation on nutrient digestibility in broilers. **Poultry Science**, v.84, p.571-580, 2005.

LAWLOR, P.G. et al. Measurements of the acid-binding capacity of ingredients used in pig diets. **Irish Veterinary Journal**. 58,447-452, 2005.

LEESON, S. et al. Effect of butiric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. **Poultry Science**, v.84, p.1418-1422, 2005

McDEVITT, R.M. et al. Bone breaking strength and apparent metabolisability of calcium and phosphorus in selected and unselected broiler chicken genotypes. **British Poultry Science**, v.47, n.5, p.613-621, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9ed. Rev. Amp., National Academic Press, 1994. 93p.

PAUL, S.K. Effect of organic acid salt on the performance and gut health of broiler chicken. **The Journal of Poultry Science**, v.44, p.389-395, 2007.

PIRGOZLIEV, V. et al. Fumaric and sorbic acids as additives in broiler feed. **Research in Veterinary Science**, v.84, p.387-394, 2008.

RAMA RAO, S.V. et al. Requirement of calcium for commercial broilers and white leghorn layers at low dietary phosphorus levels. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, p.199-208, 2003.

RAMA RAO, S.V. et al. Performance of broiler chicks fed high levels of cholecalciferol in diets containing sub-optimal levels of calcium and non-phytate phosphorus **Animal Feed Science and Technology**, v.134, p.77-88, 2007

RASCHKA, L.; DANIEL, H. Mechanisms underlying the effects of inulin-type fructans on calcium absorption in the large intestine of rats. **Bone**, n. 37, p. 728-735, 2005.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 186p., 2005.

SÁ, L.M. et al. Exigências nutricionais de cálcio para frangos de corte, na fase de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.307-406, 2004.

SANTOS, F.R. et al. Effect of phytase supplementation in diets on nutrients digestibility and performance in broiler chicks. **Journal of Applied Poultry Research**, v.17, p.191-201, 2008.

SAS Institute Inc. SAS/STAT User's guide. Cary, NC: SAS Institute Inc, 1999. 943p.

SCHÖNER, F.J., HOPPE, P.P. The effect of phytase in poultry nutrition. IN: **Poultry feedstuffs: supply, composition and nutritive value**, p.363-373, 2002.

SELLE, P. et al. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs, **Livestock Science**, v.124, p.126–141, 2009.

SILVERSIDES, F.G. et al. The effect of phytase enzyme and level on nutrient extraction by broilers. **Poultry Science**, v.83, p.985-989, 2004.

SNOW, J.L. et al. Phytase, citric acid, and 1- $\alpha$ -hidroxicholecalciferol improve phytate phosphorus utilization in chicks fed a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, v.83, p.1187-1192, 2004.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. 2ed. ver. ampl. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174p.

VALE, M.M. et al. Mixture of formic and propionic acid as additives in broiler feeds. **Scientia Agrícola**, v.61, n.4, p.371-375, 2004

VIEIRA, M.M. **Níveis de cálcio e diferentes ácidos graxos de cadeia curta na dieta de frangos de corte**. 2006. 68f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia/Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VIEIRA, M.M. et al. Níveis de cálcio e diferentes ácidos graxos de cadeia curta na dieta de frangos de corte. In: Conferência Apinco 2007 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2007, Santos. **Anais...** Campinas: Facta, v.9, p.30, 2007.

WILLIAMS, B. et al., Dietary effects on bone quality and turnover, and Ca and P metabolism in chickens. **Research in Veterinary Science**, v.69, p.81-87, 2000.

WILLIAMS, B. et al., Skeletal development in the meat-type chicken. **British Poultry Science**, v.41, p.141-149, 2000.



YAN, F. et al. Comparison of Methods to Evaluate Bone Mineralization. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.14, p.492–498, 2005.

ZANINI, S.F. & SAZZAD, M.H. Effects of microbial phytase on growth and mineral utilisation in broilers fed on maize soyabean-based diets. **British Poultry Science**, v.40, p.348–352, 1999.

Tabela 1 Composição da dieta basal e composição nutricional calculada para frangos de corte de 21 a 31 dias de idade

Ingredientes da dieta basal	%
Milho	56,06
Farelo Soja	34,13
Gordura Vegetal	3,98
Sal	0,46
DL-metionina	0,23
L-Lisina HCl	0,19
Pré – mistura mineral <sup>1</sup>	0,10
Pré – mistura vitamínica <sup>2</sup>	0,05
Colina-Cl	0,04
Tratamentos	4,76
<b>Composição Calculada</b>	
Energia metabolizável (kcal/kg)	3100
Proteína bruta (%)	20,1
Metionina digestível (%)	0,47
Lisina digestível (%)	1,05
Metionina+Cistina digestíveis(%)	0,76
Treonina digestível (%)	0,66
Triptofano digestível (%)	0,24
Arginina digestível (%)	1,22
Sódio (%)	0,20
Cloro (%)	0,31
Potássio (%)	0,91
Cálcio (%) <sup>3</sup>	0,6; 0,8; 1,0
Fósforo Total (%) <sup>3</sup>	0,53; 0,66
Fósforo Disponível (%)	0,42

<sup>1</sup> Adição por kg de dieta: Selênio 0,3 mg; Iodo 0,7 mg; Ferro 40 mg; Cobre 10 mg; Zinco 80 mg; Manganês 80 mg;

<sup>2</sup> Adição por kg de dieta: Vit A 8000 UI; Vit D3 2000 UI; Vit E 30 mg; Vit K 2 mg; Vit B1 2 mg; Vit B2 6 mg; Vit B6 2,5 mg; Vit B12 0,012 mg; biotina 0,08 mg; ácido pantotênico 15 mg; Niacina 35 mg; ácido Fólico 1 mg;

<sup>3</sup> Variável em função das dietas experimentais

Tabela 2 Composição das 12 dietas experimentais com diferentes níveis de cálcio e adição ou não de fitase e/ou ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) em 4,76% do total da dieta para frangos de corte de 21 a 31 dias

Níveis de cálcio (%)	0,6	0,6	0,8	0,8	1,0	1,0
Fósforo Total (%)	0,66	0,53	0,66	0,53	0,66	0,53
Ingredientes (%)						
Dietas com adição de AGCC						
Calcário Calcítico	0,47	0,83	1,02	1,38	1,58	1,94
Fosfato Monobicálcico	1,58	0,93	1,58	0,93	1,58	0,93
Caulim	1,11	1,38	0,56	0,83	-	0,27
Fitase	-	0,02	-	0,02	-	0,02
Ácido Fórmico <sup>1</sup>	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Ácido Butírico <sup>2</sup>	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Dietas sem adição de AGCC						
Calcário Calcítico	0,47	0,83	1,02	1,38	1,58	1,94
Fosfato Monobicálcico	1,58	0,93	1,58	0,93	1,58	0,93
Caulim	1,11	1,38	0,56	0,83	-	0,27
Fitase	-	0,02	-	0,02	-	0,02
Amido de milho	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60

<sup>1</sup>Correspondente a adição de 180 meq/kg de ácido fórmico PA

<sup>2</sup>Correspondente à adição de 20 meq/kg de ácido butírico na forma butirato de sódio encapsulado à 29%.

Tabela 3 Metabolizabilidade da matéria seca (MMS), orgânica (MMO) e mineral (MMM), da proteína (MPB) e energia bruta (MEB), expressa em porcentagem do consumido, em frangos de corte de 21 a 31 dias

	MMS	MMO <sup>1</sup>	MMM <sup>2</sup>	MPB	MEB <sup>3</sup>
Nível Cálcio (NC)					
0,6%	70,53	73,62a	24,09a	62,49	76,94a
0,8%	70,77	73,79a	29,34b	62,15	77,40ab
1,0%	71,48	74,71b	24,28a	62,99	77,91b
Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC)					
0	71,15	74,22	26,93a	62,62	77,67
200 meq/kg	70,70	73,86	24,87b	62,47	77,17
Fitase (Ft)					
0	70,50a	73,55a	26,04	62,76	77,21
500 FTU/kg	71,35b	74,53b	25,77	62,33	77,63
Probabilidades					
NC	0,112	0,030	0,001	0,616	0,044
AGCC	0,248	0,325	0,060	0,828	0,117
Ft	0,030	0,007	0,804	0,534	0,181
NC x AGCC	0,573	0,532	0,010	0,593	0,964
NC x Ft	0,581	0,542	0,561	0,344	0,445
AGCC x Ft	0,128	0,106	0,133	0,676	0,165
NC x AGCC x Ft	0,940	0,996	0,004	0,953	0,617
CV%	2,6	2,3	19,9	5,3	1,9

\*Médias com letras distintas na coluna diferem significativamente (Teste SNK, P<0,05)

Regressões significativas para nível de cálcio (NC):

$$^1 \text{ MMO} = 71,934 + 2,639 * \text{NC} \quad (\text{P} < 0,02; \text{R}^2 = 0,059)$$

$$^2 \text{ MMM} = -56,97 + 215,06 * \text{NC} - 133,83 * \text{NC}^2; \quad (\text{P} < 0,001; \text{R}^2 = 0,166)$$

$$^3 \text{ MEB} = 75,49 + 2,412 * \text{NC} \quad (\text{P} < 0,01; \text{R}^2 = 0,068)$$

Tabela 4 Balanço de Ca (BCa) e P (BP), expresso em porcentagem e em gramas e o consumo e excreção de Ca e P, expresso em gramas, em frangos de corte de 21 a 31 dias

	BCa <sup>1</sup>	BCag <sup>2</sup>	ConsCa <sup>3</sup>	ExcrCa <sup>4</sup>	BP	BP	ConsP	ExcrP
	%	g	g	g	%	g	g	g
Nível Cálcio (NC)								
0,6%	58,33a	5,08a	8,72a	3,65a	60,52	5,00	8,33	3,33
0,8%	54,63b	6,59b	12,05b	5,46b	61,64	5,08	8,29	3,21
1,0%	48,95b	7,11c	14,55c	7,45c	61,15	5,04	8,28	3,24
Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC)								
0	53,58	6,30	11,81	5,51	61,22	5,06	8,33	3,27
200 meq/kg	54,36	6,22	11,74	5,52	60,98	5,02	8,27	3,25
Fitase (Ft)								
0	53,70	6,29	11,72	5,44	57,83b	5,30a	9,18a	3,88a
500 FTU/kg	54,24	6,23	11,82	5,60	64,37a	4,77b	7,41b	2,64b
Probabilidades								
NC	0,001	0,001	0,001	0,001	0,643	0,835	0,942	0,641
AO	0,628	0,699	0,662	0,981	0,810	0,680	0,668	0,906
Ft	0,740	0,769	0,568	0,455	0,001	0,001	0,001	0,001
NC x AO	0,224	0,308	0,786	0,155	0,775	0,979	0,765	0,738
NC x Ft	0,266	0,554	0,738	0,283	0,732	0,994	0,804	0,651
AO x Ft	0,874	0,648	0,893	0,580	0,563	0,685	0,917	0,589
NC x AO x Ft	0,134	0,289	0,472	0,120	0,826	0,583	0,549	0,831
CV%	14,17	15,9	6,99	18,49	7,56	9,87	7,39	15,08

\*Médias com letras distintas na coluna diferem significativamente (Teste SNK, P<0,05)

Regressões significativas para nível de cálcio (NC):

$$^1 \text{BCa}\% = 72,526 - 23,20 * \text{NC} \quad (P < 0,001; R^2 = 0,203);$$

$$^2 \text{BCag} = 2,162 + 5,111 * \text{NC} \quad (P < 0,001; R^2 = 0,419)$$

$$^3 \text{ExcrCag} = - 2,057 + 9,466 * \text{NC} \quad (P < 0,001; R^2 = 0,701)$$

Tabela 5 Peso da tíbia (Ptb) e cinzas na tíbia (Cztb), expressos em gramas na matéria seca e pH da digesta do trato gastrointestinal de frangos de corte aos 31 dias de idade

	Ptb <sup>1</sup> g	Cztb <sup>2</sup> g	pH Papo	pH Duodeno	pH Jejuno	pH Íleo <sup>3</sup>	pH Ceco <sup>4</sup>
Nível de Cálcio (NC)							
0,6%	6,10a	2,04a	5,10	6,35	6,29	6,61a	6,43a*
0,8%	6,18ab	2,10ab	5,27	6,33	6,29	6,91ab	6,53ab
1,0%	6,38b	2,17b	5,06	6,38	6,28	7,08b	6,73b
Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC)							
0	6,21	2,12	5,20	6,37	6,26	6,89	6,58
200 meq/kg	6,24	2,09	5,08	6,35	6,31	6,84	6,55
Fitase (Ft)							
0	6,18	2,09	5,16	6,32	6,28	6,83	6,50
500 FTU/kg	6,27	2,12	5,12	6,39	6,29	6,90	6,62
Probabilidades							
NC	0,040	0,016	0,376	0,670	0,986	0,017	0,017
AO	0,797	0,577	0,299	0,636	0,242	0,724	0,736
Ft	0,341	0,553	0,726	0,101	0,743	0,575	0,159
NC x AO	0,798	0,873	0,086	0,155	0,230	0,824	0,527
NC x Ft	0,467	0,945	0,549	0,202	0,236	0,784	0,107
AO x Ft	0,598	0,502	0,408	0,362	0,396	0,456	0,619
NC x AO x Ft	0,088	0,179	0,927	0,425	0,795	0,147	0,879
CV%	7,16	8,55	5,94	2,25	2,22	6,25	4,30

\*Médias com letras distintas na coluna diferem significativamente (teste SNK P<0,05)

Regressões significativas para nível de cálcio (NC):

$$^1 \text{ Ptb} = 5,666 + 0,6995 * \text{NC} \quad (\text{P} < 0,02; \text{R}^2 = 0,0657);$$

$$^2 \text{ Cztb} = 1,839 + 0,3329 * \text{NC} \quad (\text{P} < 0,003; \text{R}^2 = 0,0925);$$

$$^3 \text{ pH íleo} = 5,915 + 1,1836 * \text{NC} \quad (\text{P} < 0,002; \text{R}^2 = 0,2030);$$

$$^4 \text{ pH ceco} = 6,087 + 0,625 * \text{NC}; \quad \text{P} < 0,03; \text{R}^2 = 0,1026).$$

## **CAPÍTULO III**

**Níveis e fontes de cálcio e adição de bicarbonato de sódio sobre o metabolismo da dieta e o pH da digesta em frangos de corte**

**Calcium level and source different and addition of sodium bicarbonate affect diet metabolism and digesta pH in broilers**

Maitê de Moraes Vieira<sup>1</sup>, Alexandre de Mello Kessler<sup>2</sup>, Andréa Machado Leal Ribeiro<sup>2</sup>,  
Isabel M. da Silva<sup>1</sup>, Mario Federico Gianfelici<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Aluna do Programa de Pós-graduação em Zootecnia – UFRGS

<sup>2</sup>Professor(a) do Departamento de Zootecnia - UFRGS

**RESUMO**

Nesse estudo foram utilizados frangos de corte, de linhagem Ross, machos, de 21 aos 31 dias de idade para testar a adição de bicarbonato de sódio (BS) em diferentes níveis e fontes de cálcio e seu efeito na metabolizabilidade da matéria seca (MMS), orgânica (MMO) e mineral (MMM), mineralização óssea e pH da digesta do trato gastrointestinal. As dietas experimentais foram formuladas para compor 10 tratamentos: dieta com 0,4% de Ca sem adição de fonte mineral, dietas com 0,7% de Ca suplementadas em duas fontes ( $\text{CaCO}_3$  ou  $\text{CaSO}_4$ ) e dietas com 1,0% de Ca com  $\text{CaCO}_3$  ou  $\text{CaSO}_4$ , e todas com adição ou não de 0,5% de BS. A dieta com 0,4% de Ca e com BS, tiveram melhor MMS e MMO do que 0,4% de Ca sem BS. O aumento do nível de cálcio da dieta alcalinizou o segmento ileal, melhorou a mineralização óssea. A adição tanto de BS quanto de Ca melhorou a metabolizabilidade dos nutrientes na dieta.

**Palavras-chave:** metabolizabilidade, mineralização óssea, pH do trato gastrointestinal



## ABSTRACT

In this study were used Ross male broilers from 21 to 31 days of age to test the addition of sodium bicarbonate (SB) in diets with different calcium levels and different calcium source and level, by measuring dry matter (DMM), organic matter (OMM) and mineral matter (MMM) metabolizability and bone mineralization and digesta pH. Experimental diets were formulated to define 5 diets; 0,7, 1,0% in two Ca source ( $\text{CaCO}_3$  or  $\text{CaSO}_4$ ) and 0,4% Ca (without Ca supplementation); all with or without sodium bicarbonate – 0,5%) assigned 10 treatments in randomized completely design. The bone mineralization improved linear and positively with increase diet calcium level. The diet with 0,4% Ca, without SB, had lower DMM and OMM. The increased calcium levels in diet alkaline ileum segment, improved bone mineralization and MMM. From these responses it is concluded that the SB improved the nutrients metabolizability in lower calcium diets.

**Key words:** metabolizability, bone mineralization, gastrointestinal pH

## INTRODUÇÃO

A pesquisa no uso do cálcio em dietas para aves tem avaliado respostas associadas à absorção e deposição mineral convergindo para as exigências de cálcio, razoavelmente estabelecidas, em torno de 0,8 a 1,0% na fase de crescimento dos frangos de corte (NRC, 1994; Rostagno et al., 2005). A eficiência de retenção de cálcio em frangos de corte está inversamente relacionada com o nível de cálcio da dieta (Rama-Rao et al., 2003; Vieira et al., 2007), enquanto que a mineralização óssea responde positivamente ao aumento de cálcio dietético (Sá et al., 2004; Vieira, 2006). No NRC (1994) a exigência estimada de Ca é maior para mineralização óssea (1,18%) do que para crescimento (0,9%), o que talvez contribua para superestimativas da exigência de

cálcio e estimule a pesquisa de níveis dietéticos que maximizem o aproveitamento do cálcio da dieta.

O cálcio dietético afeta a absorção intestinal de cálcio; com alto consumo sua absorção é baixa e vice-versa (Ganong, 2001). A quantidade de Ca absorvida é influenciada pela solubilidade mineral, que é uma função da forma química dos sais de cálcio, do pH e do tempo de permanência do Ca na região intestinal (Bronner, 1998). As diferentes fontes de cálcio são mais solúveis em meio ácido e precipitam em pH alcalino (Grüdtner et al., 1997), sofrendo influência desses fatores para disponibilizar os íons Ca no lúmen para a absorção intestinal. Além disso, a própria fonte usual de cálcio, o  $\text{CaCO}_3$ , contribui para o tamponamento no TGI, o que junto com níveis altos de fósforo, pode comprometer a solubilidade e conseqüente absorção de cálcio.

Um efeito positivo do aumento dos níveis de Ca, foi verificado, por Vieira et al. (2007), na metabolizabilidade da matéria orgânica e, por Vieira et al. (2008), no pH intestinal em frangos de corte. Considerando que o uso de acidificantes parece ser ineficaz em alterar as respostas de pH (Paul et al., 2007) e de aproveitamento da dieta (Vieira et al., 2007), a influência do cálcio sobre o pH intestinal e a metabolizabilidade da dieta deve ser melhor investigada. Os efeitos do cálcio sobre essas respostas não é conhecido, mas pode estar associado ao transporte de cálcio e de bicarbonato para o lúmen, a partir do íleo, com conseqüente efeito sobre o pH e sobre a atividade microbiana. O bicarbonato de sódio é principal tampão do organismo e participa ativamente na manutenção do equilíbrio ácido-básico. Nesse sentido, nesse estudo tentou-se estudar o efeito do carbonato de cálcio a partir de inclusões separadas do cálcio e do carbonato, a fim de avaliar qual desses fatores influencia o aproveitamento dos nutrientes em nível de lúmen intestinal. Assim, o objetivo desse trabalho foi estudar o efeito do carbonato e do cálcio, do carbonato isoladamente pelo uso de bicarbonato de

sódio e do nível de cálcio pelo uso de fonte isenta de carbonato, o sulfato de cálcio, sobre a metabolizabilidade de nutrientes, mineralização óssea e pH do trato gastrointestinal de frangos de corte de 21 a 31 dias de idade.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Nesse estudo foram avaliadas duas fontes e diferentes níveis de Ca e a adição ou não de bicarbonato de sódio (BS) na dieta para frangos de corte, machos, da linhagem Ross. As aves foram alojadas em gaiolas individuais em sala climatizada dos 21 aos 31 dias de idade e receberam água e ração à vontade em um programa de luz de 24 horas.

As dietas experimentais foram à base de milho e farelo de soja, com níveis nutricionais próximos dos propostos por Rostagno et al. (2005), isoproteicas e isoenergéticas, diferindo apenas no nível e fonte de cálcio e adição ou não de BS (Tabela 1). A partir de uma única dieta basal, foram compostas 5 dietas; uma com 0,4% de Ca (sem fonte suplementar de Ca) e quatro com dois níveis (0,7 e 1,0%) de Ca e duas fontes suplementares (carbonato de cálcio -  $\text{CaCO}_3$  ou sulfato de cálcio -  $\text{CaSO}_4$ ); todas com adição ou não de 0,5% de bicarbonato de sódio, compondo 10 tratamentos (Tabela 2), com 6 repetições de uma ave cada, totalizando 60 unidades experimentais em delineamento completamente casualizado.

Realizou-se a coleta total de excretas nos últimos 3 dias experimentais (29-31 dias) para medida de metabolizabilidade dos nutrientes. Aos 31 dias de idade, todos os animais foram insensibilizados e abatidos para coleta de tíbia esquerda e do conteúdo intestinal. Os segmentos do trato gastrointestinal foram seccionados, conservando o conteúdo correspondente, que foi coletado em frasco de vidro, preenchido com 20 mL de água destilada, homogeneizado com bastão de vidro e então determinado o pH do

conteúdo dissolvido através de pHmetro. Avaliou-se o pH da digesta do papo e de quatro segmentos do intestino (duodeno e jejuno – da saída do estômago até o divertículo de Meckel; íleo proximal – metade proximal do íleo; íleo distal – metade distal do íleo; ceco).

As análises de matéria seca e cinzas das rações e excretas, bem como de cinzas nas túbias foram realizadas de acordo com a AOAC (1993). Para a análise das cinzas, as túbias foram secas a 105°C por 12 horas e queimadas em mufla a 550°C por 4 horas, sem prévia extração da gordura (Yan et al., 2005).

As respostas avaliadas foram a metabolizabilidade da matéria seca (MMS), orgânica (MMO) e mineral (MMM), calculadas como porcentagem do consumido; a mineralização óssea, expressa pelo peso da tibia (Ptb) em gramas de matéria seca e pela quantidade de cinzas da tibia (Cztb) em gramas na matéria seca; e as respostas de pH da digesta dos segmentos do trato gastrointestinal

O modelo estatístico foi analisado no programa computacional SAS (1999), através de análise de variância com o procedimento GLM. As médias dos tratamentos foram comparadas pela instrução “MEANS” com o teste Student-Newman-Keuls à 5% de probabilidade e pela instrução “CONTRAST”. O efeito dos níveis de cálcio (NC) foi testado de forma contínua por análise de regressão.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nas principais respostas do experimento (Tabela 3), pelo teste de médias, não houve diferenças entre os tratamentos. No entanto, o contraste entre a dieta com 0,4% de Ca sem BS e as demais, mostrou que a primeira teve as menores respostas para metabolizabilidade de nutrientes. Já o contraste entre 0,4% de Ca sem BS x 0,4% de Ca com BS, demonstrou que a adição de BS melhorou o aproveitamento de nutrientes. Isto

indica a necessidade de ingredientes alcalinizantes (no caso desse experimento, o BS) para melhor metabolizabilidade da dieta. Para a resposta de mineralização óssea (peso de tíbia e cinzas da tíbia, metabolizabilidade da matéria mineral) no baixo nível de Ca, não houve efeito positivo da adição de BS. Nessa resposta, somente o acréscimo no nível de Ca mostrou efeito, como pode ser visto pelas regressões lineares:  $PTbgMS = 6,03 + 1,336*NC$  ( $R^2=0,1270$ ;  $P<0,05$ );  $CZTbgMS = 2,10 + 0,646*NC$  ( $P<0,05$ ;  $R^2=0,1728$ );  $MMM = 8,255 + 10,5448NC$  ( $R^2=0,151$ ;  $P<0,05$ ). A partir do nível 0,7% de Ca na dieta, observa-se que a adição de BS deixou de ter efeito sobre as respostas estudadas. Como as fontes de Ca, a partir desses níveis, foram tanto carbonato quanto sulfato, parece que nesse caso, o Ca *per se* resolveu o problema da alcalinização do meio. Nesses níveis, as fontes utilizadas – carbonato ou sulfato de cálcio – não tiveram efeito sobre as respostas, apesar de ao nível de 1% Ca, a adição de  $CaSO_4$  (2,04%) ter estado acima do nível tóxico (1,4%) para aves segundo o NRC (1994). O fato do cálcio dietético ou o BS influenciarem positivamente na MMS e na MMO pode estar relacionado com o aumento do pH intestinal favorecendo a fermentação microbiana nesse órgão (Apajalathi et al., 2004) e assim ter contribuído para o melhor aproveitamento da dieta além de proporcionar um melhor ambiente para a ação das enzimas pancreáticas e da mucosa.

O efeito linear do aumento do níveis de Ca sobre a MMM da dieta concorda com Rama-Rao et al. (2003). Já Vieira et al. (2008) encontraram um efeito quadrático do Ca dietético e melhor MMM com 0,8% de Ca na dieta, com aves de mesma idade. A MMM é deprimida nas dietas de baixo Ca uma vez que nestas, a fonte de Ca foi substituída por caulim (não digestível), enquanto nos níveis mais altos, grande parte do Ca da dieta é retido no animal, portanto não fazendo parte das cinzas das excretas. Em diversos trabalhos têm se comprovado o efeito linear do Ca dietético nas respostas

ósseas (Sá et al, 2004; Vieira et al. 2006). No entanto, Alves et al. (2002) não encontraram influência dos níveis de Ca (0,65 a 1,25%) na deposição mineral e crescimento ósseo. Para Bar et al. (2003) a melhor mineralização óssea foi com 1% de Ca na fase de crescimento, mas segundo Driver et al. (2005) 0,9% de Ca parece ser excessivo para o desempenho e cinzas na tíbia desses frangos. No presente experimento, apesar do efeito linear dos níveis de Ca da dieta, não encontrou-se diferença significativa entre os níveis 0,7 e 1,0% de Ca em nenhuma das respostas, mantendo-se esse como intervalo de discussão quanto às exigências de frangos de corte para melhor crescimento ósseo.

Na Tabela 4, aonde são mostradas as medidas de pH da digesta dos vários segmentos, observou-se que a alcalinização da digesta no segmento intestinal (íleo proximal e distal) não foi influenciada pela adição de BS, e sim pela suplementação de Ca conforme as equações de regressão lineares:  $\text{pH Íleo P} = 6,27 + 0,779 \cdot \text{NCa}$  ( $R^2 = 0,1128$ );  $\text{pH Íleo D} = 6,84 + 0,55 \cdot \text{NCa}$ ; ( $R^2 = 0,0560$ ), resultado que também foi verificado por Vieira et al. (2008), confirmando um efeito alcalinizante com o aumento do cálcio dietético. Segundo Lawlor (2005), ingredientes como o calcário tem alta capacidade ácido-ligante e portanto ligam-se mais a ácidos, o que pode resultar no aumento do pH da digesta no íleo proximal (Selle et al., 2009). No entanto, esse aumento do pH intestinal pode favorecer uma mudança conformacional reversível na proteína de ligação do Ca prejudicando seu funcionamento (Berggard et al., 2000) e consequentemente reduzindo a absorção de Ca transcelular. Mesmo que a adição de BS não tenha alterado o pH do trato gastrointestinal, é importante salientar que o efeito benéfico sobre a MMS e MMO, observado em dietas com 0,4% de Ca, pode também estar relacionado a um melhor tamponamento do organismo. Isto é, mesmo que por vias

diferentes, tanto BS (em baixo nível de Ca), quanto Ca (acima de 0,7%), podem melhorar a metabolizabilidade de nutrientes em aves.

## CONCLUSÃO

A metabolizabilidade da dieta pode ser influenciada positivamente tanto pela adição de bicarbonato de sódio quanto pela adição de cálcio. Independentemente da fonte de Ca, o pH do conteúdo intestinal aumenta com a adição de cálcio dietético.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTIS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. 16 ed., 1993.

ALVES, E.L. et al. Efeito dos níveis de cálcio sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n. 6, p.1305-1312, 2002.

APAJALAHTI, J. et al. Characteristics of the gastrointestinal microbial communities, with special reference to the chicken. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p.223-232, 2004.

BAR, A. 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.

BRONNER, F. Calcium absorption – a paradigm for mineral absorption. **Journal of Nutrition**, v. 128, p. 917-920, 1998.

DRIVER, J.P.; et al. Calcium requirements of modern broiler chicken as influenced by dietary protein and age. **Poultry Science**, v.84, p. 1629-1639, 2005.

GANONG, W. F. **Review of Medical Physiology**. 31. ed. San Francisco: Lange Medical Book, 2003. 912p.

- GRÜDTNER, V.S. et al. Aspectos da absorção no metabolismo do cálcio e vitamina D. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v.37, n.3, p.143-150,1997.
- LAWLOR, P.G. et al. Measurements of the acid-binding capacity of ingredients used in pig diets. **Irish Veterinary Journal**. 58,447-452, 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9ed. National Academy Press: Washington, p.93. 1994.
- PAUL, S.K. Effect of Organic Acid Salt on the Performance and Gut Health of Broiler Chicken. **The Journal of Poultry Science**, v.44, p.389-395, 2007.
- RAMA RAO, S.V. et al. Requirement of calcium for commercial broilers and white leghorn layers at low dietary phosphorus levels. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, p.199–208, 2003.
- ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, p.89-94, 2005.
- SÁ, L.M. et al. Exigências nutricionais de cálcio para frangos de corte, na fase de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.307-406, 2004.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT User's guide. Cary, NC: SAS Institute Inc, 1999. 943p.
- SELLE, P. et al. Consequences of calcium interactions with phytate and phytase for poultry and pigs, **Livestock Science**, v.124, p.126–141, 2009.
- SOARES, J.H. Calcium Bioavailability. IN: AMMERMAN, C.B.; BAKER, D.H.; LEWIS, A.J., Eds. **Bioavailability of nutrients for animals: amino acids, minerals and vitamins**, San Diego: Academic Press, p.95-118. 1995.
- YAN, F. et al. Comparison of methods to evaluate bone mineralization. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.14, p.492–498, 2005.



VIEIRA, M.M. **Níveis de cálcio e diferentes ácidos graxos de cadeia curta na dieta de frangos de corte.** 2006. 68f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia/Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VIEIRA, M.M. et al. Níveis de cálcio e diferentes ácidos graxos de cadeia curta na dieta de frangos de corte. In: Conferência Apinco 2007 de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2007, Santos. **Anais...** Campinas: Facta, v.9, p.30, 2007.

VIEIRA, M.M. et al. Ácidos graxos de cadeia curta e fitase em dietas de frangos de corte com diferentes níveis de cálcio In: XXXXV REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Minas Gerais: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. CR-ROM.

Tabela 1 Composição da dieta basal e composição nutricional calculada para frangos de corte de 21 a 31 dias de idade

Ingredientes	%
Milho	56,95
Farelo de Soja	33,99
Gordura Vegetal	4,34
Fosfato Monobicálcico	1,45
DL-metionina	0,23
L-Lisina HCl	0,19
Pré – mistura mineral <sup>1</sup>	0,06
Pré – mistura vitamínica <sup>2</sup>	0,04
Colina-Cl	0,04
Monensina 20%	0,05
Tratamentos	2,66
<b>Composição Calculada</b>	
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3100
Proteína bruta (%)	20,14
Metionina digestível (%)	0,50
Lisina digestível (%)	1,08
Metionina+Cistina digest. (%)	0,79
Treonina digestível (%)	0,71
Triptofano digestível (%)	0,21
Arginina digestível (%)	1,16
Cálcio (%) <sup>3</sup>	0,40
Fósforo Disponível (%)	0,40
Potássio (%)	0,87
Sódio (%)	0,20
Cloro (%)	0,14

<sup>1</sup> Adição por kg de dieta: Selênio 0,3 mg; Iodo 0,7 mg; Ferro 40 mg; Cobre 10 mg; Zinco 80 mg; Manganês 80 mg;

<sup>2</sup> Adição por kg de dieta: Vit A 8000 UI; Vit D3 2000 UI; Vit E 30 mg; Vit K 2 mg; Vit B1 2 mg; Vit B2 6 mg; Vit B6 2,5 mg; Vit B12 0,012 mg; biotina 0,08 mg; ácido pantotênico 15 mg; Niacina 35 mg; ácido Fólico 1 mg;

<sup>3</sup> Níveis de Cálcio conforme com os tratamentos.

Tabela 2 Composição das dietas experimentais com diferentes níveis e fontes de cálcio e adição ou não de bicarbonato de sódio no total de 2,66% da dieta para frangos de corte de 21 a 31 dias de idade

Ingredientes	Níveis de Cálcio%									
	0,4	0,4	0,7	0,7	0,7	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0
Carbonato de cálcio (%)	-	-	0,75	0,75	-	-	1,50	1,50	-	-
Sulfato de cálcio (%)	-	-	-	-	1,02	1,02	-	-	2,04	2,04
Bicarbonato de sódio (%)	-	0,5	-	0,5	-	0,5	-	0,5	-	0,5
Caulim (%)	2,20	2,04	1,45	1,29	1,04	1,02	0,7	0,54	0,16	-
Cloreto de sódio (%)	0,46	0,12	0,46	0,12	0,46	0,12	0,46	0,12	0,46	0,12

Tabela 3 Peso da tíbia (Ptb) e cinzas na tíbia (Cztb), expressa em gramas na matéria seca e metabolizabilidade da matéria seca (MMS), orgânica (MMO) e mineral (MMM) expressa em porcentagem do consumido em frangos de corte de 21 a 31 dias de idade

			Ptb <sup>1</sup>	C ztb <sup>2</sup>	MMS <sup>4,5</sup>	MMO <sup>4,5</sup>	MMM <sup>3</sup>
NC%	FCa	BS%	g	g	%	%	%
0,4	-	-	6,24	2,20	68,89	73,79	10,25
0,4	-	0,5	6,65	2,38	72,86	77,43	13,92
0,7	CaCO <sub>3</sub>	-	7,38	2,79	71,11	75,40	15,94
0,7	CaSO <sub>4</sub>	-	7,28	2,54	71,64	76,79	18,25
0,7	CaCO <sub>3</sub>	0,5	6,95	2,62	72,45	76,65	14,05
0,7	CaSO <sub>4</sub>	0,5	6,68	2,48	71,45	75,83	16,17
1,0	CaCO <sub>3</sub>	-	7,26	2,65	71,57	76,41	19,73
1,0	CaSO <sub>4</sub>	-	7,70	2,83	72,61	76,50	18,02
1,0	CaCO <sub>3</sub>	0,5	6,81	2,61	72,85	77,21	24,81
1,0	CaSO <sub>4</sub>	0,5	7,57	2,78	71,30	76,50	15,67
P			<0,155	<0,086	<0,075	<0,056	<0,096
CV%			11,33	12,50	2,38	1,95	34,10

<sup>1</sup> Efeito Linear do NC (P<0,05); PTbgMS = 6,03 + 1,336\*NC R<sup>2</sup>=0,1270);

<sup>2</sup> Efeito Linear do NC (P<0,05); CZTbgMS= 2,10 + 0,646\*NC (R<sup>2</sup> = 0,1728);

<sup>3</sup> Efeito Linear do NC (P<0,05); MMM = 8,255 + 10,544\*NC (R<sup>2</sup> = 0,1511);

<sup>4</sup> Contraste do nível 0,4% sem BS x demais dietas (P<0,05);

<sup>5</sup> Contrastes da adição ou não de BS nas dietas com 0,4%Ca (P<0,05).

Tabela 4 Medidas de pH da digesta do trato gastrointestinal de frangos de corte aos 31 dias de idade

NC%	FCa	BS%	PAPO	D+J	ILEO P <sup>1</sup>	ILEO D <sup>2</sup>	CECO
0,4	-	-	5,05	6,02	6,76	7,44	6,22
0,4	-	0,5	5,32	5,87	6,48	6,97	6,03
0,7	CaCO <sub>3</sub>	-	5,20	5,92	6,70	6,95	5,97
0,7	CaSO <sub>4</sub>	-	5,70	5,88	7,05	7,21	6,21
0,7	CaCO <sub>3</sub>	0,5	4,75	5,90	6,78	7,23	5,85
0,7	CaSO <sub>4</sub>	0,5	6,05	6,18	6,50	7,08	6,10
1,0	CaCO <sub>3</sub>	-	5,37	5,96	7,20	7,70	6,28
1,0	CaSO <sub>4</sub>	-	5,75	6,12	6,94	7,56	6,58
1,0	CaCO <sub>3</sub>	0,5	4,5	6,20	7,40	7,45	6,50
1,0	CaSO <sub>4</sub>	0,5	5,23	6,03	6,99	7,27	6,09
P			<0,288	<0,323	<0,204	<0,342	<0,370
CV%			12,11	4,04	7,27	7,04	7,17

<sup>1</sup> Efeito Linear do NC (P<0,05); Íleo P = 6,27 + 0,779\*NCa (R<sup>2</sup>=0,1128);

<sup>2</sup> Efeito Linear do NC (P<0,05); Íleo D= 6,84 + 0,55\*NCa; (R<sup>2</sup> = 0,0560);

## **CAPÍTULO IV**

**Balanço de nutrientes em poedeiras semi-pesadas recebendo fitase, butirato de sódio e diferentes níveis de cálcio na dieta**

**Nutrients balance in brown egg layers receiving phytase, sodium butyrate and different calcium levels in diets**

Maitê de Moraes Vieira<sup>1</sup>, Alexandre de Mello Kessler<sup>2</sup>, Andréa Machado Leal Ribeiro<sup>2</sup>

Isabel M. da Silva<sup>1</sup>, Marco Antônio Kunrath<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Aluno(a) do Programa de Pós-graduação em Zootecnia – UFRGS

<sup>2</sup>Professor(a) do Departamento de Zootecnia - UFRGS

**RESUMO**

Nesse estudo foram utilizadas poedeiras semi-pesadas, de linhagem Hisex Brown, em produção, da 40<sup>a</sup> a 44<sup>a</sup> semana de idade, para avaliar a inclusão de fitase bacteriana e butirato de sódio (BS) com diferentes níveis de cálcio (NC) na dieta. Avaliou-se o desempenho, peso médio do ovo (PMO) e porcentagem de casca do ovo, além da metabolizabilidade dos nutrientes e o balanço de Ca e P durante 28 dias. As dietas foram formuladas num esquema fatorial 3x2x2: NC – 2,8, 3,3 e 3,8% ; adição ou não de fitase (500FTU/kg) e adição ou não de BS (20meq/kg), compondo 12 tratamentos com 8 repetições de uma ave em delineamento completamente casualizado. O consumo de ração e a conversão alimentar foram afetados pelos NC, obtendo melhor desempenho no nível de 3,3% Ca, mas o PMO foi superior com 3,8% de Ca, na presença de ambos aditivos. O balanço de Ca foi influenciado positivamente pelo Ca dietético e o balanço de P pela adição de fitase. A exigência de Ca estimada para obtenção de equilíbrio

corporal de Ca foi de 3,41% da dieta, correspondente a uma retenção aparente de 59,9% do Ca consumido.

**Palavras-chave:** metabolizabilidade, peso médio ovo, porcentagem de casca

## **ABSTRACT**

In this study were used Hisex Brown laying hens, from 40 to 44 weeks of age to test the addition of phytase and sodium butyrate at different calcium levels in diets. It was measured performance, average egg weight, egg production and eggshell percent, nutrients metabolizability and Ca and P balance. The diets were formulated in a 3x2x2 factorial arrange: calcium level – 2.8, 3.3, 3.8%; with or without phytase (500FTU/kg); with or without sodium butyrate (0.6%) compose 12 treatments with 6 rep of one bird in randomized completely design. The feed intake and feed conversion were affected by calcium level and better performance was in level 3.3% Ca. The egg weight, with 3.8% Ca and with two additives, was better than all treatments. It can be concluded that the best Ca level in diets was 3.3%, considering performance, and the presence of the two additives was positive for egg weight with higher Ca levels. The calcium balance was positively affected by dietary Ca and P balance by phytase addition. The calcium requirement estimated to obtain body balance of Ca was 3.41% Ca in diet, corresponding to apparent retention of 59,9% of consumed Ca.

**Key words:** metabolizability, eggshell percentage, average egg weight

## **INTRODUÇÃO**

A estimativa da exigência de Ca para ótima produção de ovos e qualidade da casca é de 3,25% (NRC, 1994; Rama-Rao et al., 2003), mas segundo outros autores (Chandramoni & Sinha, 1998; Bar et al., 2002) a necessidade é maior, cerca de 3,6% de



Ca. Keshavarz et al. (2003) verificaram necessidades ainda maiores, na ordem de 3,77g Ca/dia para ótima formação da casca. Já a sugestão de Leeson & Summer (2005) é 4,2% de Ca, aumentando para até 4,6% de Ca dietético ao longo da idade.

Nas aves de postura, o cálcio dietético é fundamental para a formação da casca do ovo e essa necessidade é afetada pelo estágio de formação da casca (Etches, 1987). As poedeiras absorvem ativamente o Ca da dieta para formação da casca ao longo de todo o trato gastrointestinal (Sugiyama et al., 2007). Enquanto a retenção absoluta de Ca é crescente com o aumento do Ca dietético, a eficiência do processo absorptivo está inversamente relacionada com o nível de Ca da dieta (Chandramoni & Sinha, 1998).

Em galinhas poedeiras alimentadas com dietas baseadas em milho e soja e suplementados com fitase microbiana já foi verificado melhora na produção de ovos (Um & Paik, 1999) e possibilidade de redução do nível de fosfato na dieta sem afetar produção e qualidade do ovo (Camps & Pérez, 2004). No entanto, alguns autores não encontraram efeitos significativos da suplementação com fitase microbiana em poedeiras comerciais (Casartelli, et al. 2005; Liebert et al., 2005), apesar de já ter sido verificado que o efeito da suplementação de fitase pode ser modificado pelo nível de Ca na dieta (Lim et al., 2003).

A produção de ovos foi influenciada positivamente pela adição de ácidos orgânicos na dieta no trabalho de Gama et al. (2000). Os ácidos orgânicos na dieta podem ainda ter efeito positivo na mucosa intestinal (García et al., 2007) e efeito benéfico na saúde intestinal das aves (Pirgozliev et al., 2008). A adição de butirato de sódio tem potencial contribuição na dieta de aves, pois estimula o crescimento da mucosa duodenal (Hu & Guo, 2007) e poderia melhorar a disponibilidade de energia da dieta (Pirgozliev et al. 2008) e nesse sentido favorecer a absorção de nutrientes.

O objetivo desse trabalho foi estudar a adição de butirato de sódio e fitase em diferentes níveis de cálcio sobre o desempenho e a retenção aparente de Ca e P em poedeiras semi-pesadas entre a 40ª e a 44ª semana de idade.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Nesse estudo foram utilizadas poedeiras semi-pesadas, de linhagem Hisex Brown, em produção, da 40ª a 44ª semana de idade para avaliar a inclusão de fitase bacteriana e butirato de sódio em diferentes níveis de cálcio na dieta. As aves foram alojadas em gaiolas individuais em sala climatizada desde às 36 semanas de idade e receberam água e ração à vontade em um programa de luz de 16 horas.

As dietas foram formuladas com níveis nutricionais próximos dos recomendados para poedeiras semi-pesadas (Rostagno et al., 2005), diferindo somente no nível de cálcio (NC), na adição de butirato de sódio (BS) e de fitase (Ft) (Tabela 1). As dietas experimentais foram à base de milho e farelo de soja e formuladas em um esquema fatorial 3x2x2 (3 NC – 2,8, 3,3 e 3,8% ; 2 – adição ou não de 500FTU/kg de Ft e 2 – adição ou não de 20mEq/kg de butirato de sódio a 29%), compondo 12 tratamentos com 8 repetições de uma ave cada, totalizando 96 unidades experimentais em delineamento completamente casualizado (Tabela 2). Em todas as dietas o nível de fósforo disponível foi de 0,40%. Para tanto, nas dietas com adição de fitase, houve redução do fósforo total equivalente à contribuição enzimática conforme indicação do fabricante (0,13% de P disponível/kg dieta).

A coleta total de excretas foi realizada durante todo o período experimental (40 a 44 semanas de idade) para obtenção das respostas de metabolizabilidade de nutrientes e balanço de minerais. O método de abate comparativo foi realizado através da coleta de carcaças no início e ao final do período experimental, para obtenção das respostas de

balanço corporal de nutrientes. As análises de matéria seca, cinzas e nitrogênio das rações, excretas e carcaças e a gordura bruta das carcaças foram realizadas de acordo com a AOAC (1993). A energia bruta das dietas, excretas e carcaças foi determinada utilizando um calorímetro de bomba isoperibólico (IKA WERKE, modelo C2000). As análises de Ca e P nas rações e excretas foram realizadas por espectrometria de absorção atômica e colorimetria, conforme especificações de TEDESCO et al. (1995).

Nesse período de 28 dias as respostas de desempenho avaliadas foram o consumo de ração diário, conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos, produção de ovos, peso médio do ovo e porcentagem média de casca no ovo seca a 105°C. As respostas de metabolismo foram a metabolizabilidade da matéria seca (MMS), orgânica (MMO) e mineral (MMM), da proteína bruta (MPB) e da energia bruta (MEB), expressas em porcentagem do consumido; o balanço de Ca (BCa) e P (BP) expressos na forma absoluta (gramas/dia) e relativa (porcentagem do consumido), o consumo e excreção de Ca e P expresso em gramas/dia, o Ca na casca (Cacasca) em gramas/dia e porcentagem do consumido (CaCasca%), e o balanço corporal de Ca em mg/dia ( $BCacorp = Ca \text{ consumido} - Ca \text{ excreta} - Ca \text{ casca}$ ). As respostas de balanço corporal de nutrientes foram o balanço corporal de minerais (BMc), de proteína (BPBc), de gordura (BGBc) expressos em gramas/dia e balanço de energia (BEBc) expresso em kcal/dia.

O modelo estatístico foi analisado no programa computacional SAS (1999), através de análise de variância com o procedimento GLM. As médias dos fatores principais e interações foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade. O efeito dos níveis de cálcio foi testado de forma contínua por análise de regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística para as respostas de consumo de ração e conversão alimentar (kg/dz e kg/kg) não mostrou interações significativas. Com relação aos efeitos principais, somente níveis de cálcio da dieta influíram nas respostas (Tabela 3). O nível de 3,3% de Ca levou a um menor consumo de ração e considerando que a produção de ovos foi semelhante entre as aves, houve melhor conversão alimentar. Esse resultado concorda com Keshavarz (2003) que observou o nível de 3,34% como adequado para desempenho e qualidade de casca de poedeiras a partir da 45ª semana de idade. Já no estudo de Chandramoni & Sinha (1998), 3,6g/dia de Ca resultaram em ótima produção diária, durante todo o período de produção.

Nesse experimento, o peso médio do ovo sofreu interação significativa entre os três fatores estudados ( $P < 0,005$ ): no nível de 3,8% de Ca, na presença de ambos os aditivos, houve maior peso do ovo (68,2g), diferindo estatisticamente das dietas com Ft (64,6g) e BS (64,7g) porém semelhante à dieta sem aditivos (67,0g) ou seja, o maior nível de Ca, juntamente com a fitase e o butirato de sódio, favoreceu o aumento do peso dos ovos, mas com resultado semelhante à ausência de aditivos. Não houve diferenças significativas na produção de ovos. Um e Paik (1999) verificaram uma melhora na produção de ovos, com suplementação de fitase e Gama et al. (2000) verificaram efeito positivo de 0,05% de uma mistura de ácidos orgânicos (ácidos fumárico, láctico, cítrico e ascórbico) sem afetar o peso do ovo. A porcentagem de casca não foi afetada pelos fatores estudados, resposta que está de acordo com Lichovnicova (2007) mas em desacordo com o trabalho de Casartelli et al. (2005), que verificou efeito positivo da fitase nessa resposta.

Para o balanço de Ca e P, verificou-se efeito dos níveis de Ca da dieta sobre o BCa e da adição de fitase sobre o BP. Os níveis de Ca afetaram o consumo de Ca com

efeito linear e positivo sobre o balanço relativo de Ca em gramas e sobre a quantidade de Ca nas excretas. Observando as equações lineares para balanço e excreção de Ca (Tabela 4), verificou-se que a excreção de Ca aumentou 0,89 g/dia, enquanto o balanço de Ca aumentou em 0,41 g/dia, por ponto percentual de Ca na dieta. Consequentemente, houve um efeito decrescente na eficiência de retenção de Ca à medida que aumentou o nível de Ca na dieta, fato que também foi verificado por Chandramoni & Sinha (1998). Além disso, verificou-se que a deposição de Ca na casca do ovo, em gramas, foi semelhante entre as dietas, concordando com Lichovnicova (2007), mas a eficiência de deposição de Ca na casca foi decrescente com o aumento do cálcio dietético. Com baixo nível de Ca na dieta, a formação do ovo se manteve, mas através da utilização de Ca ósseo para formação da casca, o que acarretou em balanço corporal negativo.

Esses resultados mostram características importantes do metabolismo do Ca em poedeiras e suas conseqüências na exigência dietética de Ca: em níveis baixos, as aves maximizam a utilização de Ca dietético, reduzindo sua excreção; com o aumento do Ca dietético, a maior disponibilidade do Ca está diretamente relacionado com maior perda nas excretas, ao mesmo tempo que a perda óssea é evitada. Nesse experimento, com a manutenção da produção de ovos, o balanço de Ca corporal passa a ser o melhor indicador de exigência de Ca, que pela equação,  $BalCa_{corp} = -1,065 + 0,312 \cdot NC$  ( $P < 0,001$ ;  $R^2 = 0,255$ ), chega-se ao nível de 3,41% de Ca na dieta para o equilíbrio de Ca corporal. Esse nível aplicado na equação  $Ca_{casca\%} = 122,46 - 18,326 \cdot NC$  ( $P < 0,001$ ;  $R^2 = 0,691$ ) resulta em 59,9% de eficiência de retenção de Ca no ovo e 59% de retenção aparente de Ca pela equação:  $BCa\% = 88,667 - 8,673 \cdot NC$  ( $P < 0,001$ ;  $R^2 = 0,194$ ). Esses valores são semelhantes ao valor de 54,2% proposto por Georgievskii (1982), para um consumo de Ca de 3,08 g/d, de 57,8% medido por Lichovnicova (2007), em dieta com 4,08% Ca e de 56,1% estimado por Kebreab (2009), em dieta com

3,5% de Ca. Mesmo levando em consideração que diferentes níveis de Ca dietético foram utilizados nos diferentes experimentos, e que o nível de Ca afeta a eficiência de retenção aparente, o valor próximo a 60% provavelmente representa um limite máximo fisiológico de aproveitamento do Ca dietético sem prejuízo corporal.

No balanço de P, a adição de fitase foi significativa, levando a um menor consumo e excreção P, e conseqüentemente com melhor eficiência de retenção do que nas dietas sem fitase ( $P < 0,063$ ). Entretanto, o balanço absoluto de P foi menor (Tabela 5). Para Liebert et al., (2005), a adição de fitase na dieta de poedeiras não afetou a excreção de P, enquanto que Casartelli et al. (2005) verificaram redução na excreção de P, Ca e N com 1000 FTU/kg. Já a melhor eficiência na retenção de Ca e P foi verificada por Um & Paik (1999) e no presente trabalho apenas a resposta de metabolizabilidade aparente de P foi melhorada pela adição de fitase. Considerando que o nível de fósforo disponível foi semelhante entre as dietas, pode-se confirmar a ação positiva da fitase, tanto na redução da excreção, quanto na melhor eficiência de retenção de P, pois significa que nessas dietas houve aproveitamento de fósforo originado do fitato e disponibilizado pela fitase.

Nas respostas de metabolizabilidade de nutrientes não houve diferenças dos efeitos principais (Tabela 6). Assim, eventuais efeitos associativos do nível de Ca, Ft e BS não afetaram o aproveitamento dos nutrientes. O balanço corporal de nutrientes não foi afetado pelas diferentes dietas (Tabela 7), mas verificou-se em média, um balanço corporal negativo de minerais e proteína para todas as dietas independentemente dos fatores testados. Este balanço reflete, de certa forma, o alto nível de postura observado nesse período, em que as aves utilizaram reservas corporais de minerais e proteínas para produção de ovos, mas apresentaram ganho de gordura e energia corporais.

## CONCLUSÃO

A fitase e o butirato de sódio não afetaram desempenho, nem a metabolizabilidade dos nutrientes de poedeiras em produção. A fitase melhorou a retenção aparente de P e sua adição juntamente com butirato de sódio em alto nível de cálcio dietético resultou num efeito aditivo no peso do ovo. Com baixo cálcio na dieta obteve-se a melhor retenção aparente de Ca, porém com balanço corporal de Ca negativo. Para o equilíbrio corporal de Ca, a exigência estimada foi de 3,41% de Ca na dieta e para o melhor desempenho, 3,3% de Ca.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. 16 ed., 1993.
- BAR, A. et al. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements in aged laying hens. **British Poultry Science**, v.43, p.261–269, 2002.
- CASARTELLI, E.M. et al. Effect of phytase in laying hen diet with different phosphorus sources. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. v.7, n.2, p.93-98. 2005
- CHANDRAMONI, S.B.J.; SINHA, R.P. Effect of dietary calcium and phosphorus concentration on retention of these nutrients by caged layers. **British Poultry Science**, v. 39, p.544-548, 1998.
- CAMPS, D.M.; PÉREZ, J. Utilización de fitasa en la dieta para ponedoras White Leghorn. **Revista Cubana de Ciência Avícola**, v.28, p.1-4, 2004.
- ETCHES, R.J. Calcium logistics in the laying hen **Journal of Nutrition**, v.117, p. 619-628, 1987.
- GAMA, N.M.S.Q. et al. Ácidos orgânicos em rações de poedeiras comerciais. **Ciência Rural**, v.30, n.3; p.499-502, 2000.

GARCÍA, F. et al. Effect of formic acid and plant extracts on growth, nutrient digestibility, intestine mucosa morphology, and meat yield of broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.16, p.555–562, 2007.

HU, Z.; GUO, Y. Effects of dietary sodium butyrate supplementation on the intestinal morphological structure, absorptive function and gut flora in chickens. **Animal Feed Science and Technology**, n. 132, p. 240–249. 2007.

KESHAVARZ, K. A Comparison between cholecalciferol and 25-OH-cholecalciferol on performance and eggshell quality of hens fed different levels of calcium and phosphorus. **Poultry Science** n.82; p.1415–1422. 2003

LEESON, S.; SUMMER, J. **Comercial Poultry Nutrition**, Third edition. Guelph:University Books, 2005. 411p.

LICHOVNIKOVA, M. The effect of dietary calcium source, concentration and particle size on calcium retention, eggshell quality and overall calcium requirement in laying hens. **British Poultry Science**,v.48, n.1, p.71-75, 2007.

LIM, H.S. et al. Effects of phytase supplementation on the performance, egg quality, and phosphorous excretion of laying hens fed different levels of dietary calcium and nonphytate phosphorous. **Poultry Science**, n. 82, p. 92–99. 2003.

LIEBERT, F. et al. Performance and nutrient utilization of laying hens fed low-phosphorus corn-soybean and wheat-soybean diets supplemented with microbial phytase. **Poultry Science**,v.84, p.1576–1583, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9ed. Rev. Amp. Washington: National Academic Press, 1994. 93p.

PIRGOZLIEV, V. et al. Fumaric and sorbic acis as additives in broiler feed. **Research in Veterinary Science**, v.84, p.387-394, 2008.



RAMA RAO, S.V. et al. Requirement of calcium for commercial broilers and white leghorn layers at low dietary phosphorus levels. **Animal Feed Science and Technology**, v.106, p.199–208, 2003.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, p.89-94, 2005.

SAS Institute Inc. SAS/STAT User's guide. Cary, NC: SAS Institute Inc, 1999. 943p.

SUGIYAMA, T. et al. Expression and localisation of calbindin D28k in all intestinal segments of the laying hen. **British Poultry Science**, v.48, n.2, p.233—238, 2007.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. 2ed. ver. ampl. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174p.

UM, J.S.; PAIK, I.K. Effects of microbial phytase supplementation on egg production, eggshell quality, and mineral retention of laying hens fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, v. 78, p. 75-79. 1999.

Tabela 1 Composição da dieta basal e composição nutricional calculada para poedeiras semi-pesadas de 40 a 44 semanas de idade

Ingredientes	%
Dieta basal	
Milho	58,73
Farelo de soja	25,37
Gordura vegetal	3,40
Sal	0,47
DL-Metionina	0,24
Colina-Cl	0,07
L-Lisina HCl	0,03
Pré – mistura mineral <sup>1</sup>	0,06
Pré – mistura vitamínica <sup>2</sup>	0,03
Tratamentos	11,60
Composição calculada	
Energia metabolizável (kcal/kg)	2900
Proteína bruta (%)	16,6
Metionina digestível (%)	0,46
Lisina digestível (%)	0,75
Metionina+Cistina digestíveis(%)	0,70
Treonina digestível (%)	0,60
Triptofano digestível (%)	0,17
Arginina digestível (%)	0,91
Sódio (%)	0,20
Cloro (%)	0,31
Potássio (%)	0,70
Cálcio (%) <sup>3</sup>	2,8; 3,3; 3,8
Fósforo total (%) <sup>3</sup>	0,48; 0,61
Fósforo disponível (%)	0,40

<sup>1</sup> Adição por kg de dieta: Selênio 0,3 mg; Iodo 0,7 mg; Ferro 40 mg; Cobre 10 mg; Zinco 80 mg; Manganês 80 mg;

<sup>2</sup> Adição por kg de dieta: Vit A 8000 UI; Vit D3 2000 UI; Vit E 30 mg; Vit K 2 mg; Vit B1 2 mg; Vit B2 6 mg; Vit B6 2,5 mg; Vit B12 0,012 mg; biotina 0,08 mg; ácido pantotênico 15 mg; Niacina 35 mg; ácido Fólico 1 mg;

<sup>3</sup> Variável em função das dietas experimentais

Tabela 2 Composição das dietas experimentais com diferentes níveis de cálcio e adição ou não de fitase e/ou butirato de sódio em 11,6% do total da dieta para poedeiras semi-pesadas de 40 a 44 semanas de idade

Níveis de cálcio (%)	2,8	2,8	3,3	3,3	3,8	3,8
Fósforo Total (%)	0,61	0,48	0,61	0,48	0,61	0,48
<b>Ingredientes (%)</b>						
Calcário Calcítico	6,48	6,92	7,87	8,31	9,27	9,70
Fosfato Bicálcico	1,73	1,00	1,73	1,00	1,73	1,00
Caulim	2,79	3,06	1,40	1,67	-	0,28
Fitase	-	0,02	-	0,02	-	0,02
Butirato de sódio/ Amido <sup>1</sup>	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60

<sup>1</sup> Em cada dieta, houve a adição de 0,6% butirato de sódio (20meq/kg de butirato de sódio à 29% encapsulado em ácidos graxos de cadeia média) em substituição ao amido de milho, totalizando 12 dietas experimentais

Tabela 3 Consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), produção de ovos (PrOvo), peso médio do ovo (PMO) e porcentagem média de casca (%Casca) em poedeiras semi-pesadas de 40 a 44 semanas de idade

	CR(g/d)	CA(kg/dz)	Ca(kg/kg)	PrOvo(%)	PMO(g)	%Casca
Nível de Cálcio (NC)						
2,8%	117,9a*	1,379a	1,767 <sup>a</sup>	96,0	65,37	9,57
3,3%	112,3b	1,288b	1,645b	97,4	65,35	9,66
3,8%	119,8a	1,390a	1,746 <sup>a</sup>	97,0	66,13	9,71
Butirato de Sódio (BS)						
0	116,0	1,344	1,718	96,5	65,18	9,60
20 meq/kg	117,4	1,361	1,721	97,1	66,04	9,70
Fitase (Ft)						
0	118,4	1,379	1,751	96,3	65,23	9,68
500 FTU/kg	115,0	1,325	1,687	97,3	66,00	9,62
Probabilidades						
NC	0,028	0,015	0,048	0,465	0,424	0,691
BS	0,536	0,591	0,947	0,596	0,113	0,498
Ft	0,161	0,083	0,140	0,266	0,160	0,674
NCxBS	0,644	0,721	0,786	0,438	0,717	0,856
NCxFt	0,759	0,866	0,984	0,178	0,894	0,295
BSxFt	0,459	0,183	0,093	0,189	0,368	0,582
NCxBSxFt	0,671	0,604	0,060	0,804	0,005	0,486
Erro Padrão	10,963	0,143	0,200	4,499	3,849	0,650

\*Médias com letras distintas na coluna diferem significativamente (SNK P<0,05)

Tabela 4 Consumo, excreção e balanço de Ca expresso em gramas/dia e porcentagem do consumido e cálcio na Casca expressos em miligramas/dia e porcentagem do consumido em poedeiras semi-pesadas de 40 a 44 semanas de idade

	ConsCa (g/d)	ExcrCa <sup>1</sup> (g/d)	BCag <sup>2</sup> (g/d)	BCa <sup>3</sup> (%)	CaCasca <sup>4</sup> (g)	CaCasca <sup>5</sup> (%)	BCa corp <sup>6</sup> (mg/d)
<b>Nível Cálcio</b>							
2,8%	3,26 <sup>a</sup>	1,15a	2,11a	64,75 <sup>a</sup>	2,33	71,72a	-184,6a
3,3%	3,93b	1,60b	2,32b	59,34 <sup>a</sup>	2,37	60,85b	-49,3b
3,8%	4,53c	1,99c	2,54c	56,19b	2,43	53,46c	128,2c
<b>Butirato Sódio</b>							
0	3,86	1,55	2,31	60,45	2,35	62,65	-30,4
20 meq/kg	3,95	1,61	2,34	59,73	2,40	62,02	-51,8
<b>Fitase (Ft)</b>							
0	3,89	1,57	2,32	59,96	2,38	62,54	-32,1
500 FTU/kg	3,91	1,59	2,33	60,21	2,37	62,13	-50,0
<b>Probabilidades</b>							
NC	0,001	0,001	0,001	0,001	0,151	0,001	0,001
BS	0,188	0,351	0,704	0,654	0,250	0,734	0,625
Ft	0,759	0,805	0,956	0,875	0,823	0,843	0,622
NC x BS	0,440	0,523	0,965	0,776	0,946	0,439	0,869
NC x Ft	0,644	0,414	0,462	0,515	0,454	0,971	0,454
BS x Ft	0,219	0,199	0,924	0,309	0,315	0,997	0,244
NC x BS x Ft	0,510	0,252	0,161	0,200	0,274	0,592	0,513
Erro Padrão	0,316	0,325	0,301	7,375	0,178	5,179	0,225

\*Médias com letras distintas na coluna diferem significativamente (Teste SNK, P<0,05)

$${}^1\text{ExcrCag} = -1,355 + 0,8856*\text{NC} \text{ (P<0,001; R}^2\text{= 0,570);}$$

$${}^2\text{BCag} = 0,979 + 0,412*\text{NC} \text{ (P<0,001; R}^2\text{= 0,257);}$$

$${}^3\text{BCa}\% = 88,667 - 8,673*\text{NC} \text{ (P<0,001; R}^2\text{= 0,194);}$$

$${}^4\text{Cacasca g} = 2,045 + 0,099*\text{NC} \text{ (P<0,04; R}^2\text{= 0,052);}$$

$${}^5\text{Cacasca}\% = 122,46 - 18,326*\text{NC} \text{ (P<0,001; R}^2\text{= 0,691);}$$

$${}^6\text{BalCacorp} = -1,065 + 0,312*\text{NC} \text{ (P<0,001; R}^2\text{= 0,255);}$$

Tabela 5 Consumo de P (ConsP), P nas excretas (ExcrP) e Balanço de P (BP) expresso em miligramas/dia e Balanço de P expresso em porcentagem do consumido em poedeiras semi-pesada de 40 a 44 semanas de idade

	ConsP (mg/d)	ExcrP (mg/d)	BP (mg/d)	BP (%)
Nível Cálcio (NC)				
2,8%	630,4	404,6	225,7	35,97
3,3%	645,7	421,4	224,3	34,67
3,8%	645,0	422,1	228,9	34,70
Butirato de Sódio (BS)				
0	633,6	411,1	222,9	35,29
20 meq/kg	646,8	421,1	225,7	34,93
Fitase (Ft)				
0	715,4a*	471,1 <sup>a</sup>	244,3a	34,05
500 FTU/kg	565,4b	360,7b	204,3b	36,17
Probabilidades				
NC	0,430	0,232	0,958	0,547
BS	0,244	0,297	0,728	0,750
Ft	0,001	0,001	0,001	0,063
NC x BS	0,479	0,968	0,373	0,464
NC x Ft	0,575	0,805	0,579	0,698
BS x Ft	0,342	0,326	0,897	0,672
NC x BS x Ft	0,589	0,974	0,382	0,509
Erro Padrão	0,052	0,045	0,039	5,251

\* Médias com letras distintas na coluna diferem significativamente (Teste SNK, P<0,05)

Tabela 6 Metabolizabilidade da matéria seca (MMS) orgânica (MMO) e mineral (MMM), proteína (MPB) e energia bruta (MEB), expressa em porcentagem do consumido em poedeiras semi-pesadas de 40 a 44 semanas

	MMS	MMO	MMM	MPB	MEB
Nível de Cálcio					
2,8%	72,07	77,23	41,28	47,86	80,13
3,3%	72,01	77,14	41,42	46,87	79,75
3,8%	72,30	77,59	40,38	46,60	79,97
Butirato Sódio					
0	71,90	77,0,6	40,80	47,16	79,59
20 meq/kg	72,35	77,59	41,25	47,06	80,31
Fitase (Ft)					
0	72,02	77,12	41,46	46,82	79,77
500 FTU/kg	72,24	77,52	40,60	47,40	80,13
Probabilidades					
NC	0,903	0,742	0,756	0,578	0,782
BS	0,413	0,279	0,704	0,927	0,120
Ft	0,693	0,421	0,475	0,584	0,435
NCxBS	0,850	0,694	0,665	0,677	0,837
NCxFt	0,771	0,878	0,409	0,979	0,901
BSxFt	0,346	0,450	0,235	0,615	0,328
NCxBSxFt	0,624	0,829	0,124	0,483	0,761
Erro Padrão	2,562	2,298	5,589	4,901	2,139

Tabela 7 Balanço corporal de minerais (BMc), proteína (BPBc) expressos em miligramas/dia, gordura em g/dia (BGBc) e energia em kcal/dia (BEBc) em poedeiras semi-pesadas de 40 a 44 semanas de idade

	BMc (mg/d)	BPBc (mg/d)	BGBc (g/d)	BEBc (kcal/d)
Nível de Cálcio				
2,8%	-347,5	-96,8	2,28	20,9
3,3%	-307,9	-236,4	2,35	20,6
3,8%	-277,1	-12,1	2,86	26,6
Butirato de Sódio (BS)				
0	-293,2	-36,1	2,31	21,4
20 meq/kg	-331,4	-199,6	2,66	23,7
Fitase (Ft)				
0	-300,7	-302,9	2,40	20,5
500 FTU/kg	-323,6	60,4	2,57	24,6
Probabilidades				
NC	0,435	0,802	0,509	0,421
BS	0,366	0,517	0,402	0,581
Ft	0,616	0,185	0,719	0,320
NCxBS	0,462	0,634	0,582	0,390
NCxFt	0,150	0,987	0,381	0,416
BSxFt	0,161	0,978	0,853	0,899
NCxBSxFt	0,176	0,560	0,091	0,240
Erro Padrão	0,194	1,221	1,865	17,892



## **CAPÍTULO V**

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O metabolismo do cálcio entre as aves é diferenciado em função do propósito produtivo, com uma óbvia maior necessidade de cálcio para aves de postura do que aves de corte. A eficiente retenção de cálcio está relacionada com a capacidade intestinal em aproveitar o cálcio dietético, além da contribuição endócrina para o controle de níveis plasmáticos de cálcio. Essa regulação fina é estrategicamente eficiente, e as mínimas variações no cálcio plasmático ativam a regulação hormonal e, na prática, dificilmente serão afetados pelo cálcio dietético. A maior proporção de Ca absorvido é devido à existência de transporte passivo de Ca, pela via paracelular, dependente da quantidade e solubilidade de Ca no lúmen intestinal. O cálcio da dieta, via de regra é suplementado com o uso de calcário calcítico e fosfato de cálcio, que compõe em torno de 2% da dieta de frangos de corte e cerca de 10% da dieta de poedeiras, é, portanto, de relevante importância nas formulações, principalmente em função da necessidade de dietas ambientalmente corretas, ou seja, de maior eficiência na utilização de minerais pelas aves. Nesse contexto de menor poluição ambiental, os aditivos têm vez de utilização, sendo

alguns de contribuição duvidosa, como é o caso dos ácidos orgânicos, e outros com sua contribuição aceita e comprovada como a fitase, embora o uso de ambos ainda seja mais condicionado à viabilidade econômica do que à sua indireta ação no ambiente.

Nos trabalhos aqui apresentados, a adição de ácidos graxos de cadeia curta na dieta, tanto em aves de corte quanto de postura, foi ineficaz em afetar as respostas estudadas. Em diversos estudos, tem se comprovado a eficácia dos ácidos orgânicos no controle de microrganismos e provavelmente seja essa sua principal e talvez única vantagem detectável no metabolismo das aves. No experimento 1, o nível de ácidos utilizados foi alto (200 meq/kg), bem acima dos níveis práticos usados em trabalho anterior (20meq/kg) (Vieira, 2006). Mesmo multiplicando a dose por dez, não foram suficientes para suplantar o tamponamento natural do trato digestório dos frangos. Mesmo que houvesse ação desses compostos na absorção de minerais pelas aves, através de modificação de pH, como já foi verificado em suínos, isso provavelmente afetaria a via transcelular de absorção de Ca, que representa um pequena proporção do Ca absorvido e portanto de difícil detecção em níveis práticos nas respostas *in vivo*.

O efeito positivo da utilização de fitase na dieta de aves de corte e postura já está bem estabelecida, inclusive como ferramenta para minimizar a quantidade de minerais nas excretas. O que permanece incerto é a interação dessa enzima com os demais compostos da dieta. Existem dúvidas quanto à interferência do nível de Ca com a fitase. O que se sabe é que a fitase age no fitato presente nos grãos e talvez as fontes minerais da dieta poderiam modificar a eficácia da enzima. O que foi verificado nesse trabalho é que a

fitase não interagiu com o Ca dietético, mas afetou claramente o metabolismo do fósforo da maneira semelhante em aves de corte e postura, validando a redução de 0,13% de fósforo total, especificada pelo fabricante, para ambas as categorias. Em frangos de corte, a adição da fitase ainda melhorou o aproveitamento da matéria orgânica da dieta e essa resposta também foi afetada pelo nível de Ca dietético, e ambas podem estar relacionadas com o aumento do pH intestinal em função dos níveis de Ca da dieta, com melhora na metabolizabilidade da dieta em frangos de corte.

O nível recomendado de Ca na dieta de aves de corte e postura já foi foco de inúmeras pesquisas, principalmente em função de variáveis de desempenho e mineralização óssea. Com essas variáveis, têm-se chegado ao intervalo prático de 0,7 a 1,0% de Ca na dieta de frangos de corte em crescimento e 3,2 a 4,2% de Ca para poedeiras em produção. O efeito metabólico de diferentes níveis de Ca na dieta das aves vai além do detectável em desempenho zootécnico. Nesse trabalho foi verificado em dois experimentos o efeito alcalinizante do Ca dietético sobre o pH intestinal e isso provavelmente foi responsável pela melhora concomitante no aproveitamento da matéria orgânica. O que se especula é que com o pH alcalino seja favorecida a fermentação microbiana no intestino e ceco, o que provavelmente contribui para o aproveitamento de nutrientes. Outra possibilidade seria que o pH mais alcalino proporcione uma maior atuação das enzimas pancreáticas e intestinais levando ao maior aproveitamento de nutrientes. Nesse aspecto, como foram obtidos efeitos lineares sobre o pH intestinal em função do aumento de Ca dietético, torna-se importante considerar essa variável como critério de resposta para as exigências de Ca que portanto poderiam ser

reavaliadas com o propósito ainda de melhorar o aproveitamento de nutrientes da dieta.

No trato gastrointestinal das aves, a maior absorção de Ca ocorre no duodeno e jejuno essencialmente pela via paracelular que é dependente de gradiente de concentração. Com o fluxo da digesta, ao longo do intestino, a absorção e excreção de Ca no lúmen ocorrem pela via transcelular, com custo energético para o organismo e sujeita às regulações endócrinas, principalmente no íleo. Nesse ínterim, estão inversamente relacionadas a eficiência de retenção e a retenção absoluta de Ca. Nos frangos de corte alimentados com baixo Ca na dieta, a eficácia da absorção pela via paracelular será reduzida e a absorção transcelular terá maior importância. Verifica-se uma maior eficiência de retenção aparente de Ca nessas dietas, mas com menor retenção absoluta associada a uma menor mineralização óssea. Por isso o baixo Ca na dieta não é o recomendado, pois a ave estará metabolicamente desfavorável em relação à condição fisiológica esperada, e na fase de crescimento poderá levar ao comprometimento ósseo a longo prazo. Com baixo Ca na dieta, o Ca absorvido é direcionado para as reservas corporais e para sustentar o crescimento ósseo, levando à alta reabsorção nos rins e redução da excreção fecal, o que leva à maior eficiência de retenção aparente do Ca. Nas aves de postura, o efeito fisiológico do baixo Ca dietético é mais marcante, pois a deposição de Ca na casca do ovo é a prioridade do organismo, mesmo que seja às custas de Ca corporal, levando ao balanço corporal negativo nas aves, sem afetar a produção de ovos e mais do que isso, mantendo a mesma deposição de Ca na casca, independentemente do nível de Ca na dieta. Em função disso, tanto em aves de corte quanto de postura,

quanto menor o nível de Ca na dieta, maior será a eficiência de retenção de cálcio, mas a retenção absoluta será inversamente relacionada. Assim, a suplementação de cálcio deve ser considerada mais do que um nível nutricional, e sim uma necessidade fisiológica com consequências metabólicas a curto e longo prazo e que podem ainda influenciar o aproveitamento dos nutrientes da dieta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, A.; PENDSE, A. K.; SHARMA, P. N.; SINGH, P. P. Urinary calcium excretion and its response to oral calcium loading in normal subjects and stone formers. **Indian Journal of Clinical Biochemistry**, New Delhi, v.6, n.2, p.113-117. 1991.
- AMMERMAN, C. Methods for estimation of mineral bioavailability. IN: AMMERMAN, C.B.; BAKER, D.H.; LEWIS, A.J., Eds. **Bioavailability of nutrients for animals: amino acids, minerals and vitamins**, San Diego: Academic Press, p.83-94. 1995.
- APPLEGATE, T.J.; ANGEL, R.; CLASSEN, H.L. Effect of dietary calcium, 25-hydroxycholecalciferol, or bird strain on small intestinal phytase activity in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.82, p.1140–1148, 2003
- AUCHÉRE, D.; TARDIVEL, S.; GOUNELLE, J.C.; DRÜEKE, T.; LACOUR, B. Role of transcellular pathway in ileal  $\text{Ca}^{2+}$  absorption: stimulation by low- $\text{Ca}^{2+}$  diet. **American Journal of Physiology Gastrointestinal and Liver Physiology**, Bethesda, v.275, p.951-956, 1998.
- BAR, A.; RAZAPHKOVSKY, V.; VAX, E. Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements in aged laying hens. **British Poultry Science**, Cambridge, v.43, p.261-269, 2002.
- BAR, A.; SHINDER, D.; YOSEFI, S.; VAX, E.; PLAVNIK, I. Metabolism and requirements for calcium and phosphorus in the fast-growing chicken as affected by age. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.89, p.51-60, 2003.
- BAR, A. Calcium transport in strongly calcifying laying birds: mechanisms and regulation. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part A**, New York, v.152, p.447–469, 2009.

- BERGGARD, T.; SILOW, M.; THULIN, E.; LINSE, S.  $\text{Ca}^{2+}$  and  $\text{H}^+$  dependent conformational changes of calbindin D28k. **Biochemistry**, Washington, v.39, p.6864-6873, 2000.
- BORLÉ, A. Calcium and phosphate Metabolism. **Annual Review of Physiology**, Palo Alto, v.36, p.361-390, 1974.
- BRONNER, F. Nutrient bioavailability, with special reference to calcium. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.123, n.5, p.797-820, 1993.
- BRONNER, F. Calcium absorption – a paradigm for mineral absorption. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.128, p.917-920, 1998.
- BRONNER, F. Mechanisms of intestinal calcium absorption. **Journal Cell Biochemical**, New York, v.88, n.2, p.387-393, 2003.
- BRONNER, F. Recent developments in intestinal calcium absorption. **Nutrition Reviews**, New York, v.67, n.2, p.109–113, 2009.
- BRONNER, F. ; PANSU, D. Nutritional aspects of calcium absorption. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.129, p.9-12, 1999.
- BROWN, A.J.; KRITS, I.; ARMBRECHT, H.J. Effect of age, vitamin D, and calcium on the regulation of rat intestinal epithelial calcium channels. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, New York, n.437, p.51-58, 2005.
- BROWN, E.M. The extracellular  $\text{Ca}^{2+}$ -sensing receptor: central mediator of systemic calcium homeostasis. **Annual Reviews Nutrition**, Palo Alto, v.20, p.507-533, 2000.
- CATALA-GREGORI, P.; GARCÍA, F.; HERNADEZ, F.; MADRID, J. CERÓN, J.J. Response of broilers to feeding low-calcium and phosphorus diets plus phytase under different environmental conditions: body weight and tibiotarsus mineralization. **Poultry Science**, Champaing, v.85, p.1923-1931, 2006.
- CHANDRAMONI, S.B.J.; SINHA, R.P. Effect of dietary calcium and phosphorus concentration on retention of these nutrients by caged layers. **British Poultry Science**, Cambridge, v.39, p.544-548, 1998.
- CHANG, W.; TU, C.; CHEN, T.; BIKLE, D. SHOBACK, D. The extracellular calcium-sensing receptor (CaSR) is a critical modulator of skeletal development. **Science Signaling**, New York, v.1, n.35, ra1, p.1-13, 2008.
- CRANSBERG, P. H.; PARKINSON, G. B.; WILSON, S.; THORP, B.H. Sequential studies of skeletal calcium reserves and structural bone volume in a commercial layer flock. **British Poultry Science**, Cambridge, v.42, p.260–265, 2001.



- COOP, D.H. Endocrine Regulation of Calcium Metabolism. **Annual Review of Physiology**, Palo Alto, v.32, p.61-86, 1970.
- COWIESON, A.J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M.R. The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. **British Poultry Science**, Cambridge, v.45, n.1, p.101–108, 2004.
- DRIVER, J.P.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I.; EDWARDS Jr, H.M. Calcium requirements of modern broiler chicken as influenced by dietary protein and age. **Poultry Science**, Champaing, v.84, p.1629-1639, 2005.
- EATON, D.C.; POOLER, J.P. Regulação do equilíbrio do cálcio e do fosfato. IN: **Fisiologia Renal de Vander**, trad. Jahn, M.P. 6ed. Porto Alegre:Artmed, p.215-227, 2006.
- ETCHES, R.J. Calcium logistics in the laying hen. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.117, p.619-628, 1987.
- FRANCESCH M.; BROZ J.; BRUFAU J. Effects of an experimental phytase on performance, egg quality, tibia ash content and phosphorus bioavailability in laying hens fed on maize- or barley-based diets. **British Poultry Science**, Cambridge, v.46, n.3, p.340–348, 2005.
- GAMA, N.M.S.Q.; OLIVEIRA, M.B.C.; SANTIN, E.; BERCHIERI Jr., A. Ácidos orgânicos em rações de poedeiras comerciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.3; p.499-502, 2000.
- GEIBEL, J.P.; HEBERT, S.C. The Functions and Roles of the Extracellular  $Ca^{2+}$ -Sensing Receptor along Gastrointestinal Tract. **Annual Review of Physiology**, Palo Alto, v.71, p.205-217, 2009.
- GHAVIDEL, R.A.; PRAKASH, J. The impact of germination and dehulling on nutrients, antinutrients, in vitro iron and calcium bioavailability and in vitro starch and protein digestibility of some legume seeds, **LWT**, New York, v.40, p.1292–1299, 2007.
- GEORGIEVSKII, V.I. **Mineral Nutrition of animal**: studies in the agricultural and food science. London: Butterworths, 1982. 474p.
- GUÉGUEN, L.; POINTILLART, D.V.M. The bioavailability of dietary calcium. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v.19, n.2, p.119S–136S, 2000.
- HERNANDEZ, F.; GARCIA, V.; MADRID, J.; ORENGO, J.; CATALA, P.; MEGIAS, M.D. Effect of formic acid on performance, digestibility, intestinal histomorphology and plasma metabolite levels of broiler chickens. **British Poultry Science**, Cambridge, v.47, n.1, p.50-56, 2006.

- HOENDEROP, J.G.J.; NILIUS, B.; BINDELS, R.J.M. Molecular mechanism of active  $\text{Ca}^{2+}$  reabsorption in the distal nepron. **Annual Review of Physiology**, Palo Alto, v.64, p.529–549, 2002.
- HOENDEROP, J.G.L; NILIUS, B; BINDELS, R.J.M. Calcium absorption across epithelia. **Physiological Reviews**, New York, n.35, p. 373-422, 2005.
- HURWITZ, S.; BAR, A. Rate of passage of calcium-45 and yttrium-91 along the intestine, and calcium absorption in the laying fowl. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.89, p.311-316, 1966.
- HURWITZ, S.; BAR, A. Calcium and Phosphorus interrelationships in the intestine of the fowl. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.101, p.677-686, 1971
- HURWITZ, S.; BAR, A.; COHEN, I. Regulation of calcium absorption by fowl intestine. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v.225, n.1, p.150-154, 1973.
- HURWITZ, S.; PLAVNIK, I.; SHAPIRO, A. Calcium metabolism and requirements of chickens are affected by growth. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, n.125, p.2679-2686, 1995.
- KLASING, K.C. **Comparative Avian Nutrition**. London: CAB International, 1998. 350p.
- KOLLING, A.V. Efeito de diferentes relações de energia e proteína e de alimentação por livre escolha sobre o desempenho e a composição corporal de frangos de corte. In: XXXVIII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38. : 2001 : Piracicaba. **Anais...** Piracicaba : FEALQ, 2001. p. 740-741. CD-ROM.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Scott's Nutrition of the Chicken**. 4. ed. Guelph: University Books, 2001. 591p.
- LEESON, S.; NAMKUNG, H.; ANTONGIOVANNI, M.; LEE, E.H. Effect of butiric acid on the performance and carcass yield of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaing, v.84, p.1418-1422, 2005.
- LOBAUGH, B.; JOSHUA, I.G.; MUZLLER, W.J. Regulation of calcium appetite in broiler chickens. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.111, p. 298-306, 1981.
- MAIORKA, A.; SANTIN, A.M.E.; BORGES, S.A.; OPALINSKI, M.; SILVA, A.V.F. Emprego de uma mistura de ácidos fumárico, láctico, cítrico e ascórbico em dietas iniciais de frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.9, n.1, p.31-37, 2004.

- MINEO, H.; HARA, H.; TOMITA, F. Short-chain fatty acids enhance diffusional Ca transport in the epithelium of the cecum and colon. **Life Sciences**, New York, n.69, p.517-526, 2001.
- MROZ, Z.; JONGBLOED, A.W.; PARTANEN, K.H.; VREMAN, K.; KEMME, P.A.; KOGUT, J. The effects of calcium benzoate in diets with or without organic acids on dietary buffering capacity, apparent digestibility, retention of nutrients, and manure characteristics in swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, n.78, p.2622-2632, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Poultry**. 9ed. Rev. Amp. Washington: National Academic Press, 1994. 93p.
- NATIONAL RESEARCH CONCIL. **Mineral Tolerance of Animal**. 2ed. Rev. Washington: National Academic Press, 2005. 97p.
- PESTI, F. M.; BAKALLI, R.I.; DRIVER, J.P.; ATENLIO, A.; FOSTER, E.H.; **Poultry Nutrition and Feeding**. Victoria: Trafford Publishing, 2005. 490p.
- PIRGOZLIEV, V.; MURPHY, T.C.; OWENS, B.; GEORGE, J.; McCANN, M.E.E. Fumaric and sorbic acids as additives in broiler feed. **Research in Veterinary Science**, London, v.84, p.387-394, 2008.
- QIAN, H.; KORNEGAY, 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, p.37-46, 1997.
- RAFACZ-LIVINGSTON, K.A.; MARTINEZ-AMEZCUA, C.; PARSONS, C.M.; BAKER, D.H.; SNOW, J. Citric acid improves phytase phosphorus utilization in crossbred and commercial broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.84, p.1370-1375, 2005.
- RAMA RAO, S.V.; PANDA, A.K.; RAJU, M.V.L.N.; SHYAM SUNDER, G.; PRAHARAJ, N.K. Requirement of calcium for commercial broilers and white leghorn layers at low dietary phosphorus levels. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.106, p.199-208, 2003.
- RAMA RAO, S.V.; RAJU, M.V.L.N.; REDDY, M.R. Performance of broiler chicks fed high levels of cholecalciferol in diets containing sub-optimal levels of calcium and non-phytate phosphorus **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam v.134, p.77-88, 2007.
- RASCHKA, L.; DANIEL, H. Mechanisms underlying the effects of inulin-type fructans on calcium absorption in the large intestine of rats. **Bone**, New York, n.37, p.728-735, 2005.
- RODEHUTSCORD, M.; HEMPEL R.; WENDT, P. Phytase effects on the efficiency of utilisation and blood concentrations of phosphorus and calcium

- in Pekin ducks. **British Poultry Science**, Cambridge, v.47, n.3, p.311-321, 2006.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELLE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: Departamento de Zootecnia da UFV, 2005. 186p.
- SÁ, L.M.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; CECON, P.R.; D'AGOSTINI, P. Exigências nutricionais de cálcio para frangos de corte, na fase de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.2, p.307-406, 2004.
- SNOW, J.L.; BAKER, D.H.; PARSONS, C. Phytase, citric acid, and 1- $\alpha$ -hidroxycholecalciferol improve phytate phosphorus utilization in chicks fed a corn-soybean meal diet. **Poultry Science**, Champaign, v.83, p.1187-1192, 2004.
- SOARES, J.H. Calcium Bioavailability. IN: AMMERMAN, C.B.; BAKER, D.H.; LEWIS, A.J., Eds. **Bioavailability of nutrients for animals: amino acids, minerals and vitamins**, San Diego: Academic Press, p.95-118. 1995.
- SUGIYAMA, T.; KIKUCHI, H.; HIYAMA, S.; NISHIZAWA, K.; KUSUHARA S. Expression and localisation of calbindin D28k in all intestinal segments of the laying hen. **British Poultry Science**, Cambridge, v.48, n.2, p.233—238, 2007.
- VIEIRA, M.M. Níveis de Cálcio e diferentes ácidos graxos de cadeia curta na dieta de frangos de corte. 2006. 68fl. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- WASSERMAN, R.H. Studies on Vitamin D<sub>3</sub> and the intestinal absorption of calcium and other ions in the rachitic chick. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.77, p.69-80, 1962.
- WASSERMAN, R.H. Vitamin D and the dual process of intestinal calcium absorption. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.134, p.3137-3139, 2004.
- WIDEMAN Jr, R. Renal regulation of avian calcium and phosphorus metabolism. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.117, p.808-815, 1987.
- WOYENGO, T.A.; GUENTER, W.; SANDS, J.S.; NYACHOTI, C.M.; MIRZA, M.A. Nutrient utilisation and performance responses of broilers fed a wheat-based diet supplemented with phytase and xylanase alone or in combination. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, p.113–123, 2008.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A – Observações experimentais – CAPÍTULO II

Nível Cálcio %	Ácido Orgânico	Fitase	Metaboliz. MS %	Metaboliz. MO %	Metaboliz. MM %	Metaboliz PB%	Balanco PB g	Metaboliz. Energia %	EMA MS kcal
1	0	0	72,23	74,71	36,14	66,43	167,45	77,06	3544,86
1	0	0	70,90	73,93	26,85	62,25	169,92	77,70	3574,35
1	0	0	68,67	72,01	20,15	59,11	169,13	75,99	3495,36
1	0	0	71,81	75,43	19,31	64,31	174,89	79,12	3639,29
1	0	0	73,12	75,79	34,41	70,01	190,77	80,17	3687,85
1	0	0	71,74	75,11	22,73	62,53	165,72	79,17	3641,74
1	0	0	70,14	73,38	23,02	64,65	164,75	76,70	3528,41
1	0	0	72,30	75,53	25,42	63,64	170,38	78,92	3630,44
1	1	0	71,38	74,27	28,81	62,04	173,30	77,24	3553,14
1	1	0	71,70	74,34	32,81	63,57	172,12	77,39	3560,09
1	1	0	73,65	76,46	32,13	63,64	149,78	76,92	3538,15
1	1	0	69,82	73,17	20,42	58,76	161,82	76,25	3507,30
1	1	0	70,50	73,91	20,19	62,53	169,21	79,25	3645,39
1	1	0	68,71	72,12	18,55	59,14	158,11	76,19	3504,91
1	1	0	70,67	74,22	18,26	62,53	138,74	78,82	3625,84
1	1	0	69,41	72,58	22,64	63,84	160,12	77,62	3570,35
1	0	1	71,87	75,02	24,53	66,35	203,65	77,57	3568,15
1	0	1	73,78	76,73	29,54	67,92	171,74	79,02	3634,91
1	0	1	73,17	76,43	24,18	59,76	162,12	77,95	3585,72
1	0	1	71,60	74,65	25,75	63,58	183,51	78,40	3606,42
1	0	1	70,22	73,86	15,41	67,04	193,99	78,18	3596,39
1	0	1	71,36	74,70	21,26	66,18	185,68	79,83	3672,12
1	0	1	70,21	73,80	16,32	62,11	184,26	77,10	3546,48
1	0	1	70,54	74,13	16,43	65,48	188,31	77,35	3558,08
1	1	1	72,54	75,86	25,75	66,46	206,95	76,71	3528,60
1	1	1	71,58	74,81	26,06	65,81	178,35	76,83	3534,36
1	1	1	73,79	76,98	28,82	67,16	210,41	78,45	3608,73
1	1	1	73,16	76,22	30,05	62,81	183,82	78,01	3588,66
1	1	1	71,68	75,22	21,70	67,05	198,71	78,56	3613,84
1	1	1	71,41	74,93	21,77	64,00	175,71	78,68	3619,45
1	1	1	71,41	74,89	22,38	62,43	176,71	78,17	3595,76
0,8	0	0	71,24	73,85	32,95	61,94	166,47	76,25	3507,53
0,8	0	0	74,00	76,66	34,92	67,53	146,21	78,62	3616,46
0,8	0	0	69,33	72,38	24,53	59,99	179,36	76,80	3532,98
0,8	0	0	69,88	73,14	22,10	63,60	167,47	77,49	3564,62
0,8	0	0	71,04	74,42	21,50	60,54	161,07	78,69	3619,77
0,8	0	0	72,37	75,37	28,30	66,68	166,04	80,66	3710,59
0,8	0	0	71,19	74,25	26,21	64,66	171,36	78,40	3606,52
0,8	1	0	69,44	72,25	31,43	61,23	165,41	75,65	3479,78
0,8	1	0	65,91	68,64	28,94	59,69	155,87	71,93	3308,55
0,8	1	0	70,78	73,64	32,10	57,99	174,40	76,30	3509,62
0,8	1	0	74,31	76,71	41,68	67,14	184,42	79,88	3674,30
0,8	1	0	69,17	72,38	25,72	65,52	198,48	77,41	3560,68
0,8	1	0	69,00	72,34	23,81	59,09	156,71	76,90	3537,19
0,8	1	0	70,70	73,85	28,09	63,36	180,34	78,37	3605,11
0,8	0	1	71,93	74,54	37,39	66,49	196,19	77,17	3549,89

## Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO II

Nível Cálcio %	Ácido Orgânico	Fitase	Metaboliz. MS %	Metaboliz. MO %	Metaboliz. MM %	Metaboliz PB%	Balanco PB g	Metaboliz. Energia %	EMA MS kcal
0,8	0	1	69,46	72,09	34,70	57,46	170,84	75,70	3482,15
0,8	0	1	71,62	74,53	33,08	60,56	169,73	77,00	3542,06
0,8	0	1	74,58	77,48	36,10	66,10	170,39	78,57	3614,15
0,8	0	1	71,16	74,26	30,12	62,18	172,73	77,81	3579,20
0,8	0	1	71,51	74,53	31,41	64,11	167,24	78,36	3604,59
0,8	0	1	70,25	73,84	22,75	64,28	181,03	77,51	3565,47
0,8	0	1	69,37	72,45	28,56	62,64	161,95	76,14	3502,61
0,8	1	1	71,60	74,54	32,37	54,31	151,12	77,91	3584,00
0,8	1	1	69,18	72,45	25,41	59,12	165,02	75,82	3487,77
0,8	1	1	69,40	72,59	26,79	60,01	157,72	76,72	3529,02
0,8	1	1	71,91	75,30	26,59	62,63	169,96	79,02	3635,01
0,8	1	1	67,53	70,86	23,04	58,86	144,09	75,06	3452,61
0,8	1	1	73,84	76,79	34,46	64,73	160,20	80,58	3706,55
0,8	1	1	71,13	74,35	28,12	62,43	161,44	77,71	3574,77
0,6	0	0	72,61	74,85	41,47	62,80	173,98	76,42	3515,30
0,6	0	0	71,08	73,78	33,48	60,38	152,39	76,10	3500,50
0,6	0	0	72,21	74,98	33,58	63,98	171,92	76,98	3541,30
0,6	0	0	68,86	71,83	27,52	55,13	167,52	75,94	3493,42
0,6	0	0	70,28	73,55	24,79	60,59	143,00	77,56	3567,58
0,6	0	0	69,59	72,47	29,41	62,09	165,47	77,81	3579,14
0,6	0	0	68,20	71,45	22,93	58,05	156,92	76,73	3529,45
0,6	1	0	67,70	70,91	16,21	63,20	176,80	73,09	3362,36
0,6	1	0	71,33	74,54	19,75	60,75	145,19	77,18	3550,49
0,6	1	0	71,72	74,92	20,33	65,94	167,04	77,10	3546,62
0,6	1	0	72,55	75,59	23,61	64,58	156,47	76,58	3522,57
0,6	1	0	65,94	69,32	11,65	56,94	169,54	74,14	3410,33
0,6	1	0	67,90	70,99	18,34	61,37	169,70	76,84	3534,74
0,6	1	0	65,86	69,09	13,95	57,93	170,34	73,98	3403,04
0,6	1	0	71,64	74,81	20,66	63,12	162,77	80,06	3682,56
0,6	0	1	71,86	74,50	32,53	64,71	168,72	77,46	3563,20
0,6	0	1	71,10	74,24	24,39	59,37	190,64	76,94	3539,16
0,6	0	1	71,63	74,51	28,67	59,22	149,94	77,40	3560,40
0,6	0	1	70,27	73,22	26,33	56,29	169,23	75,61	3477,84
0,6	0	1	71,04	74,29	22,48	62,82	176,96	78,13	3593,98
0,6	0	1	71,86	75,36	19,57	64,83	163,08	78,32	3602,94
0,6	0	1	72,01	75,15	25,12	64,55	152,53	79,38	3651,28
0,6	0	1	68,29	71,73	16,86	60,67	161,24	76,95	3539,48
0,6	1	1	73,97	76,90	29,39	69,32	165,49	79,18	3642,45
0,6	1	1	73,65	76,69	27,43	65,86	174,11	79,24	3645,02
0,6	1	1	70,75	74,18	18,69	62,67	197,72	76,61	3523,89
0,6	1	1	69,20	72,62	17,26	56,55	162,44	75,31	3464,48
0,6	1	1	74,27	77,27	28,67	66,88	190,90	78,63	3616,97
0,6	1	1	69,79	72,81	23,83	57,99	148,02	76,24	3506,94
0,6	1	1	70,04	73,10	23,54	64,21	172,92	75,80	3486,76
0,6	1	1	69,42	72,81	17,87	62,37	174,27	77,72	3575,01

## Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO II

Nível Cálcio %	Ácido Orgânico	Fitase	Peso Inicial g	Consumo Ração g	Ganho Peso g	Conversão Alimentar	Peso Tíbia g MS	Cinza Osso g MS	%Cinza Osso MS
1	0	0	770	1326	854	1,553	6,74	2,10	31,10
1	0	0	791	1436	967	1,485	6,15	2,06	33,46
1	0	0	884	1505	988	1,523	6,06	2,01	33,17
1	0	0	966	1431	952	1,503	5,91	2,08	35,09
1	0	0	841	1433	877	1,634	6,28	2,14	34,13
1	0	0	757	1394	944	1,477	6,02	2,05	34,07
1	0	0	865	1340	847	1,583	6,54	2,23	34,08
1	0	0	827	1408	952	1,479	6,55	2,40	36,60
1	1	0	960	1470	893	1,646	7,58	2,54	33,50
1	1	0	868	1425	968	1,472	6,97	2,57	36,90
1	1	0	741	1239	817	1,516	6,18	2,08	33,62
1	1	0	795	1449	923	1,570	5,91	2,09	35,29
1	1	0	892	1424	881	1,616	6,20	2,13	34,42
1	1	0	837	1407	839	1,677	6,51	2,10	32,20
1	1	0	826	1168	678	1,722	6,57	2,03	30,91
1	1	0	777	1320	760	1,737	6,21	2,07	33,32
1	0	1	823	1521	1015	1,499	7,11	2,39	33,62
1	0	1	779	1253	817	1,534	5,87	1,97	33,58
1	0	1	894	1345	809	1,662	6,59	2,31	35,02
1	0	1	959	1431	840	1,703	6,59	2,35	35,67
1	0	1	870	1434	828	1,732	6,21	2,39	38,45
1	0	1	736	1391	894	1,556	6,71	2,10	31,32
1	0	1	837	1471	837	1,757	6,62	2,33	35,18
1	0	1	795	1426	892	1,598	5,81	1,92	33,06
1	1	1	952	1512	941	1,607	6,79	2,21	32,58
1	1	1	823	1316	767	1,716	6,05	1,93	31,88
1	1	1	832	1521	908	1,676	6,41	2,51	39,09
1	1	1	734	1421	879	1,617	5,89	2,03	34,42
1	1	1	896	1571	971	1,618	6,47	2,23	34,45
1	1	1	789	1439	901	1,597	6,18	2,10	33,92
1	1	1	871	1333	774	1,723	6,10	2,10	34,49
1	1	1	796	1375	841	1,634	6,51	2,03	31,22
0,8	0	0	830	1419	883	1,607	5,84	1,93	32,96
0,8	0	0	755	1143	755	1,514	5,28	1,77	33,53
0,8	0	0	872	1579	1005	1,571	6,42	2,40	37,37
0,8	0	0	952	1390	808	1,721	6,45	2,39	37,08
0,8	0	0	898	1405	849	1,654	6,09	2,21	36,35
0,8	0	0	790	1315	896	1,467	6,34	2,11	33,25
0,8	0	0	796	1399	880	1,590	6,45	2,29	35,50
0,8	1	0	790	1367	846	1,616	6,34	1,74	27,41
0,8	1	0	721	1322	777	1,701	5,48	1,78	32,47
0,8	1	0	951	1522	942	1,616	6,25	2,16	34,51
0,8	1	0	902	1390	816	1,704	6,53	2,09	32,03
0,8	1	0	874	1533	1000	1,533	6,41	2,24	34,85
0,8	1	0	802	1342	830	1,617	6,29	2,13	33,88
0,8	1	0	829	1441	797	1,808	6,00	2,10	35,04

## Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO II

Nível Cálcio %	Ácido Orgânico	Fitase	Peso Inicial g	Consumo Ração g	Ganho Peso g	Conversão Alimentar	Peso Tíbia g MS	Cinza Osso g MS	%Cinza Osso MS
0,8	0	1	948	1510	978	1,544	6,83	2,31	33,78
0,8	0	1	855	1521	1003	1,517	5,93	2,10	35,34
0,8	0	1	802	1434	876	1,637	5,88	2,08	35,34
0,8	0	1	817	1319	873	1,511	6,02	2,00	33,16
0,8	0	1	856	1421	966	1,471	6,35	2,13	33,50
0,8	0	1	758	1335	852	1,567	5,92	2,03	34,33
0,8	0	1	919	1441	860	1,676	6,13	2,07	33,70
0,8	0	1	761	1323	787	1,681	6,18	2,05	33,22
0,8	1	1	948	1475	969	1,522	6,39	2,36	36,91
0,8	1	1	747	1480	936	1,581	5,53	1,97	35,53
0,8	1	1	804	1393	837	1,665	6,78	2,27	33,42
0,8	1	1	923	1439	878	1,639	6,52	2,21	33,92
0,8	1	1	761	1298	772	1,681	5,98	1,92	32,06
0,8	1	1	816	1312	780	1,682	6,22	1,97	31,58
0,8	1	1	859	1371	865	1,585	6,42	2,16	33,64
0,6	0	0	756	1470	957	1,536	5,87	2,07	35,33
0,6	0	0	762	1339	880	1,522	5,57	1,83	32,90
0,6	0	0	929	1426	975	1,463	6,35	2,27	35,77
0,6	0	0	946	1612	974	1,656	6,46	2,13	33,06
0,6	0	0	859	1253	783	1,600	6,67	1,90	28,55
0,6	0	0	813	1414	898	1,575	5,84	2,02	34,55
0,6	0	0	804	1435	842	1,704	5,92	2,07	34,92
0,6	0	0	850	1588	914	1,737	6,69	2,20	32,88
0,6	1	0	931	1462	893	1,637	6,43	2,12	32,90
0,6	1	0	727	1249	773	1,615	4,59	1,53	33,37
0,6	1	0	846	1323	844	1,568	5,35	1,99	37,23
0,6	1	0	808	1266	785	1,612	5,59	2,00	35,68
0,6	1	0	946	1555	865	1,798	6,68	2,10	31,52
0,6	1	0	763	1445	836	1,728	6,07	2,10	34,63
0,6	1	0	862	1536	880	1,746	6,08	2,12	34,82
0,6	1	0	812	1347	799	1,686	5,61	1,88	33,50
0,6	0	1	763	1355	787	1,722	5,95	1,94	32,64
0,6	0	1	863	1669	1000	1,669	5,94	2,07	34,89
0,6	0	1	944	1316	851	1,546	6,42	2,02	31,52
0,6	0	1	932	1562	980	1,594	6,99	2,41	34,43
0,6	0	1	843	1464	961	1,523	6,20	2,20	35,52
0,6	0	1	809	1307	801	1,632	5,25	1,69	32,28
0,6	0	1	750	1228	800	1,535	6,26	1,86	29,72
0,6	0	1	812	1381	861	1,604	5,80	2,03	34,95
0,6	1	1	810	1215	795	1,528	6,74	2,04	30,21
0,6	1	1	841	1345	856	1,572	6,35	2,06	32,48
0,6	1	1	943	1606	880	1,824	7,33	2,25	30,69
0,6	1	1	740	1462	801	1,825	5,85	1,84	31,49
0,6	1	1	863	1453	926	1,569	6,27	2,17	34,59
0,6	1	1	809	1299	765	1,698	5,89	2,06	34,94
0,6	1	1	765	1370	866	1,583	5,91	2,04	34,52
0,6	1	1	943	1422	934	1,522	6,46	2,29	35,40



## Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO II

Nível Cálcio %	Ácido Orgânico	Fitase	pH papo	pH duodeno	pH jejuno	pH íleo	pH ceco
1	0	0	5,5	6,1	6,1	6,1	6,3
1	0	0	4,8	7,3	6,5	6,3	7,0
1	0	0	4,8	7,7	6,3	6,2	7,2
1	0	0	4,8	7,2	6,2	6,1	6,5
1	1	0	5,1	7,5	6,3	6,5	6,7
1	1	0	5,1	7,5	6,5	6,4	7,0
1	1	0	5,1	6,5	6,4	6,1	6,7
1	1	0	5,2	7,0	6,4	6,1	6,9
1	0	1	5,1	7,4	6,3	6,2	7,0
1	0	1	.	6,8	6,4	6,3	6,2
1	0	1	5,0	6,8	6,5	6,4	6,6
1	0	1	4,7	7,1	6,4	6,2	6,7
1	1	1	5,0	7,2	6,4	6,2	7,0
1	1	1	.	6,3	6,7	6,4	6,7
1	1	1	5,2	7,5	6,2	6,5	6,5
1	1	1	5,4	7,4	6,5	6,5	6,7
0,8	0	0	5,7	6,7	6,4	6,3	6,7
0,8	0	0	.	7,1	6,4	6,3	6,3
0,8	0	0	.	6,2	6,4	6,2	6,6
0,8	1	0	5,3	6,7	6,4	6,1	6,6
0,8	1	0	5,0	6,9	6,2	6,6	6,2
0,8	1	0	4,9	7,6	6,3	6,3	6,3
0,8	0	1	5,8	7,3	6,2	6,1	6,6
0,8	0	1	4,8	7,3	6,3	6,2	7,0
0,8	0	1	4,9	7,1	6,3	6,1	6,6
0,8	0	1	5,7	.	6,4	6,5	6,5
0,8	1	1	5,0	7,2	6,3	6,4	6,4
0,8	1	1	.	6,3	6,6	6,3	6,9
0,8	1	1	.	6,5	6,1	6,3	6,3
0,6	0	0	5,1	6,2	6,5	6,4	6,6
0,6	0	0	5,3	6,8	6,5	6,5	6,7
0,6	0	0	5,0	7,0	6,2	6,3	6,2
0,6	0	0	4,2	.	6,3	6,3	5,8
0,6	1	0	.	6,9	6,0	6,3	6,2
0,6	1	0	5,0	6,4	5,6	6,2	5,9
0,6	1	0	5,0	6,3	6,1	6,2	6,3
0,6	1	0	4,9	5,9	6,4	6,3	6,4
0,6	0	1	.	6,5	6,4	6,2	6,4
0,6	0	1	5,8	6,7	6,5	6,4	6,6
0,6	0	1	4,8	6,8	6,5	6,2	6,6
0,6	0	1	4,9	6,7	6,4	6,2	6,6
0,6	1	1	4,9	6,5	6,5	6,1	7,5
0,6	1	1	5,3	6,8	6,5	6,5	6,2
0,6	1	1	5,3	6,5	6,2	6,2	6,9
0,6	1	1	5,0	7,1	6,5	6,3	6,8

## Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO II

Nível Cálcio	Ácido % Orgânico	Fitase	Balanço Ca %	Balanço Ca g	Consumo Ca g	Excreção Ca g	Balanço P %	Balanço P g	Consumo P g	Excreção P g
1	0	0	67,65	9,33	13,79	4,46	71,09	6,19	8,71	2,52
1	0	0	53,72	8,02	14,93	6,91	60,46	5,70	9,43	3,73
1	0	0	43,66	6,83	15,65	8,82	50,26	4,97	9,89	4,92
1	0	0	44,42	6,61	14,88	8,27	49,90	4,69	9,40	4,71
1	0	0	48,62	7,25	14,91	7,66	61,99	5,84	9,42	3,58
1	0	0	38,08	5,52	14,50	8,98	54,55	5,00	9,16	4,16
1	0	0	33,72	4,70	13,94	9,24	52,62	4,63	8,81	4,17
1	0	0	42,83	6,27	14,65	8,37	63,48	5,87	9,25	3,38
1	1	0	56,43	8,63	15,29	6,66	64,27	6,21	9,66	3,45
1	1	0	61,81	9,16	14,82	5,66	64,98	6,08	9,36	3,28
1	1	0	54,45	7,01	12,88	5,87	59,39	4,83	8,14	3,31
1	1	0	52,47	7,91	15,07	7,16	56,22	5,35	9,52	4,17
1	1	0	49,57	7,34	14,81	7,47	51,69	4,84	9,36	4,52
1	1	0	50,45	7,38	14,63	7,25	57,26	5,29	9,24	3,95
1	1	0	52,39	6,36	12,14	5,78	59,04	4,53	7,67	3,14
1	1	0	53,15	7,30	13,73	6,43	56,88	4,93	8,67	3,74
1	0	1	58,33	9,23	15,82	6,59	67,53	5,41	8,02	2,60
1	0	1	62,65	8,17	13,04	4,87	67,46	4,46	6,61	2,15
1	0	1	53,02	7,41	13,99	6,57	64,34	4,56	7,09	2,53
1	0	1	51,45	7,66	14,88	7,22	65,89	4,97	7,54	2,57
1	0	1	47,20	7,04	14,92	7,88	64,57	4,88	7,56	2,68
1	0	1	43,43	6,28	14,46	8,18	65,12	4,77	7,33	2,56
1	0	1	35,45	5,42	15,29	9,87	60,56	4,69	7,75	3,06
1	0	1	33,75	5,00	14,83	9,82	60,14	4,52	7,51	2,99
1	1	1	48,30	7,60	15,73	8,13	68,57	5,46	7,97	2,50
1	1	1	51,62	7,06	13,69	6,62	65,86	4,57	6,94	2,37
1	1	1	48,65	7,70	15,82	8,12	65,57	5,26	8,02	2,76
1	1	1	51,42	7,60	14,78	7,18	66,04	4,95	7,49	2,54
1	1	1	44,57	6,67	14,97	8,30	60,36	4,58	7,58	3,01
1	1	1	50,09	6,95	13,87	6,92	59,00	4,15	7,03	2,88
1	1	1	35,69	5,10	14,30	9,19	58,20	4,22	7,24	3,03
0,8	0	0	61,69	7,53	12,20	4,67	62,81	5,86	9,32	3,47
0,8	0	0	62,68	6,16	9,83	3,67	62,60	4,70	7,51	2,81
0,8	0	0	57,90	7,86	13,58	5,72	51,83	5,38	10,37	5,00
0,8	0	0	57,51	6,88	11,96	5,08	56,60	5,17	9,13	3,96
0,8	0	0	51,30	6,20	12,08	5,88	50,55	4,67	9,23	4,56
0,8	0	0	59,51	6,73	11,31	4,58	64,53	5,57	8,64	3,06
0,8	0	0	49,31	5,93	12,03	6,10	59,04	5,43	9,19	3,77
0,8	1	0	58,38	6,87	11,76	4,89	57,13	5,13	8,98	3,85
0,8	1	0	55,55	6,31	11,37	5,05	55,86	4,85	8,68	3,83
0,8	1	0	58,13	7,61	13,09	5,48	62,73	6,27	10,00	3,73
0,8	1	0	63,46	7,59	11,96	4,37	62,68	5,73	9,13	3,41
0,8	1	0	53,72	7,08	13,19	6,10	55,74	5,62	10,07	4,46
0,8	1	0	46,27	5,34	11,55	6,20	57,02	5,03	8,82	3,79
0,8	1	0	45,09	5,59	12,39	6,80	56,71	5,37	9,47	4,10

## Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO II

Nível Cálcio	Ácido % Orgânico	Fitase	Balanço Ca %	Balanço Ca g	Consumo Ca g	Excreção Ca g	Balanço P %	Balanço P g	Consumo P g	Excreção P g
0,8	0	1	64,88	8,42	12,99	4,56	71,86	5,72	7,96	2,24
0,8	0	1	58,95	7,71	13,08	5,37	66,79	5,35	8,02	2,66
0,8	0	1	57,94	7,15	12,33	5,19	66,73	5,04	7,56	2,51
0,8	0	1	61,56	6,98	11,34	4,36	68,63	4,77	6,95	2,18
0,8	0	1	56,88	6,95	12,22	5,27	63,02	4,72	7,49	2,77
0,8	0	1	56,91	6,53	11,48	4,95	64,58	4,54	7,03	2,49
0,8	0	1	36,80	4,56	12,39	7,83	61,78	4,69	7,59	2,90
0,8	0	1	48,76	5,55	11,38	5,83	65,44	4,56	6,97	2,41
0,8	1	1	59,42	7,54	12,69	5,15	74,53	5,79	7,77	1,98
0,8	1	1	55,70	7,09	12,72	5,64	62,49	4,87	7,80	2,92
0,8	1	1	54,71	6,55	11,98	5,43	60,62	4,45	7,34	2,89
0,8	1	1	56,00	6,93	12,37	5,44	59,68	4,52	7,58	3,06
0,8	1	1	39,64	4,42	11,16	6,74	59,91	4,10	6,84	2,74
0,8	1	1	48,92	5,52	11,28	5,76	66,47	4,60	6,91	2,32
0,8	1	1	47,50	5,60	11,79	6,19	63,65	4,60	7,22	2,63
0,6	0	0	71,10	6,48	9,11	2,63	63,93	6,17	9,66	3,48
0,6	0	0	63,56	5,28	8,30	3,03	57,35	5,05	8,80	3,75
0,6	0	0	64,28	5,68	8,84	3,16	58,29	5,46	9,37	3,91
0,6	0	0	56,45	5,64	10,00	4,35	55,77	5,91	10,59	4,69
0,6	0	0	54,84	4,26	7,77	3,51	52,37	4,31	8,23	3,92
0,6	0	0	63,16	5,54	8,77	3,23	56,33	5,23	9,29	4,06
0,6	0	0	45,07	4,01	8,89	4,89	52,67	4,96	9,43	4,46
0,6	1	0	58,07	5,26	9,06	3,80	58,08	5,58	9,60	4,03
0,6	1	0	59,52	4,61	7,74	3,13	54,41	4,46	8,20	3,74
0,6	1	0	62,07	5,09	8,20	3,11	62,96	5,47	8,69	3,22
0,6	1	0	59,81	4,69	7,85	3,15	59,12	4,92	8,32	3,40
0,6	1	0	44,04	4,25	9,64	5,40	53,38	5,45	10,22	4,76
0,6	1	0	50,47	4,52	8,96	4,44	55,53	5,27	9,49	4,22
0,6	1	0	47,86	4,56	9,52	4,97	55,67	5,62	10,09	4,47
0,6	1	0	47,85	4,00	8,35	4,36	56,88	5,03	8,85	3,82
0,6	0	1	70,32	5,91	8,40	2,49	71,75	5,12	7,14	2,02
0,6	0	1	58,21	6,02	10,35	4,32	60,25	5,30	8,80	3,50
0,6	0	1	62,50	5,10	8,16	3,06	69,17	4,80	6,94	2,14
0,6	0	1	65,03	6,30	9,69	3,39	66,64	5,49	8,23	2,75
0,6	0	1	63,81	5,79	9,08	3,28	62,04	4,79	7,71	2,93
0,6	0	1	42,30	3,43	8,11	4,68	56,57	3,90	6,89	2,99
0,6	0	1	61,77	4,70	7,61	2,91	63,92	4,14	6,47	2,34
0,6	0	1	49,39	4,23	8,56	4,33	59,74	4,35	7,28	2,93
0,6	1	1	64,29	4,84	7,53	2,69	69,93	4,48	6,40	1,93
0,6	1	1	68,66	5,73	8,34	2,61	72,71	5,15	7,09	1,93
0,6	1	1	53,17	5,29	9,95	4,66	59,07	5,00	8,46	3,46
0,6	1	1	54,01	4,89	9,06	4,17	58,73	4,52	7,70	3,18
0,6	1	1	62,13	5,60	9,01	3,41	68,04	5,21	7,66	2,45
0,6	1	1	64,52	5,20	8,05	2,86	60,46	4,14	6,85	2,71
0,6	1	1	64,19	5,45	8,50	3,04	63,49	4,59	7,22	2,64
0,6	1	1	54,29	4,79	8,82	4,03	64,69	4,85	7,49	2,65

## APÊNDICE B – Observações experimentais – CAPÍTULO III

Nível Cálcio %	Fonte Cálcio	Bicarbonato de Sódio	Peso Inicial g	Consumo Ração g	Ganho Peso g	Conversão Alimentar	Peso Tíbia g MS	Cinza Osso g MS	%Cinza Osso
0,4	sem	sem	1186	829	352	2,355	5,04	1,58	31,34
0,4	sem	sem	1267	1188	637	1,865	6,92	2,22	32,12
0,4	sem	sem	1464	1123	453	2,479	6,72	2,72	40,49
0,4	sem	sem	1139	1272	804	1,582	6,74	2,45	36,39
0,4	sem	sem	1167	1042	529	1,970	5,81	2,01	34,57
0,4	sem	com	1043	1259	885	1,423	6,20	2,25	36,25
0,4	sem	com	1111	1387	977	1,420	7,27	2,56	35,25
0,4	sem	com	1268	1321	764	1,729	7,51	2,76	36,81
0,4	sem	com	1455	1226	712	1,722	6,87	2,42	35,19
0,4	sem	com	1167	968	509	1,902	5,40	2,06	38,23
0,4	sem	com	1141	1237	893	1,385	6,66	2,22	33,27
0,7	carbonato	sem	1043	1322	817	1,618	6,64	2,16	32,59
0,7	carbonato	sem	1143	1270	849	1,496	7,25	2,90	40,01
0,7	carbonato	sem	1105	1342	831	1,615	7,83	2,74	34,98
0,7	carbonato	sem	1273	1422	906	1,570	8,09	3,20	39,56
0,7	carbonato	sem	1260	1045	367	2,847	6,40	2,64	41,30
0,7	carbonato	sem	1424	1310	863	1,518	8,05	3,07	38,12
0,7	sulfato	sem	1162	1260	819	1,538	7,67	2,36	30,80
0,7	sulfato	sem	1104	1411	919	1,535	7,21	2,49	34,56
0,7	sulfato	sem	1206	1386	951	1,457	7,05	2,56	36,27
0,7	sulfato	sem	1274	1460	1000	1,460	7,18	2,73	38,04
0,7	carbonato	com	1097	1115	671	1,662	6,48	2,38	36,66
0,7	carbonato	com	1052	1277	899	1,420	6,42	2,43	37,90
0,7	carbonato	com	1156	1280	778	1,645	6,78	2,35	34,62
0,7	carbonato	com	1276	1404	997	1,408	9,10	3,32	36,52
0,7	carbonato	com	1255	1372	872	1,573	6,22	2,82	45,36

## Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO III

Nível Cálcio %	Fonte Cálcio	Bicarbonato de Sódio	Peso Inicial g	Consumo Ração g	Ganho Peso g	Conversão Alimentar	Peso Tíbia g MS	Cinza Osso g MS	%Cinza Osso
0,7	carbonato	com	1391	1163	437	2,661	7,50	2,64	35,14
0,7	carbonato	com	1154	1196	641	1,866	6,19	2,38	38,51
0,7	carbonato	com	1191	1287	870	1,479	6,93	2,64	38,06
0,7	sulfato	com	1059	1331	869	1,532	6,80	2,43	35,79
0,7	sulfato	com	1093	1244	608	2,046	6,42	2,40	37,34
0,7	sulfato	com	1186	1312	838	1,566	7,57	2,70	35,61
0,7	sulfato	com	1116	905	411	2,202	5,73	2,13	37,17
0,7	sulfato	com	1209	1300	898	1,448	6,90	2,74	39,65
1,0	carbonato	sem	1197	1401	956	1,465	7,73	2,88	37,29
1,0	carbonato	sem	1120	1181	830	1,423	7,11	2,63	37,00
1,0	carbonato	sem	1301	1007	423	2,381	6,42	2,21	34,35
1,0	carbonato	sem	1370	1346	815	1,652	7,79	2,87	36,86
1,0	sulfato	sem	1232	1376	884	1,557	7,81	2,87	36,68
1,0	sulfato	sem	1124	1202	632	1,902	7,59	2,79	36,83
1,0	carbonato	com	1086	1369	890	1,538	7,36	2,73	37,10
1,0	carbonato	com	1069	1009	413	2,443	5,52	2,16	39,16
1,0	carbonato	com	1127	1289	787	1,638	7,89	2,97	37,67
1,0	carbonato	com	1304	1237	638	1,939	6,39	2,46	38,48
1,0	carbonato	com	1174	1326	858	1,545	6,91	2,72	39,32
1,0	sulfato	com	1085	1238	827	1,497	6,61	2,64	39,89
1,0	sulfato	com	1075	1219	844	1,444	6,60	2,16	32,66
1,0	sulfato	com	1229	1275	855	1,491	8,06	2,95	36,65
1,0	sulfato	com	1227	1264	712	1,775	6,56	2,47	37,68
1,0	sulfato	com	1316	1609	981	1,640	8,50	2,95	34,73
1,0	sulfato	com	1311	1334	857	1,557	8,47	3,09	36,43
1,0	sulfato	com	1135	1431	951	1,505	8,18	3,21	39,27

## Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO III

Nível Cálcio %	Fonte Cálcio	Bicarbonato de Sódio	Metaboliz. MS %	Metaboliz. MO %	Metaboliz. MM %	pH papo	pH duodeno	pH jejuno	pH íleo	pH ceco
0,4	sem	sem	68,27	72,46	8,51	5,2	6,1	7,0	7,9	6,3
0,4	sem	sem	67,92	72,83	9,81	4,8	6,0	7,3	7,8	6,3
0,4	sem	sem	.	.	.	.	6,0	6,4	7,6	6,8
0,4	sem	sem	73,91	78,43	20,57	5,9	6,0	6,7	7,3	6,1
0,4	sem	sem	65,44	71,46	2,09	4,3	6,0	6,4	6,6	5,6
0,4	sem	com	73,82	78,29	11,08	6,2	6,1	6,7	7,3	6,4
0,4	sem	com	71,28	77,05	14,77	5,0	5,9	6,7	6,2	5,9
0,4	sem	com	73,98	77,78	12,84	6,1	6,1	6,8	7,6	6,0
0,4	sem	com	.	.	.	5,0	5,9	7,0	7,6	5,4
0,4	sem	com	71,86	76,57	12,20	4,3	5,4	6,0	6,6	6,2
0,4	sem	com	73,37	77,47	18,69	.	5,8	5,7	6,5	6,3
0,7	carbonato	sem	71,24	75,56	20,12	5,8	6,1	6,5	7,5	5,7
0,7	carbonato	sem	70,72	75,31	17,95	5,4	5,9	7,3	7,6	5,8
0,7	carbonato	sem	72,55	77,16	15,53	.	6,0	6,7	7,7	6,0
0,7	carbonato	sem	72,48	77,20	25,24	.	5,9	6,7	7,2	5,6
0,7	carbonato	sem	70,20	72,21	10,28	.	6,1	7,6	6,2	6,1
0,7	carbonato	sem	69,49	74,97	6,53	4,7	5,5	5,4	5,5	6,6
0,7	sulfato	sem	71,82	76,43	20,04	4,6	5,5	6,1	6,7	6,1
0,7	sulfato	sem	71,13	77,03	19,08	4,9	6,1	6,6	7,2	5,7
0,7	sulfato	sem	72,38	76,82	15,49	4,7	6,0	7,0	7,6	5,6
0,7	sulfato	sem	71,24	76,87	18,40	4,8	6,0	7,4	7,4	6,0
0,7	carbonato	com	72,49	75,78	12,98	6,3	6,1	7,3	7,6	7,1
0,7	carbonato	com	75,14	78,54	22,76	5,8	6,0	6,5	7,3	6,1
0,7	carbonato	com	70,28	75,75	4,41	.	5,9	6,9	6,6	6,0
0,7	carbonato	com	72,21	77,14	17,35	5,2	6,1	7,3	7,6	5,9
0,7	carbonato	com	71,96	77,07	15,48	.	5,1	7,6	7,5	5,7

## Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO III

Nível Cálcio %	Fonte Cálcio	Bicarbonato de Sódio	Metaboliz. MS %	Metaboliz. MO %	Metaboliz. MM %	pH papo	pH duodeno	pH jejuno	pH íleo	pH ceco
0,7	carbonato	com	.	.	.	5,8	6,0	7,1	7,5	6,7
0,7	carbonato	com	71,76	75,06	7,79	.	6,0	6,5	6,5	5,8
0,7	carbonato	com	73,27	77,20	17,62	5,4	5,8	7,2	7,1	6,4
0,7	sulfato	com	71,58	76,25	16,72	6,0	6,1	6,9	7,0	6,2
0,7	sulfato	com	.	.	.	.	6,6	6,5	7,3	7,1
0,7	sulfato	com	69,89	75,29	15,82	.	6,0	6,4	7,2	5,4
0,7	sulfato	com	72,02	74,66	14,28	.	6,2	6,2	7,0	6,0
0,7	sulfato	com	72,31	77,16	17,87	6,1	6,0	6,5	6,9	5,8
1,0	carbonato	sem	72,93	77,69	27,11	.	5,9	7,1	7,9	6,3
1,0	carbonato	sem	69,64	74,30	18,23	4,9	6,1	7,4	7,3	6,1
1,0	carbonato	sem	70,74	75,32	12,51	6,2	5,9	7,5	7,8	6,4
1,0	carbonato	sem	72,96	78,33	21,05	5,0	6,0	6,8	7,8	6,3
1,0	sulfato	sem	73,18	77,36	20,31	4,5	5,9	7,3	7,6	6,4
1,0	sulfato	sem	72,04	75,63	15,73	.	6,5	7,5	7,3	6,6
1,0	carbonato	com	73,61	78,18	24,42	5,9	5,9	6,2	7,1	6,0
1,0	carbonato	com	.	.	.	.	6,6	7,0	7,7	7,7
1,0	carbonato	com	71,30	76,28	19,61	5,9	6,0	6,8	8,0	5,9
1,0	carbonato	com	.	.	.	6,2	6,2	7,5	7,8	6,8
1,0	carbonato	com	73,64	77,17	30,40	5,0	5,9	7,2	7,2	6,5
1,0	sulfato	com	73,55	77,23	18,00	7,0	6,0	7,1	7,1	6,3
1,0	sulfato	com	72,00	77,27	11,96	4,8	6,0	7,3	7,8	6,0
1,0	sulfato	com	70,54	75,19	13,80	5,1	6,1	7,0	7,3	6,6
1,0	sulfato	com	69,90	75,24	8,37	4,6	5,8	7,1	7,3	5,7
1,0	sulfato	com	67,93	76,35	11,10	5,2	6,0	5,8	6,4	6,1
1,0	sulfato	com	72,80	77,00	22,12	4,7	6,1	6,9	7,6	5,8
1,0	sulfato	com	72,35	77,20	24,37	.	6,2	7,7	7,4	6,1

## APÊNDICE C– Observações experimentais – CAPÍTULO IV

Nível Cálcio %	Ácido Orgânico	Fitase	Peso Inicial g	Consumo Ração g/d	Conv Alim Kg/dz	Conv Alim Kg/kg	Prod Ovos %	Peso Méd. Ovo g	% Casca Méd. ovo
3,8	sem	sem	2020	122,7	1,47	1,75	93,1	70,26	9,80
3,8	sem	sem	1458	130,6	2,44	3,34	62,1	60,80	9,86
3,8	sem	sem	1952	128,1	1,59	1,78	89,7	74,73	9,69
3,8	sem	sem	2076	123,0	1,38	1,67	100,0	68,66	9,56
3,8	sem	sem	1696	122,5	1,52	3,02	89,7	42,14	11,66
3,8	sem	sem	1597	121,4	1,36	1,60	100,0	70,71	8,94
3,8	sem	sem	1638	111,2	1,25	1,63	100,0	63,54	9,92
3,8	sem	sem	1835	118,4	1,33	1,73	100,0	64,05	9,68
3,8	com	sem	2006	105,4	1,18	1,55	100,0	63,31	9,78
3,8	com	sem	1616	137,0	1,64	2,32	93,1	59,07	10,05
3,8	com	sem	1885	115,0	1,29	1,64	100,0	65,33	8,92
3,8	com	sem	1629	119,0	1,67	2,07	82,8	67,15	10,56
3,8	com	sem	1958	136,8	1,64	2,05	93,1	66,66	10,09
3,8	com	sem	1519	81,0	1,60	2,10	55,2	63,42	10,26
3,8	com	sem	1819	123,9	1,44	1,71	96,6	70,16	10,26
3,8	com	sem	1844	114,1	1,37	1,77	93,1	64,66	10,57
3,8	sem	com	1972	118,0	1,37	1,78	96,6	64,09	9,36
3,8	sem	com	1638	131,8	1,64	2,38	89,7	57,49	9,62
3,8	sem	com	1639	133,1	3,73	8,20	37,9	37,90	11,24
3,8	sem	com	1903	108,7	1,22	1,57	100,0	64,74	9,54
3,8	sem	com	1953	124,0	1,39	1,71	100,0	67,73	10,24
3,8	sem	com	1919	133,2	1,49	1,95	100,0	63,58	10,14
3,8	sem	com	1550	105,0	1,18	1,58	100,0	62,14	9,34
3,8	sem	com	1891	75,6	2,12	2,87	37,9	61,52	9,32
3,8	com	com	1959	104,1	1,17	1,52	100,0	63,78	9,42
3,8	com	com	1728	112,3	1,26	1,64	100,0	64,06	9,78
3,8	com	com	1791	119,1	1,38	1,63	96,6	70,47	9,92
3,8	com	com	1866	112,9	1,26	1,45	100,0	72,49	8,33
3,8	com	com	1938	126,0	1,41	1,64	100,0	71,69	9,89
3,8	com	com	1573	122,1	1,37	1,55	100,0	73,65	9,26
3,8	com	com	1708	59,3	1,33	1,76	48,3	62,82	10,42
3,8	com	com	1892	121,2	1,40	1,69	96,6	69,09	9,98
3,3	sem	sem	1751	115,1	1,33	1,68	96,6	66,36	9,56
3,3	sem	sem	1956	85,0	0,95	1,10	100,0	71,87	9,19
3,3	sem	sem	1770	111,3	1,25	1,75	100,0	59,37	10,50
3,3	sem	sem	1411	121,7	2,56	2,97	55,2	71,80	9,43
3,3	sem	sem	1992	113,6	1,27	1,63	100,0	65,02	9,58
3,3	sem	sem	1920	115,3	1,29	1,72	100,0	62,61	9,61
3,3	sem	sem	1789	113,5	1,36	1,81	93,1	62,61	9,99
3,3	sem	sem	1830	123,4	1,48	1,83	93,1	67,32	9,99
3,3	com	sem	1883	125,4	1,40	1,77	100,0	66,18	9,67
3,3	com	sem	1771	98,8	1,11	1,47	100,0	62,69	10,01
3,3	com	sem	1681	117,8	1,36	1,67	96,6	68,11	8,66
3,3	com	sem	2043	132,9	1,49	1,82	100,0	68,00	9,57
3,3	com	sem	1604	111,4	1,29	1,68	96,6	64,16	10,11
3,3	com	sem	1878	121,1	1,40	1,78	96,6	65,59	10,27
3,3	com	sem	1667	108,0	1,21	1,55	100,0	65,07	9,55
3,3	com	sem	1712	127,3	1,43	1,85	100,0	64,14	10,26



## Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO IV

Nível Cálcio %	Ácido Orgânico	Fitase	Peso Inicial g	Consumo Ração g/d	Conv Alim Kg/dz	Conv Alim Kg/kg	Prod Ovos %	Peso Méd. Ovo g	% Casca Méd. ovo
3,3	sem	com	1905	114,7	1,33	1,87	96,6	59,07	9,79
3,3	sem	com	1781	102,0	1,14	1,34	100,0	71,13	9,77
3,3	sem	com	1645	120,1	1,34	1,77	100,0	63,24	10,24
3,3	sem	com	1815	114,4	1,42	1,62	89,7	73,43	9,36
3,3	sem	com	1824	84,9	1,06	1,35	89,7	65,14	8,60
3,3	sem	com	1612	95,4	2,00	2,27	51,7	73,64	8,05
3,3	sem	com	1697	116,7	1,35	1,72	96,6	65,67	10,06
3,3	sem	com	2062	122,8	1,47	1,87	93,1	65,52	9,09
3,3	com	com	1871	74,0	0,83	1,06	100,0	65,33	8,93
3,3	com	com	2021	100,7	1,13	1,38	100,0	68,21	8,98
3,3	com	com	1783	113,6	1,27	1,67	100,0	63,54	9,66
3,3	com	com	1660	116,6	1,26	1,69	103,4	62,24	9,41
3,3	com	com	1790	120,4	1,50	1,84	89,7	68,05	9,97
3,3	com	com	1906	115,8	1,34	1,80	96,6	62,21	10,26
3,3	com	com	1620	104,5	1,21	1,67	96,6	60,34	10,05
3,3	com	com	1721	119,9	1,34	1,60	100,0	70,07	9,16
2,8	sem	sem	1821	120,8	1,35	1,80	100,0	62,50	9,66
2,8	sem	sem	1794	130,1	1,62	1,98	89,7	68,24	10,18
2,8	sem	sem	2015	120,6	1,35	1,59	100,0	70,62	9,32
2,8	sem	sem	1699	120,1	1,39	1,78	96,6	65,16	7,17
2,8	sem	sem	1725	109,7	1,42	2,07	86,2	57,22	10,09
2,8	sem	sem	1914	109,9	1,37	1,69	89,7	67,42	9,44
2,8	sem	sem	1765	116,2	1,30	1,80	100,0	60,16	9,64
2,8	sem	sem	1683	109,2	1,22	1,69	100,0	60,17	9,71
2,8	com	sem	1720	128,9	1,49	1,84	96,6	67,80	9,79
2,8	com	sem	1800	123,0	1,53	1,94	93,1	65,80	9,97
2,8	com	sem	1832	127,2	1,58	2,10	89,7	62,90	10,34
2,8	com	sem	1702	129,1	1,40	1,80	103,4	64,88	9,61
2,8	com	sem	1980	128,4	1,54	1,93	93,1	66,57	8,49
2,8	com	sem	1723	107,5	1,20	1,44	100,0	69,56	8,52
2,8	com	sem	1675	123,2	1,38	1,74	100,0	65,98	9,44
2,8	com	sem	1825	95,8	1,29	1,59	82,8	67,65	9,77
2,8	sem	com	1758	97,3	1,09	1,45	100,0	62,62	9,16
2,8	sem	com	1865	128,0	1,43	1,67	100,0	71,54	8,45
2,8	sem	com	1788	115,9	1,30	1,63	100,0	66,53	9,52
2,8	sem	com	1663	110,2	1,42	1,80	86,2	65,88	9,59
2,8	sem	com	1642	117,2	1,36	1,94	96,6	58,24	10,97
2,8	sem	com	1920	104,3	1,21	1,74	96,6	57,73	10,19
2,8	sem	com	2061	128,4	1,44	1,70	100,0	70,53	9,10
2,8	sem	com	1675	115,5	1,39	1,59	93,1	72,64	9,52
2,8	com	com	1672	123,0	1,38	1,70	100,0	67,44	9,00
2,8	com	com	1756	119,2	1,34	1,63	100,0	68,39	10,09
2,8	com	com	1944	117,9	1,37	1,69	100,0	67,48	9,76
2,8	com	com	1834	127,0	1,52	2,05	93,1	62,04	11,08
2,8	com	com	1644	117,0	1,40	1,80	93,1	64,84	10,50
2,8	com	com	1656	110,0	1,32	1,79	93,1	61,47	8,02
2,8	com	com	2053	132,7	1,49	1,96	100,0	63,24	10,48
2,8	com	com	1833	110,5	1,24	1,62	100,0	63,53	9,61

## Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO IV

Nível Cálcio %	Ácido Orgânico	Fitase	Metaboliz. MS %	Metaboliz. MO %	Metaboliz. MM %	Metaboliz. PB%	Balanco PB g	Metaboliz. Energia %	EMA MS kcal
3,8	sem	sem	71,78	77,25	38,75	42,81	219,88	79,32	3266
3,8	sem	sem	70,13	75,91	35,25	41,91	138,32	77,72	3200
3,8	sem	sem	71,91	76,69	43,06	47,38	259,94	79,26	3263
3,8	sem	sem	74,20	79,40	42,74	51,64	296,90	81,10	3339
3,8	sem	sem	69,74	75,60	34,32	41,49	180,13	76,95	3168
3,8	sem	sem	71,42	76,47	40,87	45,93	241,80	79,06	3255
3,8	sem	sem	72,16	76,95	43,22	36,96	171,57	79,25	3263
3,8	sem	sem	73,05	77,79	44,46	44,11	225,70	78,78	3243
3,8	com	sem	72,98	77,97	43,30	48,73	229,05	80,57	3389
3,8	com	sem	68,17	73,36	37,35	45,60	242,51	75,60	3180
3,8	com	sem	72,34	78,19	37,55	42,54	191,11	81,35	3421
3,8	com	sem	73,12	78,42	41,62	27,86	105,69	81,15	3413
3,8	com	sem	74,40	79,43	44,52	41,39	227,17	82,00	3449
3,8	com	sem	69,94	75,34	37,83	44,19	241,75	78,30	3293
3,8	com	sem	73,82	78,47	46,16	42,27	236,66	81,27	3418
3,8	com	sem	72,92	78,17	41,72	44,31	238,99	80,22	3374
3,8	sem	com	72,89	78,81	35,89	46,97	238,14	80,69	3387
3,8	sem	com	71,36	77,20	34,86	45,20	258,32	80,30	3370
3,8	sem	com	67,21	75,10	17,87	48,22	273,86	77,99	3273
3,8	sem	com	69,89	75,09	37,38	42,67	211,92	77,48	3252
3,8	sem	com	72,88	77,87	41,72	45,16	265,57	79,62	3342
3,8	sem	com	66,30	73,10	23,82	41,61	183,39	76,03	3191
3,8	sem	com	77,71	82,46	47,99	50,97	232,04	83,75	3515
3,8	sem	com	69,81	77,83	19,66	46,76	271,51	79,02	3317
3,8	com	com	68,95	75,00	33,28	45,93	249,30	77,84	3311
3,8	com	com	72,53	77,89	41,00	43,67	267,04	80,68	3432
3,8	com	com	73,33	77,69	47,61	47,45	249,40	80,26	3414
3,8	com	com	70,40	76,59	33,90	48,32	242,20	79,52	3383
3,8	com	com	72,77	78,01	41,91	48,31	281,69	80,52	3425
3,8	com	com	74,93	79,88	45,79	52,03	280,12	82,21	3497
3,8	com	com	69,99	75,69	36,39	47,69	251,06	78,68	3347
3,8	com	com	74,03	79,65	40,92	47,41	252,47	82,15	3495
3,3	sem	sem	69,29	74,39	38,81	51,58	265,28	77,81	3254
3,3	sem	sem	68,07	72,04	44,32	57,15	297,91	75,07	3140
3,3	sem	sem	69,95	75,55	36,50	44,83	232,43	77,53	3242
3,3	sem	sem	71,62	78,08	33,07	42,85	245,19	80,08	3349
3,3	sem	sem	71,83	77,11	40,31	39,12	232,26	79,85	3339
3,3	sem	sem	72,20	77,41	41,12	52,02	278,93	80,63	3372
3,3	sem	sem	71,90	77,13	40,65	42,04	249,90	79,57	3327
3,3	sem	sem	71,72	76,25	44,65	46,42	267,54	78,97	3302
3,3	com	sem	71,24	76,04	42,64	40,78	206,03	78,75	3330
3,3	com	sem	72,20	77,94	38,00	50,66	252,49	80,52	3404
3,3	com	sem	70,66	75,73	40,43	45,56	261,71	79,09	3344
3,3	com	sem	73,12	78,07	43,68	37,88	201,73	81,15	3431
3,3	com	sem	73,96	79,35	41,89	50,78	246,86	81,92	3463
3,3	com	sem	73,27	78,12	44,35	42,80	217,47	80,43	3401
3,3	com	sem	73,35	77,84	46,58	49,45	280,83	80,95	3422
3,3	com	sem	74,37	79,20	45,60	44,36	238,11	81,51	3446

## Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO IV

Nível Cálcio %	Ácido Orgânico	Fitase	Metaboliz. MS %	Metaboliz. MO %	Metaboliz. MM %	Metaboliz. PB%	Balanco PB g	Metaboliz. Energia %	EMA MS kcal
3,3	sem	com	72,78	78,06	41,83	43,45	223,92	80,40	3351
3,3	sem	com	75,20	79,18	51,91	47,82	265,18	82,12	3423
3,3	sem	com	76,46	80,66	51,84	40,79	229,88	82,89	3455
3,3	sem	com	68,38	73,23	40,00	45,12	248,33	75,66	3154
3,3	sem	com	67,57	71,95	41,91	45,71	250,54	75,20	3134
3,3	sem	com	69,54	77,94	20,34	49,78	239,42	80,19	3342
3,3	sem	com	72,67	77,95	41,76	56,99	291,77	80,98	3375
3,3	sem	com	73,18	79,15	38,23	53,08	261,18	81,54	3399
3,3	com	com	69,50	75,51	33,20	47,16	253,68	78,03	3248
3,3	com	com	70,07	75,86	35,09	46,64	252,29	97,90	4076
3,3	com	com	73,90	78,85	43,99	43,13	225,69	81,39	3388
3,3	com	com	70,18	75,67	37,00	48,63	254,07	78,27	3258
3,3	com	com	72,78	78,38	38,99	42,14	207,02	80,37	3346
3,3	com	com	71,67	77,30	37,68	48,74	297,51	79,97	3329
3,3	com	com	71,61	76,87	39,86	56,07	305,66	79,47	3308
3,3	com	com	75,13	80,65	41,77	52,44	257,51	82,06	3416
2,8	sem	sem	72,00	76,67	43,42	45,77	247,87	79,85	3319
2,8	sem	sem	73,15	78,20	42,31	44,35	220,00	81,01	3367
2,8	sem	sem	71,66	76,92	39,50	46,98	258,75	80,33	3338
2,8	sem	sem	62,76	68,77	26,05	38,30	227,49	71,32	2964
2,8	sem	sem	72,58	79,32	31,40	45,67	236,07	81,36	3381
2,8	sem	sem	74,64	78,95	48,29	50,50	299,32	81,51	3388
2,8	sem	sem	71,71	76,71	41,14	40,22	152,62	79,89	3320
2,8	sem	sem	72,32	77,07	43,27	39,51	142,78	79,90	3321
2,8	com	sem	73,37	77,67	48,03	48,87	270,21	80,81	3401
2,8	com	sem	72,34	77,35	42,75	46,69	236,37	80,80	3400
2,8	com	sem	74,95	79,25	49,60	63,60	297,97	81,57	3432
2,8	com	sem	70,95	75,98	41,31	41,96	178,90	79,39	3341
2,8	com	sem	70,06	75,99	35,08	55,70	273,92	79,08	3328
2,8	com	sem	69,49	74,79	38,25	30,59	80,93	77,52	3262
2,8	com	sem	71,76	77,50	37,92	45,04	210,21	80,43	3385
2,8	com	sem	74,71	79,31	47,58	45,97	221,50	82,14	3456
2,8	sem	com	68,17	74,75	28,95	59,56	342,17	77,90	3267
2,8	sem	com	68,26	73,55	36,73	51,89	269,79	76,40	3204
2,8	sem	com	71,96	77,33	39,92	44,56	232,45	80,39	3372
2,8	sem	com	74,23	79,39	43,48	52,83	272,94	82,10	3443
2,8	sem	com	77,77	81,39	56,18	42,55	234,18	83,85	3517
2,8	sem	com	70,93	76,25	39,26	45,26	223,39	79,39	3330
2,8	sem	com	75,95	80,55	48,49	45,41	211,97	83,05	3483
2,8	sem	com	73,94	78,61	46,07	45,91	224,33	80,97	3396
2,8	com	com	73,85	78,37	47,14	34,79	117,26	81,29	3410
2,8	com	com	74,50	78,62	50,21	49,21	279,58	81,57	3422
2,8	com	com	72,29	77,73	40,20	48,32	265,24	80,78	3389
2,8	com	com	70,84	76,82	35,54	49,57	261,83	80,07	3359
2,8	com	com	73,00	78,23	42,12	52,81	226,25	81,41	3415
2,8	com	com	66,11	72,46	28,65	48,52	247,03	75,96	3186
2,8	com	com	74,11	79,10	44,71	49,81	269,55	81,62	3424
2,8	com	com	71,92	77,75	37,53	52,08	278,96	80,49	3377

## Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO IV

Nível Cálcio	Ácido % Orgânico	Fitase	Balanço Ca %	Balanço Ca g	Consumo Ca g	Excreção Ca g	Balanço P %	Balanço P g	Consumo P g	Excreção P g
3,8	sem	sem	54,70	67,02	122,51	55,49	22,21	4,35	19,57	15,22
3,8	sem	sem	60,30	78,91	130,87	51,96	31,93	6,67	20,90	14,23
3,8	sem	sem	56,04	76,84	137,13	60,29	36,14	7,92	21,90	13,99
3,8	sem	sem	58,05	74,99	129,17	54,18	35,81	7,39	20,63	13,24
3,8	sem	sem	59,46	70,34	118,31	47,97	30,74	5,81	18,90	13,09
3,8	sem	sem	63,43	79,91	125,99	46,08	45,92	9,24	20,12	10,88
3,8	com	sem	55,43	69,60	125,55	55,96	36,12	7,24	20,06	12,81
3,8	com	sem	54,75	60,62	110,72	50,10	32,48	5,74	17,69	11,94
3,8	com	sem	51,35	62,67	122,04	59,37	31,26	6,09	19,49	13,40
3,8	com	sem	53,36	59,82	112,10	52,28	23,50	4,21	17,91	13,70
3,8	com	sem	60,10	87,50	145,58	58,09	32,10	7,46	23,26	15,79
3,8	com	sem	61,42	81,00	131,88	50,88	35,07	7,39	21,07	13,68
3,8	com	sem	56,07	68,10	121,44	53,34	34,96	6,78	19,40	12,62
3,8	sem	com	52,60	66,73	126,86	60,14	38,60	6,15	15,92	9,78
3,8	sem	com	53,10	56,90	107,16	50,25	36,30	4,88	13,45	8,57
3,8	sem	com	53,31	69,78	130,91	61,12	28,77	4,73	16,43	11,70
3,8	sem	com	55,88	72,93	130,51	57,58	41,70	6,83	16,38	9,55
3,8	sem	com	46,12	65,35	141,69	76,34	32,66	5,81	17,79	11,98
3,8	sem	com	65,71	73,44	111,76	38,32	44,92	6,30	14,03	7,73
3,8	com	com	47,04	62,78	133,45	70,67	38,39	6,43	16,75	10,32
3,8	com	com	53,96	69,38	128,56	59,19	31,92	5,15	16,14	10,99
3,8	com	com	62,11	75,05	120,83	45,78	33,64	5,10	15,17	10,07
3,8	com	com	42,72	58,19	136,23	78,04	37,20	6,36	17,10	10,74
3,8	com	com	60,20	81,49	135,36	53,87	40,73	6,92	16,99	10,07
3,8	com	com	61,67	80,13	129,92	49,79	38,73	6,32	16,31	9,99
3,8	com	com	61,17	78,91	128,99	50,08	28,78	4,66	16,19	11,53
3,3	sem	sem	46,66	48,00	102,87	54,87	30,89	5,84	18,92	13,08
3,3	sem	sem	58,93	71,78	121,82	50,03	34,23	7,67	22,41	14,74
3,3	sem	sem	56,04	51,16	91,28	40,13	27,06	4,54	16,79	12,25
3,3	sem	sem	53,14	63,90	120,26	56,35	34,96	7,73	22,12	14,39
3,3	sem	sem	60,54	68,07	112,43	44,36	36,49	7,55	20,68	13,13
3,3	sem	sem	60,57	63,52	104,86	41,34	36,14	6,97	19,29	12,32
3,3	sem	sem	63,96	72,91	113,99	41,08	36,49	7,65	20,97	13,32
3,3	com	sem	59,82	75,72	126,58	50,86	34,42	8,01	23,28	15,27
3,3	com	sem	57,60	62,68	108,82	46,14	36,77	7,36	20,02	12,66
3,3	com	sem	57,45	59,61	103,76	44,15	25,36	4,84	19,09	14,25
3,3	com	sem	56,34	68,01	120,71	52,70	36,04	8,00	22,20	14,20
3,3	com	sem	58,23	64,90	111,44	46,54	34,00	6,97	20,50	13,53
3,3	com	sem	61,65	67,19	108,99	41,79	43,92	8,80	20,05	11,24
3,3	com	sem	66,70	66,53	99,75	33,21	32,22	5,91	18,35	12,44
3,3	com	sem	65,38	76,90	117,61	40,72	34,00	7,36	21,63	14,28
3,3	sem	com	54,99	60,52	110,06	49,54	35,83	5,70	15,91	10,21
3,3	sem	com	69,87	74,26	106,29	32,02	33,91	5,21	15,36	10,15
3,3	sem	com	67,81	73,06	107,74	34,68	34,20	5,33	15,57	10,25
3,8	sem	sem	54,70	67,02	107,13	44,13	22,21	4,35	15,49	10,19

## Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO IV

Nível Cálcio	Ácido % Orgânico	Fitase	Balanço Ca %	Balanço Ca g	Consumo Ca g	Excreção Ca g	Balanço P %	Balanço P g	Consumo P g	Excreção P g
3,3	sem	com	58,81	63,01	78,41	25,58	34,19	5,29	11,33	8,00
3,3	sem	com	67,38	52,84	107,82	36,02	29,40	3,33	15,58	10,43
3,3	sem	com	66,59	71,80	113,43	45,80	33,10	5,16	16,40	10,29
3,3	sem	com	59,62	67,63	118,40	75,26	37,26	6,11	17,11	11,26
3,3	com	com	36,44	43,14	122,83	57,28	34,19	5,85	17,75	11,91
3,3	com	com	53,37	65,55	110,94	40,74	32,91	5,84	16,04	9,97
3,3	com	com	63,27	70,20	123,01	59,31	37,81	6,06	17,78	11,29
3,3	com	com	51,79	63,71	119,26	45,44	36,52	6,49	17,24	10,89
3,3	com	com	61,90	73,82	106,95	44,22	36,85	6,35	15,46	9,63
3,3	com	com	58,65	62,73	96,58	36,54	37,69	5,83	13,96	8,67
3,3	com	com	62,16	60,03	110,82	41,68	37,86	5,29	16,02	10,09
3,3	com	com	62,39	69,15	88,52	26,48	37,01	5,93	19,19	12,73
2,8	sem	sem	70,09	62,04	87,32	30,43	33,68	6,46	18,93	13,77
2,8	sem	sem	65,15	56,89	100,64	35,50	27,24	5,16	21,82	15,06
2,8	sem	sem	64,73	65,14	93,30	54,60	30,97	6,76	20,23	14,37
2,8	sem	sem	41,48	38,70	86,03	44,31	28,96	5,86	18,65	12,51
2,8	sem	sem	48,50	41,73	86,17	22,59	32,93	6,14	18,68	10,09
2,8	sem	sem	73,78	63,57	91,10	30,08	45,98	8,59	19,75	12,30
2,8	sem	sem	66,98	61,02	85,61	24,59	37,74	7,45	18,56	11,52
2,8	sem	sem	71,27	61,02	85,25	25,81	37,93	7,04	18,48	11,42
2,8	com	sem	69,72	59,44	89,09	31,41	38,21	7,06	19,31	13,01
2,8	com	sem	64,74	57,68	99,59	28,94	32,64	6,30	21,59	12,43
2,8	com	sem	70,94	70,65	94,13	38,37	42,44	9,16	20,41	13,92
2,8	com	sem	59,24	55,76	90,37	42,43	31,80	6,49	19,59	13,99
2,8	com	sem	53,05	47,95	97,24	36,67	28,61	5,60	21,08	14,32
2,8	com	sem	62,29	60,58	96,59	35,46	32,09	6,76	20,94	12,25
2,8	com	sem	63,28	61,13	75,13	18,76	41,48	8,68	16,29	10,27
2,8	com	sem	75,04	56,37	98,77	48,85	36,93	6,01	16,83	11,86
2,8	sem	com	50,54	49,92	96,45	38,63	29,50	4,96	16,43	10,83
2,8	sem	com	59,94	57,81	96,06	37,84	34,11	5,60	16,36	9,81
2,8	sem	com	60,61	58,22	84,29	28,29	40,07	6,56	14,36	8,13
2,8	sem	com	66,44	56,01	89,73	20,02	43,42	6,23	15,29	7,37
2,8	sem	com	77,69	69,70	81,79	27,43	51,79	7,92	13,93	9,33
2,8	sem	com	66,46	54,36	100,68	26,41	33,01	4,60	17,15	10,50
2,8	sem	com	73,77	74,27	90,54	24,12	38,80	6,66	15,42	9,50
2,8	sem	com	73,36	66,41	86,37	26,47	38,40	5,92	14,71	8,37
2,8	com	com	69,36	59,91	94,42	22,49	43,08	6,34	16,09	9,83
2,8	com	com	76,19	71,94	94,96	31,82	38,91	6,26	16,18	11,63
2,8	com	com	66,49	63,14	91,86	40,27	28,12	4,55	15,65	11,20
2,8	com	com	56,16	51,58	91,72	27,20	28,41	4,45	15,62	10,47
2,8	com	com	70,35	64,52	86,25	43,83	33,01	5,16	14,69	8,55
2,8	com	com	49,18	42,42	104,05	35,50	41,84	6,15	17,72	10,39
2,8	com	com	65,88	68,54	86,64	26,71	41,37	7,33	14,76	10,70
2,8	com	com	69,17	59,93	78,41	25,58	27,51	4,06	11,33	8,00

## Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO IV

Nível Cálcio %	Ácido Orgânico	Fitase	Cacascag	BCacg	Cacasca%	BMc	BGBc	BEbc	BPBc
3,8	sem	sem	2,4797	-0,0863	2,0241	-0,3992	-0,5968	1,0202	1,1559
3,8	sem	sem	2,5125	0,3057	1,9199	-0,2700	3,1093	21,3658	-1,4166
3,8	sem	sem	2,5307	0,2137	1,8455	-0,6066	3,6723	39,7681	0,9589
3,8	sem	sem	2,4379	0,2401	1,8874	-0,2573	1,0018	13,9189	0,9110
3,8	sem	sem	2,4309	0,0814	2,0546	-0,3965	2,9780	24,1240	-0,5528
3,8	sem	sem	2,3922	0,4619	1,8987	-0,3013	4,3774	34,2693	-1,0440
3,8	com	sem	2,3884	0,0973	1,9023	-0,3285	3,4375	40,2019	1,3864
3,8	com	sem	2,1383	0,0267	1,9313	-0,3348	-1,2826	-21,2262	-1,6088
3,8	com	sem	2,2489	-0,0107	1,8428	-0,2217	6,4461	42,7544	-3,0405
3,8	com	sem	2,4225	0,7024	1,6640	-0,3406	3,6311	44,9307	2,0200
3,8	com	sem	2,6850	0,2078	2,0360	0,0798	3,5915	24,1793	-1,6256
3,8	com	sem	2,4600	-0,0280	2,0257	-0,2149	3,1552	31,0067	0,2949
3,8	sem	com	2,2360	0,1471	1,7625	0,1500	1,9858	20,5404	0,3240
3,8	sem	com	1,9192	0,1131	1,7911	-0,3211	0,9831	22,0483	1,7385
3,8	sem	com	2,3829	0,1093	1,8203	-0,4400	2,7054	15,6518	-1,5639
3,8	sem	com	2,6740	-0,0692	2,0489	-0,2989	3,8234	41,7840	0,9530
3,8	sem	com	2,4873	-0,1535	1,7555	-0,4920	4,4694	39,3059	-0,2626
3,8	sem	com	2,2388	0,3841	2,0032	-0,2426	1,3051	14,9853	0,4341
3,8	com	com	2,3168	-0,0746	1,7361	-0,2284	5,4824	59,2808	1,4353
3,8	com	com	2,4160	0,0617	1,8792	-0,3497	3,1691	22,4735	-1,3117
3,8	com	com	2,6077	0,0726	2,1581	-0,1703	2,2497	21,9997	-0,1464
3,8	com	com	2,3299	-0,2516	1,7103	-0,3949	2,9455	29,1719	0,4319
3,8	com	com	2,7340	0,1764	2,0197	-0,0049	4,0383	35,3621	-0,3739
3,8	com	com	2,6305	0,2313	2,0247	-0,2690	1,4377	19,7922	1,2157
3,8	com	com	2,5707	0,2475	1,9929	-0,2739	3,2575	26,6573	-0,6191
3,3	sem	sem	2,3642	-0,6498	2,2981	-0,4730	1,9575	15,0676	-0,4880
3,3	sem	sem	2,5484	0,0153	2,0920	-0,1601	-0,5209	-9,0458	-0,5037
3,3	sem	sem	2,4048	-0,5777	2,6344	-0,3343	-1,0032	-6,2582	0,6093
3,3	sem	sem	2,4029	-0,1207	1,9982	-0,0140	3,4411	29,6706	-0,2693
3,3	sem	sem	2,3206	0,1104	2,0640	-0,1290	4,1193	36,0525	-0,3472
3,3	sem	sem	2,2516	0,0169	2,1472	-0,2945	0,8683	-0,6068	-1,3623
3,3	sem	sem	2,4204	0,1835	2,1234	-0,0412	3,9159	35,2282	-0,3981
3,3	com	sem	2,4680	0,2363	1,9497	-0,0880	3,4004	30,5318	-0,2079
3,3	com	sem	2,4201	-0,1817	2,2240	-0,0351	1,5944	11,6758	-0,3851
3,3	com	sem	2,1992	-0,0703	2,1194	-0,1077	2,6989	16,1181	-1,6909
3,3	com	sem	2,5113	-0,0823	2,0805	-0,5027	6,7889	47,5867	-2,7235
3,3	com	sem	2,4184	-0,1007	2,1701	-0,4046	3,5291	38,6755	0,9788
3,3	com	sem	2,3968	-0,0205	2,4028	-0,4120	1,3081	13,9887	0,3685
3,3	com	sem	2,5393	0,2069	2,1591	-0,3250	4,4720	44,3204	0,3391

## Continuação Observações experimentais – CAPÍTULO IV

Nível Cálcio %	Ácido Orgânico	Fitase	Cacascag	BCacg	Cacasca%	BMc	BGBc	BEbc	BPBc
3,3	sem	com	2,1558	0,0057	1,9587	-0,3009	2,8408	28,0017	0,2761
3,3	sem	com	2,6805	-0,0282	2,5220	-0,2396	1,7806	17,2666	0,1792
3,3	sem	com	2,4976	0,1116	2,3182	-0,1307	3,8371	39,0590	0,5241
3,3	sem	com	2,3864	-0,1362	2,2275	-0,6254	3,7927	38,2546	0,4927
3,3	sem	com	1,9444	-0,0574	2,4797	-0,8708	-3,7750	-47,7955	-2,0798
3,3	sem	com	2,4640	0,1001	2,2854	-0,5177	3,1479	28,4971	-0,1321
3,3	sem	com	2,1444	0,2710	1,8905	-0,6337	4,3693	34,4167	-1,0774
3,3	com	com	2,2514	-0,7106	1,9016	-0,2582	-0,3023	15,0901	2,3899
3,3	com	com	2,3675	0,1395	2,1341	-0,2431	1,9334	31,5241	2,1373
3,3	com	com	2,3336	-0,0584	1,8970	0,1619	2,6046	14,8121	-1,5829
3,3	com	com	2,3558	0,2808	1,9753	-0,2693	2,7277	28,5083	0,6220
3,3	com	com	2,3789	-0,1384	2,2242	-0,5448	1,1285	2,6509	-1,2803
3,3	com	com	2,2600	-0,1160	2,3401	-0,3357	3,4332	25,4969	-1,0140
3,3	com	com	2,4765	-0,0070	2,2347	-0,4937	1,8197	17,4076	0,0055
2,8	sem	sem	2,3292	-0,1134	2,6312	-0,1408	4,2287	42,5277	0,5259
2,8	sem	sem	2,4117	-0,3798	2,7618	-0,4969	2,0519	19,7798	0,0988
2,8	sem	sem	2,5377	-0,2113	2,5217	-0,0044	4,7305	30,4073	-2,2524
2,8	sem	sem	1,9308	-0,4406	2,2442	-0,0319	1,9849	24,8379	1,1633
2,8	sem	sem	2,2097	0,0607	2,5645	-0,5333	-0,0224	-2,2006	-0,4130
2,8	sem	sem	2,2376	-0,0582	2,4561	-0,2334	3,4353	26,5229	-0,8019
2,8	sem	sem	2,2537	-0,0745	2,6324	-0,5898	1,7329	17,0056	-0,0665
2,8	com	sem	2,4747	-0,3519	2,9029	-0,5262	1,9316	20,8502	0,4144
2,8	com	sem	2,2775	-0,2175	2,5563	-0,1347	2,8878	25,1413	-0,3857
2,8	com	sem	2,2587	0,2644	2,2681	-0,4744	-0,6602	-7,4519	-0,0630
2,8	com	sem	2,4846	-0,4930	2,6395	-0,4355	1,7697	16,7487	0,1156
2,8	com	sem	2,2848	-0,1213	2,3495	-0,5717	1,1814	6,5164	-0,7728
2,8	com	sem	2,4032	-0,2202	2,4881	-0,3148	-0,2134	1,2302	0,5394
2,8	com	sem	2,1235	-0,1102	2,8265	-0,6204	0,8014	-3,1569	-1,5770
2,8	sem	com	2,2124	-0,4296	2,2399	-0,3526	0,5245	2,6466	-0,3918
2,8	sem	com	2,4431	-0,3637	2,5433	-0,3669	4,7078	56,9093	1,4204
2,8	sem	com	2,1126	-0,1124	2,5062	-0,6243	1,3558	19,7847	1,1678
2,8	sem	com	2,3823	0,1071	2,6551	-0,3339	3,6907	34,2449	0,0205
2,8	sem	com	2,1926	-0,2513	2,6808	-0,6175	1,1666	0,7249	-1,6393
2,8	sem	com	2,4760	0,1766	2,4593	0,0490	3,5284	37,8970	0,8683
2,8	sem	com	2,4903	-0,1184	2,7506	-0,3401	0,6331	19,0606	1,7926
2,8	com	com	2,3422	-0,2027	2,7117	-0,0916	1,6507	16,1117	0,0259
2,8	com	com	2,6610	-0,0918	2,8181	-0,2478	2,5445	26,4197	0,4921
2,8	com	com	2,4563	-0,2014	2,5867	-0,3991	4,8835	27,6925	-3,1762
2,8	com	com	2,4755	-0,6332	2,6950	-0,4469	3,3920	39,7286	1,3472
2,8	com	com	1,7735	-0,2585	2,0562	-0,3446	-0,1906	-1,8531	0,1528
2,8	com	com	2,5553	-0,1073	2,4560	-0,3120	5,9484	50,5269	-0,8700
2,8	com	com	2,3555	-0,2151	2,7188	-0,1952	4,2470	37,1282	-0,4475

## APÊNDICE D – Análises Estatísticas – CAPÍTULO II

### Analysis of Variance for Metabolizabilidade de Matéria Seca (MMS)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	50,8221	11	4,62019	1,40	0,1911
Residual	261,356	79	3,30831		
Total (Corr.)	312,178	90			

#### Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	14,8953	2	7,44765	2,25	0,1120
Acido	4,48538	1	4,48538	1,36	0,2478
Fitase	16,2282	1	16,2282	4,91	0,0297
Ncalcio*Acido	3,71004	2	1,85502	0,56	0,5731
Ncalcio*Fitase	3,61571	2	1,80785	0,55	0,5812
Acido*Fitase	7,82952	1	7,82952	2,37	0,1280
Ncalcio*Acido*Fitase	0,409392	2	0,204696	0,06	0,9400
Residual	261,356	79	3,30831		
Total (corrected)	312,178	90			

Regression Analysis - Linear model:  $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: MMS

Independent variable: Ncalcio

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	69,0936	0,950934	72,6586	0,0000
Slope	2,29424	1,16414	1,97076	0,0519

### Analysis of Variance for Metabolizabilidade da Matéria Orgânica (MMO)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	59,9492	11	5,44992	1,88	0,0545
Residual	228,981	79	2,8985		
Total (Corr.)	288,93	90			

#### Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	21,1638	2	10,5819	3,65	0,0304
Acido	2,84843	1	2,84843	0,98	0,3246
Fitase	21,97	1	21,97	7,58	0,0073
Ncalcio*Acido	3,6904	2	1,8452	0,64	0,5318
Ncalcio*Fitase	3,57893	2	1,78947	0,62	0,5419
Acido*Fitase	7,74618	1	7,74618	2,67	0,1061
Ncalcio*Acido*Fitase	0,0227028	2	0,0113514	0,00	0,9961
Residual	228,981	79	2,8985		
Total (corrected)	288,93	90			

Regression Analysis - Linear model:  $Y = a + b \cdot X$

Dependent variable: MMO

Independent variable: Ncalcio

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	71,934	0,906229	79,3773	0,0000
Slope	2,63886	1,10941	2,37861	0,0195

### Analysis of Variance for Metabolizabilidade da Matéria Mineral (MMM)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1325,78	11	120,525	4,55	0,0000
Residual	2093,05	79	26,4944		
Total (Corr.)	3418,83	90			

#### Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	523,245	2	261,622	9,87	0,0001
Acido	96,7054	1	96,7054	3,65	0,0597
Fitase	1,64276	1	1,64276	0,06	0,8040
Ncalcio*Acido	260,616	2	130,308	4,92	0,0097
Ncalcio*Fitase	30,8201	2	15,41	0,58	0,5614
Acido*Fitase	61,1245	1	61,1245	2,31	0,1328
Ncalcio*Acido*Fitase	309,453	2	154,726	5,84	0,0043
Residual	2093,05	79	26,4944		
Total (corrected)	3418,83	90			

Polynomial Regression Analysis

Dependent variable: MMM

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
CONSTANT	-56,9742	19,8348	-2,87243	0,0051
Ncalcio	215,059	51,3431	4,18866	0,0001
Ncalcio^2	-133,834	32,0098	-4,18102	0,0001



**Analysis of Variance for Metabolizabilidade da Proteína Bruta (MPB)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	201,26	11	18,2964	1,91	0,0497
Residual	755,097	79	9,55819		
Total (Corr.)	956,357	90			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	88,0582	2	44,0291	4,61	0,0128
Acido	5,94994	1	5,94994	0,62	0,4325
Fitase	10,701	1	10,701	1,12	0,2932
Ncalcio*Acido	50,6369	2	25,3185	2,65	0,0770
Ncalcio*Fitase	38,4472	2	19,2236	2,01	0,1406
Acido*Fitase	1,73968	1	1,73968	0,18	0,6708
Ncalcio*Acido*Fitase	11,7207	2	5,86036	0,61	0,5442
Residual	755,097	79	9,55819		
Total (corrected)	956,357	90			

Regression Analysis - Linear model:  $Y = a + b \cdot X$ 

Dependent variable: MPB

Independent variable: Ncalcio

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	58,291	1,63289	35,6981	0,0000
Slope	5,47597	1,99899	2,73937	0,0074

**Analysis of Variance for Metabolizabilidade da Energia Bruta (MEB)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	34,6015	11	3,14559	1,41	0,1860
Residual	176,511	79	2,23432		
Total (Corr.)	211,113	90			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	14,5528	2	7,27638	3,26	0,0437
Acido	5,62689	1	5,62689	2,52	0,1165
Fitase	4,07511	1	4,07511	1,82	0,1807
Ncalcio*Acido	0,163459	2	0,0817293	0,04	0,9641
Ncalcio*Fitase	3,65125	2	1,82562	0,82	0,4454
Acido*Fitase	4,38188	1	4,38188	1,96	0,1653
Ncalcio*Acido*Fitase	2,1736	2	1,0868	0,49	0,6167
Residual	176,511	79	2,23432		
Total (corrected)	211,113	90			

Regression Analysis - Linear model:  $Y = a + b \cdot X$ 

Dependent variable: MEB

Independent variable: Ncalcio

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	75,4897	0,771092	97,8996	0,0000
Slope	2,41226	0,943977	2,55542	0,0123

**Analysis of Variance for Peso da Tíbia em gramas de matéria seca (PtbMSg)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	2,97679	11	0,270617	1,36	0,2070
Residual	16,0929	81	0,198678		
Total (Corr.)	19,0697	92			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	1,32857	2	0,664287	3,34	0,0402
Acido	0,0132508	1	0,0132508	0,07	0,7969
Fitase	0,182617	1	0,182617	0,92	0,3405
Ncalcio*Acido	0,0899904	2	0,0449952	0,23	0,7978
Ncalcio*Fitase	0,305696	2	0,152848	0,77	0,4667
Acido*Fitase	0,0556924	1	0,0556924	0,28	0,5979
Ncalcio*Acido*Fitase	0,995348	2	0,497674	2,50	0,0880
Residual	16,0929	81	0,198678		
Total (corrected)	19,0697	92			

Regression Analysis - Linear model:  $Y = a + b \cdot X$ 

Dependent variable: PtbMSg

Independent variable: Ncalcio

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	5,66567	0,22595	25,0749	0,0000
Slope	0,699508	0,276553	2,52939	0,0131

**Analysis of Variance for Cinza da tibia em gramas de material seca (CztbMSg)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,442947	11	0,0402679	1,24	0,2731
Residual	2,6243	81	0,0323987		
Total (Corr.)	3,06724	92			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	0,284392	2	0,142196	4,39	0,0155
Acido	0,010169	1	0,010169	0,31	0,5769
Fitase	0,0115262	1	0,0115262	0,36	0,5525
Ncalcio*Acido	0,0087853	2	0,00439265	0,14	0,8734
Ncalcio*Fitase	0,00364078	2	0,00182039	0,06	0,9454
Acido*Fitase	0,0147199	1	0,0147199	0,45	0,5022
Ncalcio*Acido*Fitase	0,113805	2	0,0569023	1,76	0,1792
Residual	2,6243	81	0,0323987		
Total (corrected)	3,06724	92			

Regression Analysis - Linear model:  $Y = a + b \cdot X$ 

Dependent variable: CztbMSg

Independent variable: Ncalcio

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	1,83912	0,089308	20,593	0,0000
Slope	0,332914	0,109309	3,04562	0,0030

**Analysis of Variance for pH do conteúdo do papo (pHPAPO)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,774167	11	0,0703788	0,76	0,6781
Residual	2,23583	24	0,0931597		
Total (Corr.)	3,01	35			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	0,190145	2	0,0950725	1,02	0,3755
Acido	0,105125	1	0,105125	1,13	0,2987
Fitase	0,0116806	1	0,0116806	0,13	0,7264
Ncalcio*Acido	0,506463	2	0,253232	2,72	0,0863
Ncalcio*Fitase	0,114642	2	0,0573208	0,62	0,5488
Acido*Fitase	0,066125	1	0,066125	0,71	0,4078
Ncalcio*Acido*Fitase	0,0142178	2	0,00710888	0,08	0,9268
Residual	2,23583	24	0,0931597		
Total (corrected)	3,01	35			

**Analysis of Variance for pH da digesta do duodeno (pH DUODENO)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,268485	11	0,0244077	1,19	0,3319
Residual	0,655833	32	0,0204948		
Total (Corr.)	0,924318	43			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	0,0166541	2	0,00832706	0,41	0,6695
Acido	0,0046875	1	0,0046875	0,23	0,6357
Fitase	0,0585208	1	0,0585208	2,86	0,1008
Ncalcio*Acido	0,0812116	2	0,0406058	1,98	0,1545
Ncalcio*Fitase	0,0690458	2	0,0345229	1,68	0,2016
Acido*Fitase	0,0175208	1	0,0175208	0,85	0,3621
Ncalcio*Acido*Fitase	0,0360515	2	0,0180257	0,88	0,4248
Residual	0,655833	32	0,0204948		
Total (corrected)	0,924318	43			

**Analysis of Variance for pH da digesta do jejuno (pH JEJUNO)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,174111	11	0,0158283	0,81	0,6303
Residual	0,645	33	0,0195455		
Total (Corr.)	0,819111	44			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	0,000560516	2	0,000280258	0,01	0,9858
Acido	0,0276923	1	0,0276923	1,42	0,2424
Fitase	0,00213675	1	0,00213675	0,11	0,7430
Ncalcio*Acido	0,0600446	2	0,0300223	1,54	0,2302
Ncalcio*Fitase	0,0590129	2	0,0295064	1,51	0,2359
Acido*Fitase	0,0144444	1	0,0144444	0,74	0,3962
Ncalcio*Acido*Fitase	0,0090129	2	0,00450645	0,23	0,7954
Residual	0,645	33	0,0195455		
Total (corrected)	0,819111	44			

**Analysis of Variance for pH da digesta do íleo (pHiLEO)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	2,83609	11	0,257826	1,40	0,2231
Residual	5,71833	31	0,184462		
Total (Corr.)	8,55442	42			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	1,72686	2	0,86343	4,68	0,0167
Acido	0,0234959	1	0,0234959	0,13	0,7236
Fitase	0,0592683	1	0,0592683	0,32	0,5749
Ncalcio*Acido	0,0717521	2	0,035876	0,19	0,8243
Ncalcio*Fitase	0,0907449	2	0,0453725	0,25	0,7835
Acido*Fitase	0,105366	1	0,105366	0,57	0,4555
Ncalcio*Acido*Fitase	0,753874	2	0,376937	2,04	0,1467
Residual	5,71833	31	0,184462		
Total (corrected)	8,55442	42			

Regression Analysis - Linear model:  $Y = a + b*X$ 

Dependent variable: pHiLEO

Independent variable: Ncalcio

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	5,91509	0,301283	19,633	0,0000
Slope	1,18356	0,366363	3,23056	0,0024

**Analysis of Variance for pH da digesta do ceco (pHCECO)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1,4747	11	0,134063	1,69	0,1220
Residual	2,54417	32	0,0795052		
Total (Corr.)	4,01886	43			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	0,741117	2	0,370559	4,66	0,0167
Acido	0,0091875	1	0,0091875	0,12	0,7361
Fitase	0,165021	1	0,165021	2,08	0,1594
Ncalcio*Acido	0,103829	2	0,0519146	0,65	0,5273
Ncalcio*Fitase	0,381287	2	0,190643	2,40	0,1071
Acido*Fitase	0,0200208	1	0,0200208	0,25	0,6192
Ncalcio*Acido*Fitase	0,0205085	2	0,0102542	0,13	0,8794
Residual	2,54417	32	0,0795052		
Total (corrected)	4,01886	43			

Regression Analysis - Linear model:  $Y = a + b*X$ 

Dependent variable: pHCECO

Independent variable: Ncalcio

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	6,08667	0,230427	26,4147	0,0000
Slope	0,625	0,281839	2,21758	0,0319

**Analysis of Variance for Balanço Cálcio % (BCa%)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1960,34	11	178,213	3,05	0,0019
Residual	4617,83	79	58,4535		
Total (Corr.)	6578,17	90			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	1379,83	2	689,914	11,80	0,0000
Acido	13,8043	1	13,8043	0,24	0,6283
Fitase	6,49054	1	6,49054	0,11	0,7398
Ncalcio*Acido	178,487	2	89,2433	1,53	0,2236
Ncalcio*Fitase	157,571	2	78,7855	1,35	0,2657
Acido*Fitase	1,48161	1	1,48161	0,03	0,8739
Ncalcio*Acido*Fitase	240,964	2	120,482	2,06	0,1341
Residual	4617,83	79	58,4535		
Total (corrected)	6578,17	90			

Regression Analysis - Linear model:  $Y = a + b*X$ 

Dependent variable: Bcapct

Independent variable: Ncalcio

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	72,5261	3,98129	18,2167	0,0000
Slope	-23,2009	4,87392	-4,76021	0,0000

**Analysis of Variance for Balanço Cálcio g (BCag)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	76,3096	11	6,93724	7,01	0,0000
Residual	78,1657	79	0,989439		

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Total (Corr.)	154,475	90			
Type III Sums of Squares					
Ncalcio	68,7026	2	34,3513	34,72	0,0000
Acido	0,148975	1	0,148975	0,15	0,6990
Fitase	0,0860556	1	0,0860556	0,09	0,7688
Ncalcio*Acido	2,36743	2	1,18371	1,20	0,3077
Ncalcio*Fitase	1,17759	2	0,588796	0,60	0,5540
Acido*Fitase	0,208278	1	0,208278	0,21	0,6476
Ncalcio*Acido*Fitase	2,49662	2	1,24831	1,26	0,2888
Residual	78,1657	79	0,989439		
Total (corrected)	154,475	90			
Regression Analysis - Linear model: $Y = a + bX$					
Dependent variable: Bcag					
Independent variable: Ncalcio					
Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value	
Intercept	2,1621	0,520696	4,15232	0,0001	
Slope	5,11127	0,63744	8,01843	0,0000	

#### Analysis of Variance for ConsumidoCa g (ConsCa)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	532,606	11	48,4187	71,53	0,0000
Residual	53,4766	79	0,676918		
Total (Corr.)	586,083	90			
Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	529,053	2	264,526	390,78	0,0000
Acido	0,130546	1	0,130546	0,19	0,6618
Fitase	0,223041	1	0,223041	0,33	0,5676
Ncalcio*Acido	0,32777	2	0,163885	0,24	0,7856
Ncalcio*Fitase	0,412231	2	0,206116	0,30	0,7384
Acido*Fitase	0,0123263	1	0,0123263	0,02	0,8930
Ncalcio*Acido*Fitase	1,02591	2	0,512957	0,76	0,4721
Residual	53,4766	79	0,676918		
Total (corrected)	586,083	90			

#### Analysis of Variance for ExcretadoCa g (ExcrCa)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	234,635	11	21,3305	20,50	0,0000
Residual	82,2121	79	1,04066		
Total (Corr.)	316,847	90			
Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	223,262	2	111,631	107,27	0,0000
Acido	0,000608143	1	0,000608143	0,00	0,9808
Fitase	0,586182	1	0,586182	0,56	0,4552
Ncalcio*Acido	3,97889	2	1,98944	1,91	0,1546
Ncalcio*Fitase	2,66792	2	1,33396	1,28	0,2832
Acido*Fitase	0,321942	1	0,321942	0,31	0,5796
Ncalcio*Acido*Fitase	4,54133	2	2,27066	2,18	0,1196
Residual	82,2121	79	1,04066		
Total (corrected)	316,847	90			
Regression Analysis - Linear model: $Y = a + bX$					
Dependent variable: ExcretadoCa					
Independent variable: Ncalcio					
Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value	
Intercept	-2,05742	0,534893	-3,84641	0,0002	
Slope	9,46566	0,654819	14,4554	0,0000	

#### Analysis of Variance for Balanço Fósforo % (BP%)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1041,48	11	94,6802	4,44	0,0000
Residual	1683,82	79	21,3142		
Total (Corr.)	2725,3	90			
Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	18,9414	2	9,4707	0,44	0,6428
Acido	1,24545	1	1,24545	0,06	0,8096
Fitase	969,34	1	969,34	45,48	0,0000
Ncalcio*Acido	10,9214	2	5,46069	0,26	0,7746
Ncalcio*Fitase	13,3329	2	6,66646	0,31	0,7323
Acido*Fitase	7,20999	1	7,20999	0,34	0,5625
Ncalcio*Acido*Fitase	8,18053	2	4,09026	0,19	0,8258
Residual	1683,82	79	21,3142		
Total (corrected)	2725,3	90			

**Analysis of Variance for Balanço Fósforo g (BPg)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	6,84098	11	0,621907	2,52	0,0090
Residual	19,5192	79	0,247078		
Total (Corr.)	26,3602	90			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	0,0892662	2	0,0446331	0,18	0,8351
Acido	0,042231	1	0,042231	0,17	0,6804
Fitase	6,43594	1	6,43594	26,05	0,0000
Ncalcio*Acido	0,0107454	2	0,00537271	0,02	0,9785
Ncalcio*Fitase	0,00302742	2	0,00151371	0,01	0,9939
Acido*Fitase	0,0410501	1	0,0410501	0,17	0,6847
Ncalcio*Acido*Fitase	0,26862	2	0,13431	0,54	0,5828
Residual	19,5192	79	0,247078		
Total (corrected)	26,3602	90			

**Analysis of Variance for Consumido P (ConsP)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	71,851	11	6,53191	17,35	0,0000
Residual	29,7355	79	0,376399		
Total (Corr.)	101,586	90			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	0,0450784	2	0,0225392	0,06	0,9419
Acido	0,0696306	1	0,0696306	0,18	0,6683
Fitase	70,9011	1	70,9011	188,37	0,0000
Ncalcio*Acido	0,202601	2	0,101301	0,27	0,7647
Ncalcio*Fitase	0,164758	2	0,0823789	0,22	0,8039
Acido*Fitase	0,0041322	1	0,0041322	0,01	0,9168
Ncalcio*Acido*Fitase	0,454412	2	0,227206	0,60	0,5493
Residual	29,7355	79	0,376399		
Total (corrected)	101,586	90			

**Analysis of Variance for Excretado P (ExcrP)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	35,5005	11	3,22731	13,36	0,0000
Residual	19,0873	79	0,241612		
Total (Corr.)	54,5878	90			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	0,216461	2	0,10823	0,45	0,6405
Acido	0,00340754	1	0,00340754	0,01	0,9058
Fitase	34,614	1	34,614	143,26	0,0000
Ncalcio*Acido	0,147269	2	0,0736346	0,30	0,7382
Ncalcio*Fitase	0,208942	2	0,104471	0,43	0,6505
Acido*Fitase	0,0712305	1	0,0712305	0,29	0,5887
Ncalcio*Acido*Fitase	0,0899808	2	0,0449904	0,19	0,8305
Residual	19,0873	79	0,241612		
Total (corrected)	54,5878	90			

## APÊNDICE E – Análises Estatísticas – CAPÍTULO III

### Dependent Variable: Peso da Tíbia em gramas na material seca (PtbgMS)

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	8.94818546	0.99424283	1.57	0.1551
Error	42	26.55445453	0.63224892		
Corrected Total	51	35.50263999			
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BS Co3 x s/BS CO3	1	1.03182758	1.03182758	1.63	0.2084
BS SO4 X S/BS SO4	1	0.48118395	0.48118395	0.76	0.3880
c/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	0.89423860	0.89423860	1.41	0.2410
c/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	0.21622645	0.21622645	0.34	0.5618
s/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	3.99884371	3.99884371	6.32	0.0158
s/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	3.80701774	3.80701774	6.02	0.0184
BS 04 X S/ BS 04	1	0.45212527	0.45212527	0.72	0.4025
C/BS 07 + 10 X S/BS 07 + 10	1	1.39539478	1.39539478	2.21	0.1449
CO3 X SO4	1	0.37057385	0.37057385	0.59	0.4482

Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t	Type I SS
Intercept	Intercept	1	6.03073	0.38273	15.76	<.0001	2562.64960
NIVELCALCIO	NivelCalcio	1	1.33629	0.49545	2.70	0.0095	4.50914

### Dependent Variable: Cinzas na Tíbia em gramas na material seca (CztbgMS)

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	1.73724612	0.19302735	1.85	0.0864
Error	42	4.37150505	0.10408345		
Corrected Total	51	6.10875117			
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BS Co3 x s/BS CO3	1	0.05746501	0.05746501	0.55	0.4616
BS SO4 X S/BS SO4	1	0.01038257	0.01038257	0.10	0.7537
c/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	0.24991273	0.24991273	2.40	0.1288
c/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	0.22298939	0.22298939	2.14	0.1507
s/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	0.61113821	0.61113821	5.87	0.0198
s/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	0.89096768	0.89096768	8.56	0.0055
BS 04 X S/ BS 04	1	0.09056997	0.09056997	0.87	0.3562
C/BS 07 + 10 X S/BS 07 + 10	1	0.05339154	0.05339154	0.51	0.4778
CO3 X SO4	1	0.00070025	0.00070025	0.01	0.9350

Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t	Type I SS
Intercept	Intercept	1	2.10254	0.15454	13.60	<.0001	346.45228
NIVELCALCIO	NivelCalcio	1	0.64649	0.20006	3.23	0.0022	1.05539

### Dependent Variable: Metabolizabilidade da Matéria Seca (MMS)

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	51.2836586	5.6981843	1.95	0.0752
Error	36	105.0753230	2.9187590		
Corrected Total	45	156.3589815			
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BS Co3 x s/BS CO3	1	7.65338431	7.65338431	2.62	0.1141
BS SO4 X S/BS SO4	1	1.98051798	1.98051798	0.68	0.4155
c/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	7.43518159	7.43518159	2.55	0.1192
c/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	0.14444387	0.14444387	0.05	0.8252
s/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	23.99477728	23.99477728	8.22	0.0069
s/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	17.01918105	17.01918105	5.83	0.0210
BS 04 X S/ BS 04	1	35.14487426	35.14487426	12.04	0.0014
C/BS 07 + 10 X S/BS 07 + 10	1	0.60480256	0.60480256	0.21	0.6517
CO3 X SO4	1	0.47078299	0.47078299	0.16	0.6903

### Dependent Variable: Metabolizabilidade da Matéria Orgânica (MMO)

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	41.7732206	4.6414690	2.09	0.0563
Error	36	79.7702105	2.2158392		
Corrected Total	45	121.5434311			
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BS Co3 x s/BS CO3	1	4.68490152	4.68490152	2.11	0.1546
BS SO4 X S/BS SO4	1	0.78943120	0.78943120	0.36	0.5543
c/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	5.34484881	5.34484881	2.41	0.1291
c/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	0.78780663	0.78780663	0.36	0.5547
s/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	18.54760513	18.54760513	8.37	0.0064
s/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	12.59721523	12.59721523	5.69	0.0225
BS 04 X S/ BS 04	1	29.38192436	29.38192436	13.26	0.0008
C/BS 07 + 10 X S/BS 07 + 10	1	0.58940337	0.58940337	0.27	0.6092
CO3 X SO4	1	0.00120611	0.00120611	0.00	0.9815

**Dependent Variable: Metabolizabilidade da Matéria Mineral (MMM)**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F		
Model	9	497.641607	55.293512	1.83	0.0963		
Error	36	1087.514802	30.208745				
Corrected Total	45	1585.156409					
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F		
BS Co3 x s/BS CO3	1	11.44837444	11.44837444	0.38	0.5420		
BS SO4 X S/BS SO4	1	17.14346648	17.14346648	0.57	0.4562		
c/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	13.5221895	13.5221895	0.45	0.5077		
c/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	95.3951546	95.3951546	3.16	0.0840		
s/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	142.2777457	142.2777457	4.71	0.0367		
s/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	162.5139387	162.5139387	5.38	0.0262		
BS 04 X S/ BS 04	1	29.9041811	29.9041811	0.99	0.3264		
C/BS 07 + 10 X S/BS 07 + 10	1	0.7422079	0.7422079	0.02	0.8763		
CO3 X SO4	1	20.1927466	20.1927466	0.67	0.4190		
Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t	Type I SS
Intercept	Intercept	1	8.25483	2.92551	2.82	0.0071	11949
NIVELCALCIO	NivelCalcio	1	10.54417	3.76795	2.80	0.0076	239.49540

**Dependent Variable: pH conteúdo do PAPO**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	4.83808108	0.53756456	1.29	0.2879
Error	27	11.26300000	0.41714815		
Corrected Total	36	16.10108108			
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BS Co3 x s/BS CO3	1	0.54950249	0.54950249	1.32	0.2611
BS SO4 X S/BS SO4	1	2.15710145	2.15710145	5.17	0.0311
c/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	0.28218939	0.28218939	0.68	0.4180
c/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	0.52488000	0.52488000	1.26	0.2719
s/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	0.32111111	0.32111111	0.77	0.3880
s/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	0.19266667	0.19266667	0.46	0.5025
BS 04 X S/ BS 04	1	0.16200000	0.16200000	0.39	0.5384
C/ BS 07 + 10 X S/BS 07 + 10	1	2.61547619	2.61547619	6.27	0.0186
CO3 X SO4	1	0.82646520	0.82646520	1.98	0.1707

**Dependent Variable: pH da digesta do Duodeno+Jejuno**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	0.63062454	0.07006939	1.20	0.3234
Error	42	2.46245238	0.05862982		
Corrected Total	51	3.09307692			
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BS Co3 x s/BS CO3	1	0.01439700	0.01439700	0.25	0.6228
BS SO4 X S/BS SO4	1	0.01078618	0.01078618	0.18	0.6702
c/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	0.22372058	0.22372058	3.82	0.0575
c/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	0.06904482	0.06904482	1.18	0.2840
s/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	0.00232258	0.00232258	0.04	0.8432
s/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	0.01808447	0.01808447	0.31	0.5816
BS 04 X S/ BS 04	1	0.06412121	0.06412121	1.09	0.3016
C/BS 07 + 10 X S/BS 07 + 10	1	0.02447699	0.02447699	0.42	0.5217
CO3 X SO4	1	0.09702988	0.09702988	1.65	0.2053

**Dependent Variable: pH da digesta do íleo proximal**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F		
Model	9	3.20140293	0.35571144	1.44	0.2043		
Error	42	10.40840476	0.24781916				
Corrected Total	51	13.60980769					
Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F		
BS Co3 x s/BS CO3	1	0.01092135	0.01092135	0.04	0.8347		
BS SO4 X S/BS SO4	1	0.43474556	0.43474556	1.75	0.1925		
c/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	0.26686882	0.26686882	1.08	0.3053		
c/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	1.05601120	1.05601120	4.26	0.0452		
s/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	0.27679032	0.27679032	1.12	0.2966		
s/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	0.11868493	0.11868493	0.48	0.4927		
BS 04 X S/ BS 04	1	0.20875758	0.20875758	0.84	0.3640		
C/BS 07 + 10 X S/BS 07 + 10	1	0.19576926	0.19576926	0.79	0.3792		
CO3 X SO4	1	0.02865699	0.02865699	0.12	0.7355		
Variable	Label	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t	Type I SS
Intercept	Intercept	1	6.27076	0.23889	26.25	<.0001	2438.60019
NIVELCALCIO	NivelCalcio	1	0.77976	0.30924	2.52	0.0149	1.53537

**Dependent Variable: pH da digesta do íleo distal**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	2.73393864	0.30377096	1.16	0.3420
Error	42	10.95586905	0.26085402		
Corrected Total	51	13.68980769			

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BS Co3 x s/BS CO3	1	0.02023315	0.02023315	0.08	0.7820
BS SO4 X S/BS SO4	1	0.09580252	0.09580252	0.37	0.5478
c/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	0.17315454	0.17315454	0.66	0.4198
c/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	0.71011835	0.71011835	2.72	0.1064
s/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	0.02711290	0.02711290	0.10	0.7488
s/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	0.04347945	0.04347945	0.17	0.6852
BS 04 X S/ BS 04	1	0.61103030	0.61103030	2.34	0.1334
C/BS 07 + 10 X S/BS 07 + 10	1	0.02203826	0.02203826	0.08	0.7727
CO3 X SO4	1	0.08551133	0.08551133	0.33	0.5700

Variable	Label	DF	Parameter		t Value	Pr >  t	Type I SS
			Estimate	Standard Error			
Intercept	Intercept	1	6.84409	0.24714	27.69	<.0001	2734.70019
NIVELCALCIO	NivelCalcio	1	0.55083	0.31993	1.72	0.0913	0.76619

**Dependent Variable: pH da digesta do ceco**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	9	1.96770421	0.21863380	1.12	0.3702
Error	42	8.19748810	0.19517829		
Corrected Total	51	10.16519231			

  

Contrast	DF	Contrast SS	Mean Square	F Value	Pr > F
BS Co3 x s/BS CO3	1	0.40910206	0.40910206	2.10	0.1551
BS SO4 X S/BS SO4	1	0.02469655	0.02469655	0.13	0.7238
c/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	0.01403863	0.01403863	0.07	0.7899
c/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	0.53126120	0.53126120	2.72	0.1064
s/ BS 04 x 07 + 10 SO4	1	0.00522581	0.00522581	0.03	0.8708
s/ BS 04 x 07 + 10 CO3	1	0.03233105	0.03233105	0.17	0.6861
BS 04 X S/ BS 04	1	0.09503030	0.09503030	0.49	0.4892
C/BS 07 + 10 X S/BS 07 + 10	1	0.08144842	0.08144842	0.42	0.5218
CO3 X SO4	1	0.13543284	0.13543284	0.69	0.4096



## APÊNDICE F– Análises Estatísticas – CAPÍTULO IV

### Analysis of Variance for Consumo Médio Diário

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1538,51	11	139,865	1,16	0,3261
Residual	9253,78	77	120,179		
Total (Corr.)	10792,3	88			

#### Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	900,986	2	450,493	3,75	0,0280
BUT	46,5052	1	46,5052	0,39	0,5357
FIT	241,325	1	241,325	2,01	0,1605
NC*BUT	106,367	2	53,1836	0,44	0,6440
NC*FIT	66,5188	2	33,2594	0,28	0,7590
BUT*FIT	66,4719	1	66,4719	0,55	0,4593
NC*BUT*FIT	96,3413	2	48,1707	0,40	0,6712
Residual	9253,78	77	120,179		
Total (corrected)	10792,3	88			

### Analysis of Variance for Conversão Alimentar kg/dz

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,333576	11	0,0303251	1,48	0,1583
Residual	1,56147	76	0,0205457		
Total (Corr.)	1,89505	87			

#### Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	0,181998	2	0,0909988	4,43	0,0152
BUT	0,00598184	1	0,00598184	0,29	0,5911
FIT	0,0634053	1	0,0634053	3,09	0,0830
NC*BUT	0,0134996	2	0,0067498	0,33	0,7210
NC*FIT	0,00592455	2	0,00296227	0,14	0,8660
BUT*FIT	0,037154	1	0,037154	1,81	0,1827
NC*BUT*FIT	0,0208686	2	0,0104343	0,51	0,6038
Residual	1,56147	76	0,0205457		
Total (corrected)	1,89505	87			

### Analysis of Variance for Conversão Alimentar kg/kg

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	0,707983	11	0,0643621	1,61	0,1139
Residual	3,04465	76	0,0400612		
Total (Corr.)	3,75264	87			

#### Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	0,253544	2	0,126772	3,16	0,0479
BUT	0,000181055	1	0,000181055	0,00	0,9466
FIT	0,089173	1	0,089173	2,23	0,1399
NC*BUT	0,0193959	2	0,00969793	0,24	0,7856
NC*FIT	0,00130394	2	0,000651972	0,02	0,9839
BUT*FIT	0,115765	1	0,115765	2,89	0,0932
NC*BUT*FIT	0,234657	2	0,117329	2,93	0,0595
Residual	3,04465	76	0,0400612		
Total (corrected)	3,75264	87			

### Analysis of Variance for Postura Período Experimental

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	216,103	11	19,6457	0,97	0,4805
Residual	1538,84	76	20,2479		
Total (Corr.)	1754,95	87			

#### Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	31,3048	2	15,6524	0,77	0,4652
BUT	5,72839	1	5,72839	0,28	0,5964
FIT	25,4228	1	25,4228	1,26	0,2660
NC*BUT	33,7546	2	16,8773	0,83	0,4384
NC*FIT	71,5578	2	35,7789	1,77	0,1778
BUT*FIT	35,6117	1	35,6117	1,76	0,1887
NC*BUT*FIT	8,84296	2	4,42148	0,22	0,8043
Residual	1538,84	76	20,2479		
Total (corrected)	1754,95	87			

### Analysis of Variance for Peso Médio do Ovo

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	224,883	11	20,4439	1,38	0,1997
Residual	1125,75	76	14,8125		
Total (Corr.)	1350,64	87			

#### Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
--------	----------------	----	-------------	---------	---------

NC	31,6408	2	15,8204	1,07	0,3488
BUT	6,97558	1	6,97558	0,47	0,4947
FIT	0,0942058	1	0,0942058	0,01	0,9366
NC*BUT	9,88127	2	4,94064	0,33	0,7174
NC*FIT	3,31504	2	1,65752	0,11	0,8943
BUT*FIT	12,1331	1	12,1331	0,82	0,3683
NC*BUT*FIT	167,636	2	83,8181	5,66	0,0051
Residual	1125,75	76	14,8125		
Total (corrected)	1350,64	87			

**Analysis of Variance for Porcentagem de Casca Médio**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	2,53121	11	0,23011	0,54	0,8668
Residual	32,1359	76	0,422841		
Total (Corr.)	34,6671	87			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	0,314302	2	0,157151	0,37	0,6908
BUT	0,196547	1	0,196547	0,46	0,4975
FIT	0,075309	1	0,075309	0,18	0,6742
NC*BUT	0,131976	2	0,0659878	0,16	0,8558
NC*FIT	1,04965	2	0,524825	1,24	0,2948
BUT*FIT	0,129186	1	0,129186	0,31	0,5821
NC*BUT*FIT	0,615779	2	0,307889	0,73	0,4861
Residual	32,1359	76	0,422841		
Total (corrected)	34,6671	87			

**Analysis of Variance for PESO inicial**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	8528,58	11	775,326	0,03	1,0000
Residual	1,99195E6	84	23713,7		
Total (Corr.)	2,00048E6	95			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	153,396	2	76,6979	0,00	0,9968
BUT	900,375	1	900,375	0,04	0,8460
FIT	2795,04	1	2795,04	0,12	0,7322
NC*BUT	398,313	2	199,156	0,01	0,9916
NC*FIT	1882,77	2	941,385	0,04	0,9611
BUT*FIT	1472,67	1	1472,67	0,06	0,8038
NC*BUT*FIT	926,021	2	463,01	0,02	0,9807
Residual	1,99195E6	84	23713,7		
Total (corrected)	2,00048E6	95			

**Analysis of Variance for POSTURA PRÉ-EXPERIMENTAL**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	752,865	11	68,4422	0,41	0,9473
Residual	13971,9	84	166,332		
Total (Corr.)	14724,7	95			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	53,6458	2	26,8229	0,16	0,8513
BUT	6,51042	1	6,51042	0,04	0,8436
FIT	6,51042	1	6,51042	0,04	0,8436
NC*BUT	241,146	2	120,573	0,72	0,4874
NC*FIT	25,5208	2	12,7604	0,08	0,9262
BUT*FIT	6,51042	1	6,51042	0,04	0,8436
NC*BUT*FIT	413,021	2	206,51	1,24	0,2942
Residual	13971,9	84	166,332		
Total (corrected)	14724,7	95			

**Analysis of Variance for PESO ovo DIA ZERO**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	205,682	11	18,6983	0,78	0,6621
Residual	1950,03	81	24,0745		
Total (Corr.)	2155,71	92			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	0,25799	2	0,128995	0,01	0,9947
BUT	0,623167	1	0,623167	0,03	0,8726
FIT	43,497	1	43,497	1,81	0,1826
NC*BUT	57,3763	2	28,6882	1,19	0,3090
NC*FIT	3,17174	2	1,58587	0,07	0,9363
BUT*FIT	1,63296	1	1,63296	0,07	0,7952
NC*BUT*FIT	93,2119	2	46,6059	1,94	0,1509
Residual	1950,03	81	24,0745		
Total (corrected)	2155,71	92			

**Analysis of Variance for Porcentagem de Casca DIA Zero**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	3,76418	11	0,342198	0,65	0,7814
Residual	42,7001	81	0,527162		
Total (Corr.)	46,4643	92			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	0,059294	2	0,029647	0,06	0,9454
BUT	0,849667	1	0,849667	1,61	0,2079
FIT	0,441775	1	0,441775	0,84	0,3627
NC*BUT	0,728774	2	0,364387	0,69	0,5039
NC*FIT	0,665976	2	0,332988	0,63	0,5343
BUT*FIT	0,12106	1	0,12106	0,23	0,6331
NC*BUT*FIT	0,737544	2	0,368772	0,70	0,4998
Residual	42,7001	81	0,527162		
Total (corrected)	46,4643	92			

**Analysis of Variance for PESO Final**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	102961,0	11	9360,06	0,37	0,9655
Residual	1,94667E6	76	25614,1		
Total (Corr.)	2,04963E6	87			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	25139,4	2	12569,7	0,49	0,6141
BUT	2072,75	1	2072,75	0,08	0,7768
FIT	6786,29	1	6786,29	0,26	0,6082
NC*BUT	8422,08	2	4211,04	0,16	0,8487
NC*FIT	27409,6	2	13704,8	0,54	0,5878
BUT*FIT	27040,0	1	27040,0	1,06	0,3075
NC*BUT*FIT	3632,48	2	1816,24	0,07	0,9316
Residual	1,94667E6	76	25614,1		
Total (corrected)	2,04963E6	87			

**Analysis of Variance for Metabolizabilidade da Matéria Seca (MMS)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	27,0088	11	2,45534	0,37	0,9624
Residual	498,891	76	6,56436		
Total (Corr.)	525,9	87			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	1,33823	2	0,669114	0,10	0,9032
Acido	4,45102	1	4,45102	0,68	0,4128
Fitase	1,02914	1	1,02914	0,16	0,6933
Ncalcio*Acido	2,14546	2	1,07273	0,16	0,8495
Ncalcio*Fitase	3,42163	2	1,71081	0,26	0,7713
Acido*Fitase	5,89282	1	5,89282	0,90	0,3464
Ncalcio*Acido*Fitase	6,24167	2	3,12084	0,48	0,6235
Residual	498,891	76	6,56436		
Total (corrected)	525,9	87			

**Analysis of Variance for Metabolizabilidade da Matéria Orgânica (MMO)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	25,262	11	2,29655	0,44	0,9354
Residual	401,217	76	5,27918		
Total (Corr.)	426,479	87			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	3,16053	2	1,58027	0,30	0,7422
Acido	6,2837	1	6,2837	1,19	0,2787
Fitase	3,45805	1	3,45805	0,66	0,4208
Ncalcio*Acido	3,87831	2	1,93915	0,37	0,6938
Ncalcio*Fitase	1,37498	2	0,687492	0,13	0,8781
Acido*Fitase	3,04277	1	3,04277	0,58	0,4501
Ncalcio*Acido*Fitase	1,98142	2	0,990708	0,19	0,8293
Residual	401,217	76	5,27918		
Total (corrected)	426,479	87			

**Analysis of Variance for Metabolizabilidade da Matéria Mineral (MMM)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	294,706	11	26,7914	0,86	0,5845
Residual	2374,59	76	31,2446		
Total (Corr.)	2669,29	87			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	17,5845	2	8,79226	0,28	0,7555

Acido	4,53426	1	4,53426	0,15	0,7043
Fitase	16,1316	1	16,1316	0,52	0,4746
Ncalcio*Acido	25,6726	2	12,8363	0,41	0,6646
Ncalcio*Fitase	56,5986	2	28,2993	0,91	0,4086
Acido*Fitase	44,7541	1	44,7541	1,43	0,2351
Ncalcio*Acido*Fitase	133,977	2	66,9883	2,14	0,1242
Residual	2374,59	76	31,2446		
Total (corrected)	2669,29	87			

#### Analysis of Variance for Metabolizabilidade de Proteína Bruta (MPB)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	100,52	11	9,13822	0,38	0,9600
Residual	1825,77	76	24,0233		
Total (Corr.)	1926,29	87			

#### Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	26,5135	2	13,2567	0,55	0,5782
Acido	0,201242	1	0,201242	0,01	0,9273
Fitase	7,25836	1	7,25836	0,30	0,5842
Ncalcio*Acido	18,8648	2	9,4324	0,39	0,6766
Ncalcio*Fitase	1,00196	2	0,50098	0,02	0,9794
Acido*Fitase	6,11332	1	6,11332	0,25	0,6154
Ncalcio*Acido*Fitase	35,3471	2	17,6736	0,74	0,4826
Residual	1825,77	76	24,0233		
Total (corrected)	1926,29	87			

#### Analysis of Variance for Metabolizabilidade da Energia Bruta (MEB)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	27,3857	11	2,48961	0,54	0,8669
Residual	347,71	76	4,57513		
Total (Corr.)	375,096	87			

#### Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Ncalcio	2,26018	2	1,13009	0,25	0,7818
Acido	11,3212	1	11,3212	2,47	0,1199
Fitase	2,81845	1	2,81845	0,62	0,4350
Ncalcio*Acido	1,63348	2	0,816741	0,18	0,8369
Ncalcio*Fitase	0,95347	2	0,476735	0,10	0,9012
Acido*Fitase	4,4319	1	4,4319	0,97	0,3281
Ncalcio*Acido*Fitase	2,51374	2	1,25687	0,27	0,7605
Residual	347,71	76	4,57513		
Total (corrected)	375,096	87			

#### Analysis of Variance for Balanço de Cálcio % (Bca%)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	1463,56	11	133,051	2,45	0,0113
Residual	4133,87	76	54,393		
Total (Corr.)	5597,43	87			

#### Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	1097,21	2	548,606	10,09	0,0001
BUT	10,9941	1	10,9941	0,20	0,6543
FIT	1,35645	1	1,35645	0,02	0,8749
NC*BUT	27,6456	2	13,8228	0,25	0,7762
NC*FIT	72,8839	2	36,4419	0,67	0,5147
BUT*FIT	57,0253	1	57,0253	1,05	0,3091
NC*BUT*FIT	178,99	2	89,495	1,65	0,1997
Residual	4133,87	76	54,393		
Total (corrected)	5597,43	87			

Regression Analysis - Linear model:  $Y = a + b \cdot X$

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	88,667	6,28366	14,1107	0,0000
Slope	-8,67317	1,90943	-4,54229	0,0000

#### Analysis of Variance for Balanço de Cálcio g (BCag)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	2493,97	11	226,724	3,18	0,0014
Residual	5413,97	76	71,2364		
Total (Corr.)	7907,93	87			

#### Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	2094,37	2	1047,18	14,70	0,0000
BUT	10,3301	1	10,3301	0,15	0,7044
FIT	0,219712	1	0,219712	0,00	0,9559
NC*BUT	5,15827	2	2,57913	0,04	0,9645
NC*FIT	111,074	2	55,5372	0,78	0,4622

BUT*FIT	0,658662	1	0,658662	0,01	0,9236
NC*BUT*FIT	266,936	2	133,468	1,87	0,1606
Residual	5413,97	76	71,2364		
Total (corrected)	7907,93	87			

Regression Analysis - Linear model:  $Y = a + b \cdot X$

Parameter	Estimate	Standard Error	T	Statistic	P-Value
Intercept	0,979592	0,260589	3,75914		0,0003
Slope	0,411935	0,078817	5,22648		0,0000

#### Analysis of Variance for Consumido Ca (ConsCa)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	18793,7	11	1708,52	21,86	0,0000
Residual	5940,83	76	78,1688		
Total (Corr.)	24734,5	87			

Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	18111,0	2	9055,51	115,85	0,0000
BUT	137,964	1	137,964	1,76	0,1880
FIT	7,38259	1	7,38259	0,09	0,7594
NC*BUT	129,757	2	64,8783	0,83	0,4400
NC*FIT	69,2637	2	34,6319	0,44	0,6437
BUT*FIT	119,991	1	119,991	1,54	0,2192
NC*BUT*FIT	106,537	2	53,2686	0,68	0,5089
Residual	5940,83	76	78,1688		
Total (corrected)	24734,5	87			

#### Analysis of Variance for Excretado Ca (ExcrCa)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	8661,69	11	787,427	9,53	0,0000
Residual	6277,91	76	82,6041		
Total (Corr.)	14939,6	87			

Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	7894,62	2	3947,31	47,79	0,0000
BUT	72,7908	1	72,7908	0,88	0,3508
FIT	5,05511	1	5,05511	0,06	0,8053
NC*BUT	107,935	2	53,9677	0,65	0,5232
NC*FIT	147,424	2	73,7121	0,89	0,4139
BUT*FIT	138,429	1	138,429	1,68	0,1994
NC*BUT*FIT	231,618	2	115,809	1,40	0,2524
Residual	6277,91	76	82,6041		
Total (corrected)	14939,6	87			

Regression Analysis - Linear model:  $Y = a + b \cdot X$

Parameter	Estimate	Standard Error	T	Statistic	P-Value
Intercept	-1,35491	0,285962	-4,73809		0,0000
Slope	0,885562	0,0864911	10,2388		0,0000

#### Analysis of Variance for Balanço de Fósforo % (BP%)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	237,396	11	21,5814	0,78	0,6561
Residual	2095,4	76	27,5711		
Total (Corr.)	2332,8	87			

Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	33,5462	2	16,7731	0,61	0,5469
BUT	2,82197	1	2,82197	0,10	0,7499
FIT	98,1592	1	98,1592	3,56	0,0630
NC*BUT	42,8271	2	21,4135	0,78	0,4636
NC*FIT	19,912	2	9,95598	0,36	0,6981
BUT*FIT	4,96962	1	4,96962	0,18	0,6724
NC*BUT*FIT	37,5802	2	18,7901	0,68	0,5089
Residual	2095,4	76	27,5711		
Total (corrected)	2332,8	87			

#### Analysis of Variance for Balanço de Fósforo g (BPg)

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	33,6195	11	3,05632	2,52	0,0092
Residual	92,1474	76	1,21247		
Total (Corr.)	125,767	87			

Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	0,103349	2	0,0516747	0,04	0,9583
BUT	0,148305	1	0,148305	0,12	0,7275
FIT	26,9089	1	26,9089	22,19	0,0000
NC*BUT	2,42465	2	1,21232	1,00	0,3727

NC*FIT	1,33597	2	0,667983	0,55	0,5787
BUT*FIT	0,0206029	1	0,0206029	0,02	0,8966
NC*BUT*FIT	2,36499	2	1,18249	0,98	0,3818
Residual	92,1474	76	1,21247		
Total (corrected)	125,767	87			

**Analysis of Variance for Consumido P (ConsP)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	400,288	11	36,3898	17,16	0,0000
Residual	161,198	76	2,12103		
Total (Corr.)	561,486	87			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	3,62604	2	1,81302	0,85	0,4294
BUT	2,92888	1	2,92888	1,38	0,2436
FIT	384,111	1	384,111	181,10	0,0000
NC*BUT	3,15165	2	1,57582	0,74	0,4791
NC*FIT	2,36617	2	1,18308	0,56	0,5748
BUT*FIT	1,93773	1	1,93773	0,91	0,3422
NC*BUT*FIT	2,26	2	1,13	0,53	0,5892
Residual	161,198	76	2,12103		
Total (corrected)	561,486	87			

**Analysis of Variance for Excretado P (ExcrP)**

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
Model	215,912	11	19,6284	12,32	0,0000
Residual	121,087	76	1,59325		
Total (Corr.)	336,999	87			

## Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
NC	4,74344	2	2,37172	1,49	0,2322
BUT	1,75906	1	1,75906	1,10	0,2967
FIT	207,688	1	207,688	130,36	0,0000
NC*BUT	0,104075	2	0,0520377	0,03	0,9679
NC*FIT	0,693005	2	0,346503	0,22	0,8050
BUT*FIT	1,55872	1	1,55872	0,98	0,3258
NC*BUT*FIT	0,083623	2	0,0418115	0,03	0,9741
Residual	121,087	76	1,59325		
Total (corrected)	336,999	87			

**Dependent Variable: Quantidade de Ca na casca (Cacasca)**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	269.421146	24.492831	0.99	0.4646
Error	69	1707.878680	24.751865		
Corrected Total	80	1977.299826			

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NC	2	96.28938035	48.14469017	1.95	0.1507
BUT	1	33.29156697	33.29156697	1.35	0.2501
FIT	1	1.24180855	1.24180855	0.05	0.8234
NC*BUT	2	2.75767818	1.37883909	0.06	0.9459
NC*FIT	2	39.52861526	19.76430763	0.80	0.4541
BUT*FIT	1	25.36628760	25.36628760	1.02	0.3149
NC*BUT*FIT	2	65.29140134	32.64570067	1.32	0.2741

Regression Analysis - Linear model:  $Y = a + b \cdot X$ 

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	2,04465	0,158151	12,9285	0,0000
Slope	0,0999347	0,0478338	2,08921	0,0399

**Dependent Variable: Balanço corporal de Ca (BCacorp)**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	1220.838648	110.985332	2.80	0.0045
Error	69	2731.996691	39.594155		
Corrected Total	80	3952.835339			

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NC	2	1030.158323	515.079161	13.01	<.0001
BUT	1	9.537496	9.537496	0.24	0.6251
FIT	1	9.736316	9.736316	0.25	0.6216
NC*BUT	2	11.132424	5.566212	0.14	0.8691
NC*FIT	2	63.308609	31.654305	0.80	0.4537
BUT*FIT	1	54.691418	54.691418	1.38	0.2439
NC*BUT*FIT	2	53.398263	26.699131	0.67	0.5128

Regression Analysis - Linear model:  $Y = a + b \cdot X$ 

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	-1,06506	0,198227	-5,37294	0,0000

Slope 0,312001 0,0599551 5,20391 0,0000

**Dependent Variable: Eficiência de deposição de Ca na casca (Cacasca%)**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	4574.848682	415.895335	15.50	<.0001
Error	69	1850.866429	26.824151		
Corrected Total	80	6425.715111			
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NC	2	4498.570866	2249.285433	83.85	<.0001
BUT	1	3.129908	3.129908	0.12	0.7337
FIT	1	1.058846	1.058846	0.04	0.8431
NC*BUT	2	44.664352	22.332176	0.83	0.4393
NC*FIT	2	1.570230	0.785115	0.03	0.9712
BUT*FIT	1	0.000490	0.000490	0.00	0.9966
NC*BUT*FIT	2	28.310710	14.155355	0.53	0.5923

Regression Analysis - Linear model:  $Y = a + b \cdot X$

Parameter	Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
Intercept	122,464	4,55803	26,8678	0,0000
Slope	-18,3258	1,37861	-13,293	0,0000

**Dependent Variable: Balanço Corporal de Minerais (BMc)**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	418.036460	38.003315	1.29	0.2516
Error	69	2040.376784	29.570678		
Corrected Total	80	2458.413243			
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NC	2	49.9034127	24.9517064	0.84	0.4345
BUT	1	24.4496039	24.4496039	0.83	0.3664
FIT	1	7.5120050	7.5120050	0.25	0.6159
NC*BUT	2	46.2015382	23.1007691	0.78	0.4619
NC*FIT	2	115.4979796	57.7489898	1.95	0.1496
BUT*FIT	1	59.3575435	59.3575435	2.01	0.1610
NC*BUT*FIT	2	105.3540164	52.6770082	1.78	0.1761

**Dependent Variable: Balanço Corporal de gordura (BGBc)**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	28079.4572	2552.6779	0.94	0.5121
Error	69	188216.5733	2727.7764		
Corrected Total	80	216296.0305			
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NC	2	3723.17960	1861.58980	0.68	0.5088
BUT	1	1943.88814	1943.88814	0.71	0.4015
FIT	1	355.76160	355.76160	0.13	0.7191
NC*BUT	2	2976.53337	1488.26668	0.55	0.5820
NC*FIT	2	5334.71134	2667.35567	0.98	0.3813
BUT*FIT	1	93.85233	93.85233	0.03	0.8534
NC*BUT*FIT	2	13518.18740	6759.09370	2.48	0.0914

**Dependent Variable: Balanço Corporal de Energia (BEBc)**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	2460269.33	223660.85	0.89	0.5532
Error	69	17317740.16	250981.74		
Corrected Total	80	19778009.49			
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NC	2	439547.7061	219773.8531	0.88	0.4212
BUT	1	77011.1668	77011.1668	0.31	0.5814
FIT	1	251453.6635	251453.6635	1.00	0.3204
NC*BUT	2	478744.1559	239372.0779	0.95	0.3903
NC*FIT	2	445743.7302	222871.8651	0.89	0.4161
BUT*FIT	1	4045.4976	4045.4976	0.02	0.8993
NC*BUT*FIT	2	731619.7700	365809.8850	1.46	0.2399

**Dependent Variable: Balanço Corporal de Proteína (BPBc)**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	11	5533.27653	503.02514	0.43	0.9372
Error	69	80637.61007	1168.66102		
Corrected Total	80	86170.88660			
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
NC	2	518.294007	259.147004	0.22	0.8017
BUT	1	496.384514	496.384514	0.42	0.5167
FIT	1	2095.235093	2095.235093	1.79	0.1850
NC*BUT	2	1073.736231	536.868115	0.46	0.6336
NC*FIT	2	30.500026	15.250013	0.01	0.9870
BUT*FIT	1	0.915544	0.915544	0.00	0.9778
NC*BUT*FIT	2	1367.994920	683.997460	0.59	0.5597