



**DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE  
POEDEIRAS COMERCIAIS DE SEGUNDO CICLO  
ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO FITASE**

**RAQUEL SANTOS AZEVEDO VIEIRA**

**1999**

47728

33471 M.F.N.

**RAQUEL SANTOS AZEVEDO VIEIRA**

**DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS  
DE SEGUNDO CICLO ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO  
FITASE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia, com área de concentração em Nutrição de Monogástricos.

**Orientador**

**Prof. Antônio Gilberto Bertechini**

DESCARTADO

*Gabriel Espinósquini*  
ASSINATURA

Data 12/01/2018

BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA  
UFLA

**LAVRAS**

**MINAS GERAIS - BRASIL**



**RAQUEL SANTOS AZEVEDO VIEIRA**

**DESEMPENHO E QUALIDADE DE OVOS DE POEDEIRAS COMERCIAIS  
DE SEGUNDO CICLO ALIMENTADAS COM RAÇÕES CONTENDO  
FITASE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia, com área de concentração em Nutrição de Monogástricos.

Aprovada em 20 de Agosto de 1999

Prof. Elias Tadeu Fialho – UFLA

Prof. Antônio Soares Teixeira – UFLA

Prof. Joel Augusto Muniz - UFLA



**Prof. Antônio Gilberto Bertechini**  
(Orientador)

**LAVRAS  
MINAS GERAIS-BRASIL**

**A DEUS, e aos meus filhos**

**Henrique e Daniel que me**

**acompanharam durante esta tarefa,**

**DEDICO**

**A meu pai Haroldo de Abreu Azevedo, pela força**

**À minha mãe Irene Santos Azevedo, pelo incentivo**

**Aos meus irmãos Henrique e Iara Santos Azevedo**

**A meu esposo Túlio Pierangeli Vieira, pelo estímulo**

**À minha madrinha e Tia Eliana, pela ajuda**

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realização do curso;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudo;

À empresa BASF, pela doação da enzima NATUPHOS 5000 e pela orientação no decorrer este trabalho;

Ao professor Antônio Gilberto Bertechini, pela orientação, amizade e apoio durante o decorrer do curso e deste trabalho;

Ao Prof. Benedito Lemos de Oliveira, pelo fornecimento das aves e pelas sugestões durante o trabalho;

Ao Prof. Custódio Donizete dos Santos, pela orientação e ensinamento durante as análises bioquímicas;

Ao Prof. Joel Augusto Muniz, pela orientação nas análises estatísticas;

Aos funcionários do Setor de Avicultura, Luís Carlos de Oliveira e José Geraldo; e ao funcionário da fábrica de ração José Geraldo Vilas Boas pelo apoio durante a execução do trabalho;

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal, Eliana Maria dos Santos, Márcio Santos e José Virgílio, pela orientação durante as análises;

Aos alunos da graduação Fabiana R. Diniz Fernandes, Laura Michelon, Alexandre Meneghetti, Gastón Andrés Fernandez Giné, pela colaboração durante a condução do experimento;

Aos colegas do curso de mestrado, em especial Éder Clementino dos Santos, Milene Bormann, Édson José Fassani, e Patrícia Elaine Nascimento e Sidnei Tavares Reis pelo convívio diário;

À minha secretária Rosemar Aparecida Silva, pela ajuda diária;

A todos que ajudaram, direta ou indiretamente, para que se concluisse este trabalho.

## **BIOGRAFIA DO AUTOR**

**RAQUEL SANTOS AZEVEDO**, filha de Haroldo de Abreu Azevedo e Irene Santos Azevedo, nasceu em 03 de maio de 1974 e é natural de Poços de Caldas- Minas Gerais.

Graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Lavras – UFLA, em setembro de 1996.

Em março de 1997, ingressou no curso de mestrado em Zootecnia, com área de concentração em Nutrição de Monogástricos, concluindo-o em 20 de agosto de 1999, pela Universidade Federal de Lavras – UFLA

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	3
2.1 Fósforo .....	3
2.2 Disponibilidade de fósforo nos alimentos .....	5
2.3 Importância do farelo de arroz .....	7
2.4 Fitase .....	8
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	12
3.1 Local e período .....	12
3.2 Instalações e equipamentos .....	12
3.3 Material experimental e manejo .....	13
3.4 Tratamento e rações experimentais .....	14
3.5 Parâmetro avaliados .....	17
3.5.1 Produção de ovos .....	17
3.5.2 Peso dos ovos .....	17
3.5.3 Consumo de Ração .....	17
3.5.4 Conversão alimentar .....	17
3.5.5 Perda de ovos .....	18
3.5.6 Qualidade do ovo .....	18
3.5.6.1 Qualidade interna (Unidade Haugh) .....	18
3.5.6.2 Peso específico .....	19
3.5.6.3 Percentagem de casca .....	19
3.5.6.4 Espessura de casca .....	20
3.5.6.5 Peso da casca por unidade de superfície de área .....	20
3.5.7 Concentração de fósforo, cálcio e cinza na tibia .....	21
3.6 Delineamento experimental .....	21
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	24
4.1 Desempenho das aves .....	24

4.1.1	Produção média d ovos .....	24
4.1.2	Peso médio dos ovos .....	25
4.1.3	Consumo de ração .....	27
4.1.4	Conversão alimentar .....	29
4.1.5	Perdas de ovos .....	30
4.2.	Qualidade dos ovos .....	32
4.2.1	Qualidade interna (Unidade Haugh) .....	32
4.2.2	Qualidade externa .....	34
4.2.2.1	Espessura da casca .....	34
4.2.2.2	Peso específico .....	35
4.2.2.3	Percentagem de casca .....	38
4.2.2.4	Peso de casca por unidade de superfície de área .....	39
4.3	Análise da tibia .....	40
4.3.1	Percentagem de cinza .....	40
4.3.2	Percentagem de fósforo .....	41
4.3.3	Percentagem de cálcio .....	42
4.4.	Atividade da fitase .....	44
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>46</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>52</b>

## RESUMO

VIEIRA, Raquel Santos Azevedo. **Desempenho e qualidade de ovos de poedeiras comerciais de segundo ciclo alimentadas com rações contendo fitase**. Lavras: UFLA, 1999. 61p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia)<sup>1</sup>.

Foram utilizadas 480 poedeiras comerciais leves, pós-muda forçada, da linhagem Hy-line W-36, em um experimento para determinar os efeitos da suplementação de quatro níveis de fitase (100, 200, 300 e 400 FTU) em dois tipos de rações (ração 1- milho, farelo de soja, farelo de arroz e farelo de trigo; ração 2- milho e farelo de soja), sobre o desempenho e qualidade de ovos. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas, onde a subparcela foi o período, com 8 tratamentos na parcela (4 níveis de fitase e 2 rações) com 5 repetições e 12 aves cada, usando 0,16% de fósforo disponível, em ambas as rações. Avaliaram-se parâmetros de desempenho e de qualidade de ovos em 4 períodos de 28 dias cada. As medidas de desempenho foram avaliadas semanalmente, considerando-se a sua média para compor o período, enquanto a qualidade de ovos foi avaliada nos três últimos dias de cada período, também compondo uma média para cada período avaliado. Ao final do experimento, foi abatida uma ave por parcela experimental, afim de se analisar o teor de fósforo, cálcio e cinzas na tibia. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que todos os parâmetros avaliados declinaram com o avanço da idade das aves, independentemente dos níveis de fitase suplementadas, com exceção do peso de ovos. A produção de ovos foi mais alta para ração 2 do que para ração 1, somente no primeiro período experimental, não sendo afetada pela fitase. A suplementação da fitase melhorou os índices de Unidade Haugh (qualidade Interna dos ovos) e o peso específico do ovo. O teor de fósforo na tibia apresentou melhor percentagem para ração 2 e o teor de cálcio aumentou linearmente à medida que se elevou o nível de fitase. Conclui-se que a utilização da enzima fitase foi efetiva em liberar o fósforo fítico e para aves de segundo ciclo o nível de 0,16% de fósforo disponível atende as necessidades para um bom desempenho dessas aves com adição de pelo menos 100 FTU/kg de ração.

---

<sup>1</sup> Comitê orientador: Antônio Gilberto Bertechini – UFLA (Orientador); Antônio Soares Teixeira – UFLA; Custódio Donizete dos Santos – UFLA; Joel Augusto Muniz – UFLA.

## ABSTRACT

VIEIRA, Raquel Santos Azevedo. **Performance and quality of the eggs of layers of second cycle fed with rations containing phytase.** Lavras: UFLA, 1999. 61p. (Dissertation – of Science of Animal Science)<sup>1</sup>.

A total of 480 light commercial laying hens from Hy-line W-36 from second cycle on the beginning laying were used in order to determine the effects of the supplementation at four phytase levels (100, 200, 300 and 400 FTU) in two ration types (ration 1 - corn, soybean meal, rice bran and wheat bran; ration 2 - corn and soybran) on the productive performance and eggs quality. A completely randomized design was used with subdivided portions, where the subgroup was the period, with a treatments (4 phytase levels and 2 rations), 5 replications and 12 hens per parcel(experimental unit). It was utilized 0,16% of available phosphorus in all rations. Performance parameters and quality of eggs were evaluated during four periods of 28 days (16 weeks) represented by subparcels. For each period the performance of laying hens were evaluated weekly while the eggs quality were evaluated in the last three days from each experimental period. At the end of the experiment period, one laying hen in the experimental unit was slaughtered, in order determine the phosphorus, calcium and ashes in the tibia content. According to the results obtained, we should be concluded that: all the evaluated eggs quality parameters were lower with the progress of the laying hens age, independently of the levels of phytase supplemented, except for the eggs weight; the eggs production was higher for ration 2 in relation to ration 1, only for the first phase, being not influenced by the phytase. The supplementation of phytase improved the indexes of eggs weight, Unit Haugh (intern quality of the eggs) and eggs specific weigh. The ration based on corn and soybean meal shown best results. The phosphorus level in the tibia shownh higher percentage for ration 2 and the level of calcium increased linearly as the phytase level increased. Also it was conclude that the use of the enzyme phytase was effective in liberating the phytic acid for laying hens from second cycle by using the level of 0,16% of available phosphorus in order to reach a good performance. At the overall conclusion that level of 0.16% of phosphorus available in diets supplemented with at least 100 FTU/Kg of phytase should be recommended in diets for laying hens from second cycle of production

---

Guidance Committee: Antônio Gilberto Bertechini – UFLA (Adviser); Antônio Soares Teixeira – UFLA; Custódio Donizete dos Santos– UFLA and Joel Augusto Muniz - UFLA.

## 1 INTRODUÇÃO

A avicultura de postura tem evoluído muito nos últimos anos e como segmento importante na produção de alimentos humanos de alto valor biológico, têm se adequado as técnicas que possibilitam a melhoria da eficiência de produção das aves. A alimentação dessas aves representa a maior fração do custo de produção e, pequenas melhorias na eficiência de utilização dos nutrientes das rações podem resultar em grandes economias.

Porém com os avanços da biotecnologia mundial têm dado importantes contribuições para a nutrição animal. Dentre os produtos desta tecnologia as enzimas exógenas são destaques e têm sido desenvolvidas com finalidades específicas de auxiliar no processo de aproveitamento de nutrientes pelos animais monogástricos, em especial.

Neste contexto, tem sido objeto de estudo efeitos da enzima fitase na hidrólise de fósforo fitico dos ingredientes de origem vegetal das rações das aves.

Os primeiros estudos sobre ação desta enzima foram realizados por Nelson et al.(1968) que reconheceu o potencial da fitase microbiana quando tratava farelo de soja com fermentado de *Aspergillus ficuum*, e verificava melhoria na utilização do fósforo fitico da dieta das aves.

As poedeiras comerciais de segundo ciclo têm menor exigência de fósforo disponível na ração, no entanto, caso fosse aumentada a utilização do fósforo fitico, poderia contribuir para reduzir a suplementação da fonte inorgânica, principalmente em rações com altos teores deste fósforo.

A maior parte do fósforo presente nos ingredientes vegetais está na forma de fitato, necessitando da enzima fitase para seu aproveitamento. Acontece que as aves não produzem esta enzima no seu trato digestivo, necessitando assim da fonte exógena para poder disponibilizar parte deste fósforo que se encontra na forma de quelato.

O fósforo é o elemento mineral que mais onera o custo das rações das poedeiras comerciais, principalmente no Brasil, que tem o maior preço a nível mundial.

Existe assim, a necessidade de estudar alternativas que possam contribuir para reduzir o custo da suplementação de fósforo nas rações das poedeiras comerciais. Neste sentido, a utilização da fitase poderia contribuir para reduzir a suplementação do fósforo e também o custo da ração.

O presente trabalho, portanto, tem por objetivo, estudar os efeitos da suplementação de duas rações com vários níveis da enzima fitase, sobre o desempenho e a qualidade do ovo das poedeiras comerciais de segundo ciclo de produção.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Fósforo

O fósforo é um mineral altamente relacionado com a produção e a qualidade dos ovos, por participar de funções metabólicas essenciais no organismo das aves (Barreto, 1994). Por ser de alto custo e pela sua importância fisiológica, é um elemento que requer atenção especial na sua suplementação.

O consumo de quantidades inadequadas deste elemento provoca problemas de anormalidades, redução no tamanho e produção de ovos e má qualidade da casca do ovo, com altos índices de quebra, entre outros (Roland, 1992; Junqueira, 1993; Calderon, 1994)

Do total de fósforo do corpo do animal, cerca de 80% se encontram nos ossos, 10% combinado às proteínas, lipídeos e carboidratos e outros compostos no sangue e músculos e os 10% restantes se encontram distribuídos por vários compostos químicos (Harper, 1973). Entre as importantes funções desempenhadas pelo fósforo destacam-se sua atuação no metabolismo de lipídeos, carboidratos e proteínas; síntese de ácidos nucleicos; formação de fosfolipídeos e atuação no equilíbrio ácido-básico das aves.

A maior parte do fósforo utilizado pelas poedeiras, durante o processo de formação do ovo, é incorporada à gema sob as formas de fosfolipídeos e fosfoproteínas. Uma pequena quantidade é depositada na casca para formar o fosfato de cálcio e uma pequena fração é utilizada na formação da clara (Cavalheiro et al., 1983).

O fósforo atua indiretamente participando como aceptores de hidrogênio liberados na dissociação do  $H_2CO_3$ , na manutenção do nível sanguíneo de bicarbonato e diminuindo a acidose metabólica relacionada com a formação da casca do ovo (Bertechini, 1998).

Segundo Vanderpopuliere e Lions (1992), o fósforo é um elemento crítico nas dietas de poedeiras e a qualidade da casca do ovo é um aspecto muito importante quando se consideram as necessidades deste elemento para as aves.

Roland e Farmer (1986), assinalaram que a diminuição dos níveis de fósforo, com intuito de melhorar a qualidade da casca, nem sempre responde satisfatoriamente neste aspecto assim como no desempenho das aves. Da mesma forma Vanderpopuliere e Lions (1992) concluíram que, apesar de se conseguir melhora no peso específico dos ovos de aves que receberam o nível de 0,4% de fósforo total, comparado aos níveis de 0,5; 0,6 e 0,7% na dieta, o menor nível não foi adequado para peso e produção de ovos.

Summers (1995), observou redução na produção de ovos, após 32 semanas de idade usando dietas com 0,2% de fósforo disponível. Em trabalho semelhante, Rao, Roland e Hoerr (1992), observaram um aumento significativo na qualidade da casca, quando utilizaram dietas contendo 0,2% de fósforo disponível na 26<sup>a</sup> semana de idade das aves. Porém, o aumento foi somente temporário, medido pelo peso específico e resistência à quebra do ovo.

Williams (1991) utilizou níveis de 0,45; 0,42 e 0,32% de fósforo disponível em dietas de poedeiras no início, fase intermediária e final de postura do primeiro ciclo, respectivamente, sendo que o nível de 0,32% pode ser reduzido até 0,28% na fase final. Frost e Roland (1991) observaram redução no peso médio do ovo em dietas com 0,3% de fósforo disponível.

Barreto (1994), afirmou que até a 32<sup>a</sup> semana de idade, as dietas devem conter 0,45% de fósforo disponível, sendo que após, poderá abaixar para melhorar a espessura de casca das poedeiras de primeiro ciclos.

Rodrigues (1995), trabalhando com aves de segundo ciclo de postura, concluiu que 0,35% de fósforo disponível para a fase inicial e 0,25% para a fase final foram satisfatórios para o desempenho e qualidade do ovo.

## 2.2 Disponibilidade de fósforo nos alimentos

O ácido fitico, mioinositolhexafosfato, é um componente que ocorre em abundância em todos os grãos (cereais, leguminosas e oleaginosas), servindo como forma de estocar fósforo (Maga, 1982). O fósforo fitico representa de 50 a 80% do fósforo total presente nas plantas. Os farelo em geral e os cereais, contém altos níveis de fósforo fitico e grãos de leguminosas contém moderada presença, segundo Nelson et al. (1967), correspondendo a maior proporção de fitase das dietas de aves representando considerável importância nutricional. Normalmente as dietas de aves apresentam entre 0,25 a 0,40% de fósforo fitico. A capacidade das aves em utilizar o fósforo fitico é geralmente baixa (Nelson, 1967), e passa a gerar dois problemas: 1) a necessidade de suplementação de fósforo inorgânico nas dietas e, 2) a excreção em larga quantidade de fósforo no solo.

O ácido fitico tem capacidade de se ligar positivamente com vários nutrientes formando complexo entre fitato, proteínas e minerais. Complexos de proteínas tem reduzida disponibilidade e complexo minerais (Ca, Zn, Mg, Cu e Fe) são muito insolúveis, afetando a absorção.

A disponibilidade do fósforo fitico para aves é bem pesquisada e especulada. Evidências indicam que a disponibilidade do fósforo fitico utilizado para aves varia de 0 a 50%, dependendo da idade, tipo de ingrediente e diferentes níveis de fósforo, cálcio e vitamina D (Ravindran et al., 1995).

A degradação do fitato no trato digestivo de aves é atribuída à ação de uma ou mais fitases e com três possibilidades de origem: 1) fitase intestinal, sintetizada nas microvilosidades; 2) atividade da fitase, originada de uma bactéria residente ou 3) atividade da fitase endógena, presente nos ingredientes. A possibilidade da presença de atividade de fitase na secreção intestinal e bactérias intestinais (Warden e Shaible, 1962) são limitados e existem controvérsias, e então conclui-se ter pouca atividade em aves tornando-se desprezível. Entretanto, a presença da fitase em alguns ingredientes é um fato estudado. Os ingredientes trigo, cevada, farelo de trigo

e farelo de arroz são ricos em atividade de fitase, enquanto, milho, farelo de soja e outros contêm pouca ou nenhuma atividade (Tabela 1).

**TABELA 1.** Conteúdo de fósforo fítico e atividade da fitase em alguns ingredientes

<b>INGREDIENTES</b>	<b>FÓSFORO FÍTICO (%)</b>	<b>FÓSFORO FÍTICO/FÓSFORO TOTAL (%)</b>	<b>ATIVIDADE DE FITASE (FTU/KG)</b>
Milho	0,24	72	0
Trigo	0,21	72	545
Sorgo	0,28	84	48
Cevada	0,11	47	595
Farelo de arroz	1,64	91	148
Farelo de soja	0,45	67	53
Farelo de canola	0,59	75	10
Farelo de algodão	0,85	77	28
Grão de soja	0,31	55	0

Selle, (1997)

Salmon et al. (1969) demonstrou que a atividade da fitase endógena do trigo pode variar. Nelson (1976) conclui que as galinhas poedeiras podem hidrolizar apenas 13% do fitato contido no trigo. Este fato pode ter ocorrido por algum fator que altera a atividade da fitase endógena do alimento como cultivar, idade, secagem, condições de estocagem e temperatura da peletização. Temperaturas altas (> 70<sup>o</sup> C) são responsáveis pela inativação parcial ou total da fitase presente no trigo e cevada (Jongbloed e Kemme, 1990).

O pH ótimo de atividade da fitase de plantas está entre 5,0 a 6,5 e sua atividade é inativada em pH menor ou igual a 3,0. Conseqüentemente, no estômago dos animais onde o pH é baixo, ocorre a inativação da fitase endógena. Com isto as condições gastrointestinais bem como parâmetros de processamento podem alterar a atividade e a estabilidade da fitase.

### 2.3 Importância do farelo de arroz

O arroz é o principal cereal em muitas partes do mundo e os seus subprodutos de beneficiamento são vantajosos como importantes recursos alimentícios, visto que no seu processamento, o grão perde consideráveis quantidades de nutrientes que passam a formar parte do farelo. Esse subproduto é usado na alimentação dos animais, sendo uma alternativa na substituição de parte do milho ou do farelo de soja, ingrediente de custo relativamente alto em razão das flutuações de preço no mercado.

A quantidade de farelo de arroz produzidas no Brasil segundo dados do IBGE (1998) é de 11,6 milhões de toneladas. No Rio Grande do Sul, o farelo de arroz integral é produzido em grande quantidade com custo relativamente baixo e com níveis altos de fósforo. Porém, apesar de ser alimento rico em fósforo, pouca importância tem sido dada ao farelo de arroz integral como fonte deste nutriente, por estar quase todo ele na forma fítica, considerada de baixa disponibilidade.

Kratzen e Payne (1977), observaram efeito desfavorável sobre o ganho de peso e conversão alimentar de pintos em crescimento, com o aumento de farelo de arroz na ração (0 a 60% de farelo). Também Souza e Lopez (1994) estudando inclusão de 19,2% de farelo de arroz integral na dieta, observaram diminuição no consumo de ração e ganho de peso das aves e uma alta mortalidade.

Fireman et al. (1997), forneceram rações para poedeiras durante 84 dias com vários níveis de farelo de arroz (0; 8,5; 17,0 e 25,5%) e observaram que a qualidade da casca melhorou com 8,5% de inclusão enquanto a conversão e a produção de ovos foram melhoradas com 17% de farelo de arroz desengordurado.

Teichmann, Lopez e Lopez (1998) observaram que a inclusão de até 900 FTU/kg de ração em dietas com 15% de farelo de arroz integral teve efeito linear para ganho de peso, consumo de ração, teor de cinza nas tíbias e redução de fósforo

nas excretas, entretanto, não foi suficiente para atingir o melhor desempenho dos frangos.

Existem várias outras pesquisas com a utilização do farelo de arroz e fitase para frangos de corte com resultados na maioria das vezes, semelhantes, por outro lado, faltam pesquisas do uso deste ingrediente juntamente com esta enzima para poedeiras velhas que possuem naturalmente menos necessidade de fósforo disponível em relação às outras categorias de aves, tornando-se assim necessário avaliar seu efeito para poedeiras de segundo ciclo de produção.

## 2.4 Fitase

A fitase é uma enzima que hidrolisa o fitato liberando fósforo, inositol e outros nutrientes essenciais. Estes ortofosfatos, liberados estão prontos para serem absorvidos. Com isso os minerais Ca e Mg ou elementos traços vão sendo liberados e convertidos à forma de absorção. A atividade fitase é expressa em “unidade fitase (U) ou FTU que é definido como a quantidade de enzima que hidrolisa 1 micromol de fitato de fósforo inorgânico por minuto proveniente de 1,5 mM de fitato de sódio em pH 5,5 à temperatura de 37° C.

A fitase originou-se de informações genéticas do *Aspergillus ficuum* que foram transferidas para *Aspergillus niger*, o qual é o mais utilizado pela sua alta eficiência de produção através do processo de fermentação. Esta técnica utilizada como estratégia de produção de enzima, confere ao *Aspergillus niger* a propriedade de sintetizar enzimas fitases com diferentes picos de atividade catalítica (pH 2,8; 4,5 e 6,8), permitindo alteração sobre os substratos ácido fítico e/ou fitatos em uma ampla faixa de pH (Power e Kahn, 1993). Swick e Ivey (1992) relataram

detalhadamente as implicações nutricionais e econômicas da suplementação de fitase, sendo que a efetividade de seu uso depende da estabilidade de fatores estressantes (peletização e armazenamento), consistência de resultados de campo e da facilidade de incorporação às rações.

Desta maneira, Cowan (1993) comenta aspectos relacionados ao processo de produção, distribuição e aplicação de enzimas as rações. De acordo como o autor, pela utilização do método “Novo Norclisk de Extração”, que consiste na separação da enzima da massa geradora, a atividade enzimática é mantida por três meses em produtos líquidos e até seis meses na forma em pó em temperaturas de armazenamento menores que 25° C. Após a mistura na ração, a atividade enzimática pode ser mantida, no mínimo, por três meses.

Efeitos do processamento foram avaliados por Simons et al. (1990), onde verificou-se que a atividade da fitase na ração após o processamento, condicionamento a 50° C e peletização a 78° C, foi equivalente a 96% da atividade inicial. Entretanto, o aumento da temperatura de condicionamento e peletização para 60° C e 87° C, respectivamente, provocou uma perda significativa na atividade que foi reduzida para 46%. Mckinight (1996), verificou que a atividade da enzima Natuphos™ 5000L, após sofrer um processo de peletização e ser estocada por 3 meses em duas temperaturas de 20° e 40° C, houve um decréscimo para 81 e 58% da atividade respectivamente.

Newman (1991), citado por Zanini (1997), verificou que a fitase parcialmente purificada com potencial máximo de atividade entre pH 5,0 e 6,0, obtida de *Aspergillus niger*, submetida a condições semelhantes ao processo de peletização, 90° C por 30 minutos, apresentou boa estabilidade, perdendo menos de 16% da atividade inicial.

Utilizando uma ração basal deficiente em fósforo, suplementada com diferentes níveis de fitase fúngica concentrada obtida a partir do *Aspegillus ficuun*, Nelson et al. (1971) obtiveram um aumento linear no ganho de peso e no conteúdo de cinzas nos ossos de pintos de corte. Comparando os resultados obtidos com as

rações suplementadas com 0,05; 0,10; 0,15; 0,20 e 0,25% de fósforo inorgânico, sendo verificado pelos autores que o aumento do nível de fitase nas rações melhorou a utilização do fósforo fitico de 45 a 100%.

Leske e Coon (1998), alimentando poedeiras com 20 semanas de idade, com dietas a base de milho, farelo de soja e arroz, para estudar a retenção de fósforo sem a suplementação de fitase, observaram que a retenção do fósforo na tibia foi de 23,9; 23,0 e 36,1% para as rações farelo de soja, milho e farelo de arroz, com suplementação de 300 FTU/kg e obtiveram um aumento de 64,5; 51,6 e 50,9%, respectivamente.

Simons e Versteegh (1992), submetendo poedeiras de 24 a 52 semanas de idade, a rações deficientes em fósforo (0,14% de fósforo disponível), suplementando com natuphos<sup>®</sup> de 200 – 2000 FTU e um outro grupo recebendo 0,20; 0,26 e 0,34% de fósforo disponível sem suplementação de fitase, verificou que a suplementação de fitase aumentou a produção e peso de casca e houve uma diminuição de 40% da quantidade de fósforo excretado e 100% da mortalidade. Boling et al. (1998), também estudaram os efeitos da suplementação de fitase (100, 200, 250 e 300 FTU) em rações deficientes em fósforo (0,10% de fósforo disponível), e observaram que as aves suplementadas com 100 FTU, obtiveram o máximo de seu desempenho.

Carlos e Edwards (1996), submeteram poedeiras com 56 semanas de idade à uma ração de milho e farelo de soja com 0,29% de fósforo total, suplementadas com 0, 200, 400, 600, 800 e 1000 FTU/kg. A adição de fitase aumentou linearmente o ganho de peso, consumo de ração, produção de ovos, peso dos ovos, teor de fósforo inorgânico no plasma e o teor de fósforo na tibia.

Um e Paik (1999), estudaram níveis de fósforo (0,14; 0,07 e 0% de fósforo disponível) com suplementação de 500 FTU/kg de fitase, e verificaram um aumento na produção de ovos e na unidade Haugh com dieta a base de milho e farelo de soja, e significativa redução da excreção de fósforo nas rações suplementadas e a de maior nível de fósforo.

Gordon e Roland (1996), estudaram a resposta de poedeiras de primeiro ciclo com vários níveis de fósforo disponível (0,1; 0,2; 0,3; 0,4 e 0,5%) suplementadas (300 FTU/kg) ou não, e concluíram que rações com 0,1% de fósforo disponível suplementadas com fitase foram suficientes por proporcionar aumento no desempenho das aves. Boling et al. (1996), confirmam que 0,1% de fósforo disponível suplementada com 300 FTU/kg suporta o máximo de desempenho, para aves de primeiro ciclo.

Bormann (1999), estudando a resposta de poedeiras de segundo ciclo com vários níveis de fósforo disponível (0,18; 0,24; 0,30; 0,36) suplementadas com fitase (300 FTU/kg) e na sua ausência, concluiu que o nível de 0,18% de fósforo disponível com fitase e 0,29% de fósforo disponível sem fitase, foram os níveis ideais para poedeiras de segundo ciclo, demonstrando que altos níveis de fósforo pioram o desempenho das aves velhas. O nível de 0,29% de fósforo disponível foi o que proporcionou o maior teor de fósforo na tibia, independente do uso de fitase.

A maioria dos estudos com a utilização da fitase foram realizados com poedeiras de primeiro ciclo, que apresentam maior necessidade de fósforo dietético. Por outro lado, somente o trabalho de Bormann (1999) foi realizado com aves de segundo ciclo. Existe assim a necessidade de estudar o uso da fitase para essas aves, considerando que as mesmas possuem menores necessidades dietéticas deste macroelemento.

A utilização de fitase poderia resultar em economia das fontes inorgânicas de fósforo, aspecto interessante se se considerar que este elemento é um mineral não renovável na natureza e, segundo projeções, as fontes inorgânicas de fósforo esgotar-se-iam em menos de 100 anos, a continuar sua utilização extensiva na produção agropecuária. É necessário esclarecer que o custo de incorporação das fitases deve, ao menos, compensar o preço dos suplementos de fósforo inorgânico e diminuir o custo da ração (dado que o fósforo representa cerca de 3% desse custo), além do mais, contribuiria para evitar a contaminação ambiental que é uma das maiores preocupações para o século XXI.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local e período**

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, município de Lavras, localizado na Região Sul do Estado de Minas Gerais, a uma com altitude de 910 metros.

O presente trabalho teve duração de 112 dias, divididos em 4 períodos de 28 dias cada, tendo o seu início em 24/03/98 e o seu término em 14/07/98.

#### **3.2 Instalações e equipamentos**

As aves foram alojadas em galpão convencional de postura, com 8 fileiras de gaiolas, cobertas com telhas de cimento amianto. Foi utilizado um comedouro tipo calha de chapa galvanizada, com protetor de desperdício de ração de 2,5 cm de largura e bebedouro tipo “nipple”, dispostos em sua parte superior em número de um bebedouro para duas gaiolas (6 aves).

Foi utilizada uma densidade de 400 cm<sup>2</sup>/ave (3 aves por gaiola de 30x40x40 cm), e a temperatura ambiente foi registrada diariamente às 16 horas, através de termômetros de máxima e mínima, localizados no centro do galpão.

No decorrer do experimento as temperaturas médias registradas foram de 27,5 e 15,5° C para máxima e mínima, respectivamente.

### **3.3 Material experimental e manejo**

Foram utilizadas 480 poedeiras leves da linhagem Hy-Line W36, oriundas de plantel comercial, que foram submetidas a muda forçada no final do primeiro ciclo (72<sup>a</sup> semana de idade). A muda e a alimentação das aves foram realizadas conforme Oliveira (1981).

As aves receberam manejo, alimentação e vacinações (bronquite infecciosa e new castle) semelhantes ao primeiro ciclo de postura.

O regime de iluminação adotado foi de 17 horas de luz( natural+ artificial) por dia (das 3 às 20 horas), utilizando luz fluorescente.

O preparo das rações ocorreu a cada 15 dias, e foram armazenadas em local fresco e arejado. Os tratamentos foram sorteados para cada unidade experimental e as rações fornecidas à vontade. A água também ficou disponível durante todo o período experimental. Uma amostra de cada ração foi coletada a cada 15 dias e armazenadas em local fresco e arejado, para posteriores análises. Diariamente foram anotados em fichas apropriadas, por parcela, o consumo de ração, número de ovos íntegros, quebrados, sem casca e com casca mole. A coleta de ovos foi realizada duas vezes ao dia, às 10:00 e às 16:30 horas e ao final de cada semana, determinou-se o peso de todos os ovos íntegros e o consumo de ração de cada parcela. Os parâmetros de qualidade foram medidos nos ovos colhidos nos três últimos dias de cada período de 28 dias.

### 3.4 Tratamentos e rações experimentais

As parcelas experimentais receberam os tratamentos que constavam de 2 tipos de dietas (1 – Milho, farelo de soja, farelo de trigo e farelo de arroz integral; 2 – Milho e farelo de soja) e 4 níveis de fitase (100, 200, 300 e 400 FTU/kg), resultando em 8 tratamentos. A composição dos ingredientes nas rações experimentais está apresentada na Tabela 2.

TABELA 2. Composição química média dos ingredientes das rações experimentais.

INGREDIENTES	COMPOSIÇÃO					
	PB (%) <sup>1</sup>	EM (kcal/kg) <sup>2</sup>	EE (%) <sup>1</sup>	Cálcio (%) <sup>1</sup>	P total <sup>1</sup>	P disponível <sup>3</sup>
Milho	8,76	3416	4,3	0,03	0,27	0,09
Farelo de Soja	46,82	2283	0,9	0,25	0,54	0,18
Farelo de trigo	16,66	1740	4,1	0,14	0,87	0,28
Farelo arroz	15,97	1630	16,26	0,06	1,52	0,23
Calcário calcítico	-	-	-	37,32	-	-
Fosfato bicálcico	-	-	-	24,10	18,32	18,32
Óleo soja	-	8786	-	-	-	-

<sup>1</sup> Análise realizada no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA;

<sup>2</sup> Dados obtidos de Rostagno et al. (1992);

<sup>3</sup> Dados calculados de acordo com Rostagno et al. (1992).

A enzima utilizada foi a Natuphos<sup>®</sup> 5000 da BASF, onde se preconiza a atividade mínima em 5000 FTU/kg, e, a partir deste valor foi calculado 20, 40, 60 e 80g de fitase/tonelada de ração, que correspondeu a 100, 200, 300 e 400 FTU/kg, respectivamente. Após a inclusão da fitase às rações, foram retiradas amostras para posterior análise no Laboratório de Bioquímica do Departamento de Química da UFLA, para avaliar a estabilidade da enzima na ração e a estabilidade da enzima pura, mantida em ambiente fresco e arejado. As médias por período em FTU da fitase na ração encontram-se na Tabela 3. A análise de atividade da fitase foi feita segundo Engelen et al. (1994), baseada na determinação do ortofosfato inorgânico liberado durante a hidrólise do fitato de sódio em pH 5,5 a 37° C.

Para a formulação das rações experimentais adotaram-se as recomendações estabelecidas por Oliveira (1995) e Rodrigues (1995) para poedeiras de segundo ciclo (Tabela 4). O suplemento vitamínico e mineral se encontra na Tabela 5.

**TABELA 4.** Composição das rações utilizadas no experimento

INGREDIENTES	TIPOS DE RAÇÕES	
	1	2
Milho moído	52,130	62,125
Farelo de soja	20,108	23,069
Farelo de trigo	6,000	-
Farelo de arroz integral	8,000	-
Calcário calcítico <sup>1</sup>	9,604	9,544
Fosfato bicálcico	0,225	0,388
Sal comum	0,453	0,453
Óleo de soja	2,715	1,151
DL-metionina (99%)	0,065	0,061
Suplemento mineral	0,100	0,100
Suplemento vitamínico	0,100	0,100
Caulim	0,500	3,059
<b>TOTAL</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>
COMPOSIÇÃO CALCULADA		
Energia metabolizável (kcal/kg)	2750	2750
Proteína bruta (%)	15,800	15,800
Metionina (%)	0,317	0,315
Metionina + Cistina (%)	0,586	0,586
Lisina (%)	0,776	0,805
Cálcio (%)	3,800	3,800
Fósforo Total	0,464	0,363
Fósforo disponível (%)	0,160	0,168

<sup>1</sup> Calcário fornecido na proporção de  $\frac{2}{3}$  de pó fino e  $\frac{1}{3}$  de calcário pedrisco (2 a 4 mm de diâmetro) de acordo com Oliveira (1995) e Rodrigues (1995).

**TABELA 5.** Composição do suplemento vitamínico e mineral, por quilograma.

<b>INGREDIENTES</b>	<b>QUANTIDADES</b>
<b>SUPLEMENTO VITAMÍNICO</b>	
Vitamina A	10.000.000 UI
Vitamina D <sub>3</sub>	2.000.000 UI
Vitamina E	15.000 mg
Vitamina K <sub>3</sub>	2.000 mg
Vitamina B <sub>1</sub>	1.500 mg
Vitamina B <sub>2</sub>	4.000 mg
Vitamina B <sub>6</sub>	1.000 mg
Vitamina B <sub>12</sub>	10.000 µg
Biotina	60 mg
Ácido nicotínico	30.000 mg
Ácido pantotênico	5.350 mg
Ácido fólico	300 mg
Colina	200 mg
Aditivo antioxidante	100.000 mg
Selênio	150 mg
Veículo q.s.p	1.000 g
<b>SUPLEMENTO MINERAL</b>	
Manganês	75.000 mg
Zinco	50.000 mg
Ferro	20.000 mg
Cobre	4.000 mg
Iodo	1.500 mg
Cobalto	200 mg
Veículo q.s.p	1.000 g

### **3.5 Parâmetros avaliados**

#### **3.5.1 Produção de ovos (% ovos/ave/ dia)**

A produção média de ovos em cada período foi obtida tomando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os trincados, quebrados e anormais, sendo expressa em percentagem sobre o número de aves da parcela.

#### **3.5.2 Peso dos ovos (g)**

Ao final de cada semana experimental pesaram-se todos os ovos íntegros produzidos e obteve-se o peso médio por parcela experimental, e ao final de cada período experimental fez-se uma média das pesagens semanais para se obter o peso médio dos ovos produzidos no período.

#### **3.5.3 Consumo de ração (g/ave/dia)**

A ração destinada a cada parcela foi pesada e acondicionada em baldes plásticos com tampa, sendo que no final de cada semana, as sobras (do cocho e do balde foram pesadas e o consumo de ração determinado em gramas de ração consumida por ave por dia. Ao final de cada período foi calculada a média do consumo nas semanas, correspondente a cada período.

#### **3.5.4 Conversão alimentar (g/g)**

Calculou-se através da divisão do consumo médio de ração (g) pela massa média de ovos (g), expressa em gramas de ração consumida por grama de ovo produzido.

### **3.5.5 Perda de ovos (%)**

Diariamente anotou-se o número de ovos trincados, quebrados, de casca mole ou sem casca e, ao final de cada semana, calculou-se a relação entre os ovos perdidos e o total produzido. As percentagens de 4 semanas que somavam cada período foram computadas para se encontrar a percentagem média de perdas por período de 28 dias.

### **3.5.6 Qualidade do ovo**

Durante os 3 últimos dias de cada período de 28 dias foram coletados 3 ovos por parcela, pesados individualmente e tomadas as medidas para se determinar a qualidade interna e externa dos ovos, com exceção do peso específico, onde todos os ovos íntegros produzidos nas últimas 24 horas dos três dias de coleta, foram avaliados.

#### **3.5.6.1 Qualidade interna (Unidade Haugh)**

Os 3 ovos amostrados por parcela, ao final de cada período, foram pesados e quebrados sobre uma superfície plana de vidro para obtenção da altura de albúmen, utilizando o aparelho TSS – QCM+ (Technical Services and Supplies – TSS) digital, com precisão de 0,1 mm (0,1 – 12 mm). Para obtenção das Unidades Haugh, utilizou-se a seguinte fórmula apresentada por Card e Nesheim (1968):

$$UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 \times PO^{0,37})$$

Onde:

H = altura da albúmen (mm);

PO = peso do ovo (g).

### **3.5.6.2 Peso específico ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )**

Todos os ovos íntegros produzidos nos últimos 3 dias de cada período foram avaliados em 11 soluções de NaCl, com densidade variando de 1,066 a 1,102  $\text{g}/\text{cm}^3$  com gradiente de 0,004 entre elas, determinada com auxílio de um densímetro. Nos dias de análise os ovos foram coletados separadamente por parcela; todos os ovos da parcela eram mergulhados em água limpa e depois nas soluções salinas, da menor concentração para maior e, antes de mergulhar os ovos em outra solução, os mesmos eram mergulhados em água limpa novamente, evitando alterações nas soluções subsequentes. Os resultados dos 3 dias de análise foram transformados em média de densidade de ovos da parcela no período.

### **3.5.6.3 Percentagem de casca**

Os 3 ovos utilizados para avaliação de Unidade Haugh, nos dias de avaliação, após quebrados, tiveram suas casca lavadas em água e secas em estufas de ventilação forçada a 65° C por aproximadamente 12 horas, sendo então pesadas. Através da relação do peso da casca com o peso do ovo, calculou-se a percentagem de casca.

#### 3.5.6.4 Espessura da casca (mm)

Conforme descrito no item anterior, após as cascas serem pesadas as mesmas tiveram sua espessura determinada em 3 locais da região equatorial do ovo, utilizando para esse fim um micrômetro digital MITUTOYO, com precisão de 0,001 mm (0,001 – 25,000 mm). Os valores obtidos nos 3 ovos de cada parcela foram transformados em valor médio por parcela.

#### 3.5.6.5 Peso da casca por unidade de superfície de área (mg/cm<sup>2</sup>)

O peso médio da casca dos ovos por unidade de superfície de área (PCSA), expresso em mg/cm<sup>2</sup>, foi calculado pela equação, conforme Abdallah, Harms e El-Husseiny (1993).

$$PCSA = [PC/3,9782 \times (PO^{0,7056})] \times 1000$$

Onde:

PC = peso da casca (g);

PO = peso do ovo (g).

### **3.5.7 Concentração de fósforo, cálcio e cinzas na tibia (%)**

Ao final do experimento uma ave por parcela foi sacrificada e retirada sua tibia esquerda que foi então colocada em uma panela de alumínio e fervida para amolecer os resíduos de carne. Em seguida todas foram lavadas em água fria e, com auxílio de uma escova, foram retirados os resíduos de carne, a fibula e a cartilagem proximal. Após secagem a 100° C, por aproximadamente 16 horas, foram colocadas em um frasco de vidro com boca larga e tampa hermética, juntamente com éter etílico, para serem desengorduradas posteriormente em extrator de soxhlet. As tibias foram incineradas a 550° C, por 4 horas, em forno mufla, e, em seguida, fez-se a solubilização com 10 ml de ácido clorídrico (1N) para obter a solução mineral. Desta alíquota se determinou a percentagem de fósforo pelo espectrofotômetro, segundo metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1989), cálcio pela técnica do permanganato e cinzas segundo descreve Silva (1981), sendo os resultados expressos na base da matéria seca desengordurada.

### **3.6 Delineamento experimental**

O delineamento foi o inteiramente casualizado utilizando-se um esquema de parcela subdividida no tempo com fatorial na parcela constituída pela combinação dos dois tipos de rações e dos 4 níveis de fitase e nas subparcelas os quatro períodos experimentais (28, 56, 84 e 112), com 5 repetições e 12 aves por parcela, constituída de 4 gaiolas contendo 3 aves cada.

Ao término do experimento comparou-se os dados de fatores de desempenho (consumo de ração, produção, conversão alimentar, peso e perda de ovos) e qualidade de ovo (peso específico, espessura de casca, percentagem de casca, peso de casca por unidade de superfície de área e unidade Haugh) de acordo com o modelo estatístico I:



$$(I) Y_{ijkl} = \mu + R_i + F_j + (RF)_{ij} + B_{(ij)k} + P_l + (RP)_{il} + (FP)_{jl} + (RFP)_{ijl} + e_{ijkl}$$

Onde:

$Y_{ijkl}$  = Valor observado no desempenho e qualidade dos ovos das aves no período  $l$ , que foram submetidas a ração  $i$  que receberam o nível de fitase  $j$  na repetição  $k$ ;

$\mu$  = Média geral do experimento;

$R_i$  = Efeito do tipo de ração  $i$ ; onde  $i = 1, 2$ ;

$F_j$  = Efeito do nível de fitase  $j$ ; onde  $j = 1, 2, 3, 4$ ;

$(RF)_{ij}$  = Efeito da interação da ração  $i$  e do nível de fitase  $j$ ;

$B_{(ij)k}$  = Erro associado a cada observação da parcela, onde  $K = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ ;

$P_l$  = Efeito do período  $l$ ; onde,  $l = 1, 2, 3, 4$ ;

$(RP)_{il}$  = Efeito da interação da ração  $i$  e do período  $l$ ;

$(FP)_{jl}$  = Efeito da interação do nível de fitase  $j$  e do período  $l$ ;

$(RFP)_{ijl}$  = Efeito da interação da ração  $i$ , do nível de fitase  $j$  e do período  $l$ ;

$e_{ijkl}$  = Erro associado a cada observação da subparcela.

Por hipótese, os erros experimentais,  $B_{(ij)k}$  e  $e_{ijkl}$  são independentes e têm distribuição normal com médias zero e variâncias  $\sigma_b^2$  e  $\sigma^2$ , respectivamente.

Ao final do ensaio, foram abatidas 40 aves, correspondendo a uma ave por parcela, para se determinar a concentração de fósforo, cálcio e cinzas na tibia. A análise estatística foi feita considerando um delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições, utilizando um esquema fatorial com oito tratamentos constituído pelas combinações entre as duas rações e quatro níveis de fitase, seguindo o modelo estatístico II:

$$(II) Y_{ijk} = \mu + R_i + F_j + (RF)_{ij} + e_{ijk}$$

Onde:

$Y_{ijk}$  = Concentração de fósforo (cinza e cálcio) na tibia da poedeira que recebeu a ração  $i$  e o nível de fitase  $j$ , na repetição  $k$ ;

$\mu$  = Média geral do experimento;

$R_i$  = Efeito do tipo de ração  $i$ ; onde  $i = 1, 2$ ;

$F_j$  = Efeito do nível de fitase  $j$ ; onde  $j = 1, 2, 3, 4$ ;

$(RF)_{ij}$  = Efeito da interação do tipo de ração  $i$  e o nível de fitase  $j$ ;

$e_{ijk}$  = Erro associado a cada observação, onde  $k = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ .

Por hipótese, o erro experimental,  $e_{ijk}$  é independentes e tem distribuição normal com médias zero e variância  $\sigma^2$ .

Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística utilizando-se o pacote computacional SISVAR (Sistema de análise de variância para dados balanceados), descrito por Ferreira (1998).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Desempenho das aves

#### 4.1.1 Produção média de ovos

A produção média de ovos foi influenciada significativamente ( $P < 0,01$ ), (Anexo 1 A) pelo período experimental, onde ocorreu um pico de produção e depois um decréscimo com a idade das aves, estando estes dados coerentes com os obtidos por Rodrigues (1995), Oliveira (1995) e Oliveira (1998). As aves apresentaram uma média de 81,0% no pico de postura independente o nível de fitase utilizado. Verificou-se efeito significativo ( $P < 0,01$ ) entre os tipos de rações, dentro de cada período experimental (Tabela 6). No primeiro período a produção de ovos foi mais alta para a ração basal (milho/F. soja) possivelmente pelo mesmo apresentar níveis com menores quantidades de fósforo na forma de fitato. Este resultado concorda com os citados por Boling et al.(1998), que para poedeiras de primeiro ciclo obteve o máximo desempenho com 0,15% de fósforo disponível sem suplementação de fitase ou 0,10% de fósforo disponível com suplementação.

**TABELA 6.** Produção ovos (ave/dia), por período experimental e tipo de ração.

PERÍODO	PRODUÇÃO DE OVOS (%)		MÉDIA
	TIPOS DE RAÇÕES		
	1	2	
1 <sup>o</sup>	76,5 B	79,3 A	77,9 b
2 <sup>o</sup>	80,9 A	81,2 A	81,0 a
3 <sup>o</sup>	77,5 A	78,5 A	78,0 b
4 <sup>o</sup>	76,8 A	75,5 A	76,6 c
<b>MÉDIA</b>	<b>77,9 (0,573)</b>	<b>78,8 (0,573)</b>	<b>78,3</b>

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,01$ ).

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,01$ );

Estes resultados confirmam a hipótese de Roland (1986) de que as exigências de fósforo parecem diminuir com a idade das poedeiras. No entanto contradiz aos obtidos por Vanderpopuliere e Lions (1992), os quais concluíram que o nível de 0,4% de fósforo total (0,2% disponível) foi inadequado para a melhor obtenção da produção de ovos.

Mesmo não ocorrendo diferenças nos demais períodos observa-se que existe uma tendência de melhores produções com as rações formuladas à base de milho e farelo de soja.

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de fitase testados sobre a produção de ovos. Estes resultados discordam dos obtidos por Carlos e Edwards (1996), os quais obtiveram um aumento linear, com a utilização da fitase. Da mesma forma Bormann (1999), constatou que a utilização de 0,18% de fósforo disponível com fitase, maximizou a produção. Neste trabalho 0,16% de fósforo disponível com 100 FTU propiciaram resultados de produção semelhantes aos níveis maiores de suplementação desta enzima, indicando desta forma que as necessidades de fósforo para essas aves de segundo ciclo podem ser inferiores aos utilizados no presente experimento.

#### **4.1.2 Peso médio dos ovos**

Nos dados referentes a peso de ovos (Tabela 7 e Anexo 2A), observa-se interação ( $P<0,05$ ) entre ração, dentro de cada período, demonstrando que rações com alto teor de fitato apresentam maiores peso de ovos. Estes resultados contradiz Ravindran et al. (1999), afirmando que dietas com altos teores de ácido fítico apresentaram menores pesos de ovos, devido a este se ligar a proteínas, diminuindo a digestibilidade dos aminoácidos que afetam diretamente, principalmente o peso do ovo, a absorção da metionina. Mostrando com isto que as rações que possuem fitase endógena são capazes de liberar nutrientes complexados, coerentes ao resultados obtidos por Nelson et al. (1967 e 1968). Constatou-se também no presente

experimento que com o avanço da idade das poedeiras os ovos são maiores, estando de acordo com Rodrigues (1995).

O peso do ovo no primeiro e quarto período, apresentou quadrático ( $P<0,05$ ), com a adição de fitase (Figura 1), verificando assim o maior peso, independente do tipo de ração, para o primeiro período de 67,48 g e para o quarto período de 68,02 g, quando se utilizaram 268 FTU/kg e 228 FTU/kg, respectivamente. Constatou-se pelo experimento que a necessidade de fósforo disponível reduz-se com o avanço da idade das poedeiras. Cavalheiro et al. (1983), observaram em aves de primeiro ciclo de produção, ocorrência de ovos menores quando se aumentava os níveis de fósforo da dieta. Estas observações não foram obtidas por Carlos e Edwards (1996) onde a adição da fitase resultou em aumento linear no peso dos ovos.

**TABELA 7.** Peso médio dos ovos, segundo o período experimental, rações e níveis de fitase

PERÍODO	PESO MÉDIOS DOS OVOS				MÉDIA <sup>1</sup>
	NÍVEIS DE FITASE (FTU/KG)				
	100	200	300	400	
<b>RAÇÃO 1</b>					
1 <sup>o</sup>	65,5	67,5	69,1	66,8	67,2 b
2 <sup>o</sup>	67,9	67,7	68,2	66,9	67,7 ab
3 <sup>o</sup>	68,0	68,4	69,2	66,6	68,1 a
4 <sup>o</sup>	68,3	68,6	69,3	66,8	68,3 a
<b>MÉDIA</b>	<b>67,4 (0,452)</b>	<b>68,1 (0,452)</b>	<b>68,9 (0,452)</b>	<b>66,8 (0,452)</b>	<b>67,8</b>
<b>RAÇÃO 2</b>					
1 <sup>o</sup>	66,5	66,0	67,0	66,3	66,5
2 <sup>o</sup>	66,5	67,1	66,4	66,8	66,7
3 <sup>o</sup>	67,2	66,5	67,5	66,1	66,8
4 <sup>o</sup>	66,2	66,7	66,5	65,6	66,3
<b>MÉDIA<sup>2</sup></b>	<b>66,6 (0,452)</b>	<b>66,6 (0,452)</b>	<b>66,8 (0,452)</b>	<b>66,2 (0,452)</b>	<b>66,5</b>

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes se diferem pelo teste de Tukey ( $P<0.01$ )

<sup>2</sup>Efeito quadrático

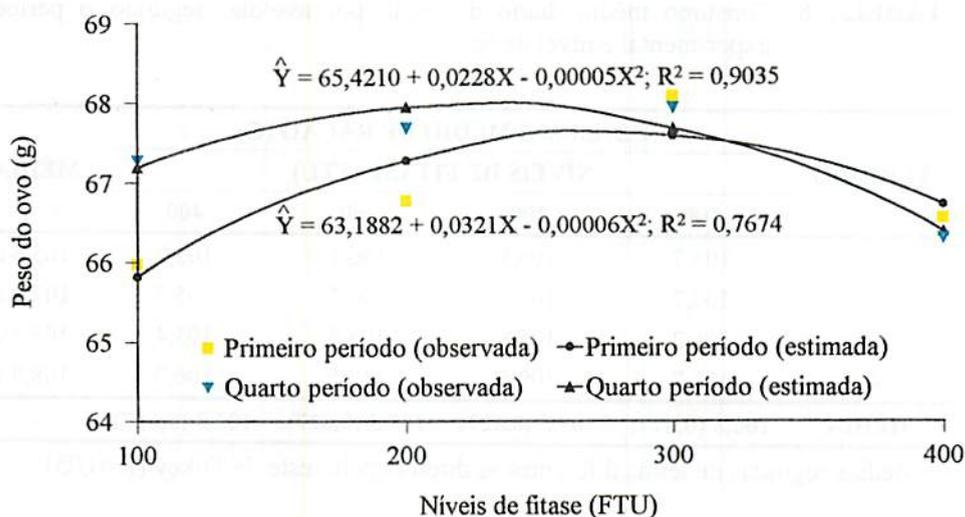


FIGURA 1. Peso dos ovos em função dos níveis de fitase no primeiro e quarto período independente do tipo de ração.

#### 4.1.3 Consumo de ração

Houve efeito ( $P < 0,01$ ) do período experimental sobre o consumo de ração, mostrando um menor consumo no primeiro e terceiro períodos quando comparados ao segundo e quarto períodos (Tabela 8 e anexo 3A).

PERÍODO		MÍNIMAS	MÁXIMAS	MÉDIA
TEMPERATURAS (°C)				
1ª (24/03 - 20/04/98)		19,0	31,0	25,0
2ª (21/04 - 18/05/98)		16,0	28,0	22,0
3ª (19/05 - 15/06/98)		14,0	25,0	19,5
4ª (16/06 - 14/07/98)		13,0	26,0	19,5
MÉDIAS GERAIS		15,5	27,5	21,5

TABELA 9. Temperatura médias de máxima e de mínima durante o período experimental.

Nos primeiros períodos experimentais o menor consumo de ração, pode ser justificado pelas temperaturas mais altas, aumentando posteriormente seu consumo devido a baixa temperatura (Tabela 9).

CONSUMO MÉDIO DE RAÇÃO (G)		NÍVEIS DE FITASE (FTU)				MÉDIA <sup>1</sup>
PERÍODO		100	200	300	400	
1ª	104,7	106,5	106,2	105,2	105,6 c	
2ª	107,7	108,1	106,7	105,7	107,0 b	
3ª	106,2	105,8	105,8	103,4	105,3 c	
4ª	108,7	109,6	110,5	106,7	108,9 a	
MÉDIA	106,8 (0,627)	107,5 (0,627)	107,3 (0,627)	105,3 (0,627)	-	

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes se diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

TABELA 8. Consumo médio diário de ração por ave/dia, segundo o período experimental e nível de fitase.

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) do tipo de ração sobre o consumo, evidenciando assim que a ração com maior teor de ácido fítico (ração 1) foi equivalente a de menor (ração 2), mostrando que o nível de fósforo disponível não se alterou. Bormann (1999) relata que o consumo aumentou com 0,18% de fósforo disponível, com suplementação ou 0,30% de Pd sem fitase, e diminuiu para 0,28% de Pd com fitase e 0,18% Pd sem fitase, com isso pode-se concluir que o nível de 0,16% de fósforo disponível utilizado no presente trabalho não foi suficiente para alterar o consumo.

Pelos resultados observa-se que os níveis de fitase incorporados na ração não alteraram o consumo médio diário ( $P>0,05$ ) em nenhuma das rações utilizadas, discordando de Carlos e Edwards (1996), que verificaram o efeito. As rações deste trabalho eram isonutrintes e diferenciaram apenas no nível de fósforo fítico e fitase, indicando que estes fatores não exercem efeitos sobre este parâmetro.

#### **4.1.4 Conversão alimentar**

Houve interação entre as rações e os períodos experimentais ( $P<0,01$ ). O estudo da interação mostrou para a ração 1 a conversão alimentar foi melhor no segundo e terceiro período. Para a ração 2 os períodos primeiro, segundo e terceiro foram superiores ao quarto.

Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ), quando se analisaram os níveis de fitase, o que não está de acordo com Bormann (1999), que obteve uma redução na conversão alimentar quando se utilizou fitase, e concluiu que um aumento do fósforo disponível piora a conversão (Tabela 10 e anexo 4A).

Neste trabalho verificou-se que os níveis de fósforo disponível utilizados aliados aos níveis de fitase suplementada, não interferiam neste parâmetro, indicando que o fósforo disponível final de cada tipo de ração não foi excessivo para afetar a conversão alimentar.

Mesmo não ocorrendo efeito ( $P>0,05$ ) do tipo de ração sobre a conversão alimentar, verifica-se uma tendência em piorar a conversão para a ração 2 (milho/farelo de soja), devido ao maior consumo desta ração.

**TABELA 10.** Conversão alimentar por massa de ovos, segundo o período experimental, diferentes rações e níveis de fitase.

PERÍODO	CONVERSÃO ALIMENTAR				MÉDIA <sup>1</sup>
	NÍVEIS DE FITASE (FTU/KG)				
	100	200	300	400	
<b>RAÇÃO 1</b>					
1 <sup>a</sup>	2,18	2,13	1,97	2,04	2,08 b
2 <sup>a</sup>	1,94	1,95	1,91	1,97	1,94 a
3 <sup>a</sup>	1,87	1,98	1,96	2,04	1,97 a
4 <sup>a</sup>	2,11	2,04	2,02	2,16	2,08 b
<b>MÉDIA</b>	<b>2,03 (0,004)</b>	<b>2,03 (0,004)</b>	<b>1,96 (0,004)</b>	<b>2,05 (0,004)</b>	<b>2,02</b>
<b>RAÇÃO 2</b>					
1 <sup>a</sup>	2,00	2,05	2,02	2,03	2,03 a
2 <sup>a</sup>	2,00	1,98	2,00	2,01	2,00 a
3 <sup>a</sup>	2,01	2,02	2,00	2,09	2,03 a
4 <sup>a</sup>	2,18	2,15	2,15	2,23	2,18 b
<b>MÉDIA</b>	<b>2,05 (0,004)</b>	<b>2,05 (0,004)</b>	<b>2,04 (0,004)</b>	<b>2,09 (0,004)</b>	<b>2,06</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras diferentes, no mesmo tipo de ração, diferem-se pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ )

#### 4.1.5 Perdas de ovos

Comparativamente, as taxas de perdas de ovos foram significativamente superiores ( $P<0,01$ ) na fase final de postura, independente do nível de fitase e do uso

de farelos de arroz e trigo, com perdas médias de 2,0% para o primeiro período e 3,37% para o quarto período (Tabela 11 e anexo 5A), confirmando os resultados de experimentos que avaliaram perdas de ovos nas fases de postura no segundo ciclo (Rodrigues, 1995; Oliveira, 1995 e Oliveira, 1998). Estes resultados também estão de acordo com aqueles apresentados em trabalhos com poedeiras em final de primeiro ciclo. Keshavarz (1994), afirma que a qualidade da casca decresce expressivamente na fase final de postura, com ovos cada vez maiores e com casca fina. Verifica-se portanto, que as perdas médias de ovos por período experimental apresentam uma alta correlação com a idade das aves.

Vanderpopuliere e Lions (1992) não observaram diferenças significativas na perda de ovos das aves que receberam dietas de 0,2 a 0,5% de fósforo disponível, mostrando que neste experimento, 0,16% de fósforo disponível mais 0,1% que é liberado teoricamente por 100 FTU/kg; o valor estará no intervalo (0,26%) de fósforo disponível, que os autores estudaram.

**TABELA 11.** Percentagem de perda de ovos segundo período experimental e níveis de fitase.

PERÍODO	PERCENTAGEM DE PERDA DE OVOS				MÉDIA <sup>1</sup>
	NÍVEIS DE FITASE (FTU/KG)				
	100	200	300	400	
1º	1,96	1,93	2,17	1,93	2,00 a
2º	2,49	2,32	3,00	1,90	2,43 ab
3º	2,47	2,41	3,68	2,56	2,78 b
4º	2,99	3,93	3,60	2,97	3,37 c
<b>MÉDIA</b>	<b>2,48 (0,307)</b>	<b>2,64 (0,307)</b>	<b>3,11 (0,307)</b>	<b>2,34 (0,307)</b>	<b>2,65</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras diferentes diferem-se pelo teste de Tukey (P<0,01).

## **4.2 Qualidade dos ovos**

### **4.2.1 Qualidade interna (Unidade Haugh)**

Houve efeito significativo ( $P < 0,01$ ), na Unidade Haugh em relação aos períodos estudados, que passou de 97,02 no primeiro período para 89,48 no quarto período (Tabela 12 e anexo 6A). Estes resultados estão dentro do esperado e de acordo com diversos trabalhos (Rolland, 1982; Al-Batsham et al., 1994) e também de acordo com trabalhos realizados com poedeiras de segundo ciclo (Oliveira, 1995; Rodrigues, 1995 e Oliveira, 1998). Williams (1992), afirmou de forma semelhante que, excluindo as doenças, o fator que mais afeta a Unidade Haugh em ovos frescos é a idade das aves, onde esta apresenta diminuição em taxa constante com o avançar da idade das aves.

Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) do tipo de ração sobre a qualidade interna do ovo, não havendo outros estudos para se compararem os parâmetros, neste aspecto.

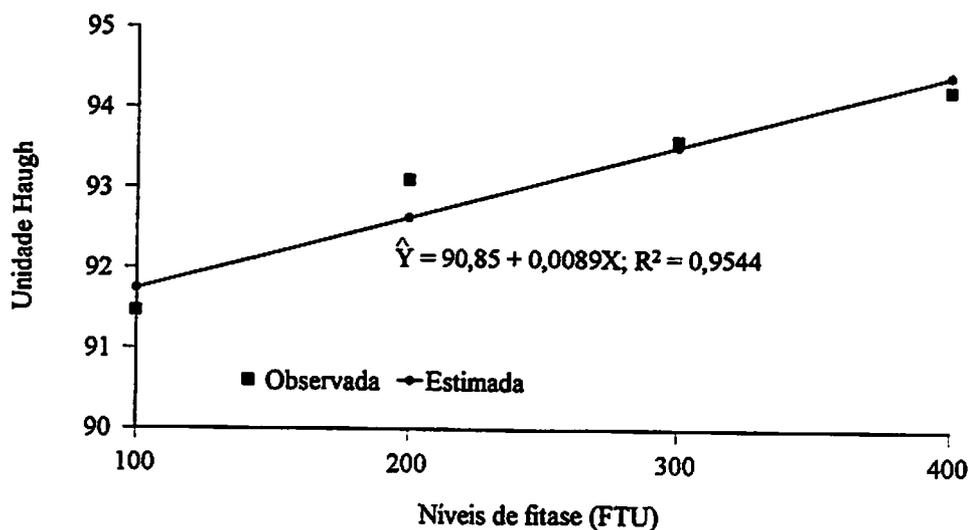
Os níveis de fitase na ração exerceram efeito linear ( $P < 0,05$ ) nos valores da Unidade Haugh. Observaram valores de 91,40 com a suplementação de 100 FTU/kg aumentando até 94,20 para 400 FTU/kg (Figura 2). Estes resultados não estão de acordo com Um e Paik (1999) onde para poedeira de primeiro ciclo, não encontraram diferença significativa para Unidade Haugh com suplementação de fitase, podendo ser justificado por um nível baixo de fósforo disponível (0,14%) utilizado.

**TABELA 12.** Unidade Haugh média dos ovos, segundo o período experimental e níveis de fitase.

PERÍODO	UNIDADE HAUGH				MÉDIA <sup>1</sup>
	NÍVEIS DE FITASE (FTU/KG)				
	100	200	300	400	
1 <sup>o</sup>	96,4	96,9	99,0	95,6	97,0 a
2 <sup>o</sup>	92,8	94,5	93,8	95,5	94,2 b
3 <sup>o</sup>	88,9	90,7	92,9	94,3	91,7 c
4 <sup>o</sup>	87,6	90,3	88,5	91,5	89,5 d
<b>MÉDIA<sup>2</sup></b>	<b>91,4 (0,751)</b>	<b>93,1 (0,751)</b>	<b>93,6 (0,751)</b>	<b>94,2 (0,751)</b>	<b>93,1</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras diferentes, diferem-se pelo teste de Tukey (P<0,05)

<sup>2</sup> Efeito Linear.



**FIGURA 2.** Unidade Haugh média dos ovos, segundo nível de fitase.

## **4.2.2 Qualidade externa**

### **4.2.2.1 Espessura da casca**

A espessura da casca foi afetada significativamente ( $P < 0,01$ ) pelo período experimental, apresentando uma espessura média de 0,353 mm no primeiro período e de 0,339 mm no quarto período (Tabela 13 e anexo 7A). Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira (1995), Rodrigues (1995) e Oliveira (1998).

De acordo com Curtis, Gardner e Mellor (1985), com o aumento da idade das aves a casca do ovo diminui de espessura e, em consequência, sua solidez, não devendo essa menor espessura ser devido à menor disposição de cálcio e sim ao maior peso dos ovos de poedeiras com idade avançada.

No presente experimento, não foi verificado efeito da fitase ( $P > 0,05$ ) sobre a espessura da casca. Os tipos de ração também não afetaram ( $P > 0,05$ ) a espessura da casca, concluindo assim que as duas rações podem ser utilizadas.

Entretanto, Bormann (1999), relatou efeito significativo da fitase sobre a espessura da casca, concluindo que com a suplementação ocorre uma piora neste parâmetro. Estudos com fósforo disponível demonstram que, à medida que o nível eleva-se, a espessura de casca diminui. Pode se inferir que com o uso da fitase, implica em maiores cuidados com os níveis de fósforo disponível usado, para evitar excessos deste elemento, que pode afetar este parâmetro. Os níveis utilizados no presente trabalho contudo, não afetaram a espessura da casca dos ovos, indicando que não houve excessos quanto ao nível de fósforo utilizado.

**TABELA 13.** Espessura média da casca, segundo o período experimental e níveis de fitase

PERÍODO	ESPESSURA DA CASCA				MÉDIA <sup>1</sup>
	NÍVEIS DE FITASE (FTU/KG)				
	100	200	300	400	
1 <sup>a</sup>	0,255	0,349	0,356	0,352	0,353 a
2 <sup>a</sup>	0,347	0,342	0,335	0,336	0,340 b
3 <sup>a</sup>	0,344	0,332	0,342	0,339	0,339 b
4 <sup>a</sup>	0,337	0,345	0,341	0,335	0,339 b
<b>MÉDIA</b>	<b>0,346 (0,002)</b>	<b>0,342 (0,002)</b>	<b>0,343 (0,002)</b>	<b>0,341 (0,002)</b>	<b>0,343</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras diferentes, diferem-se pelo teste de Tukey (P<0,05).

#### 4.2.2.2 Peso específico

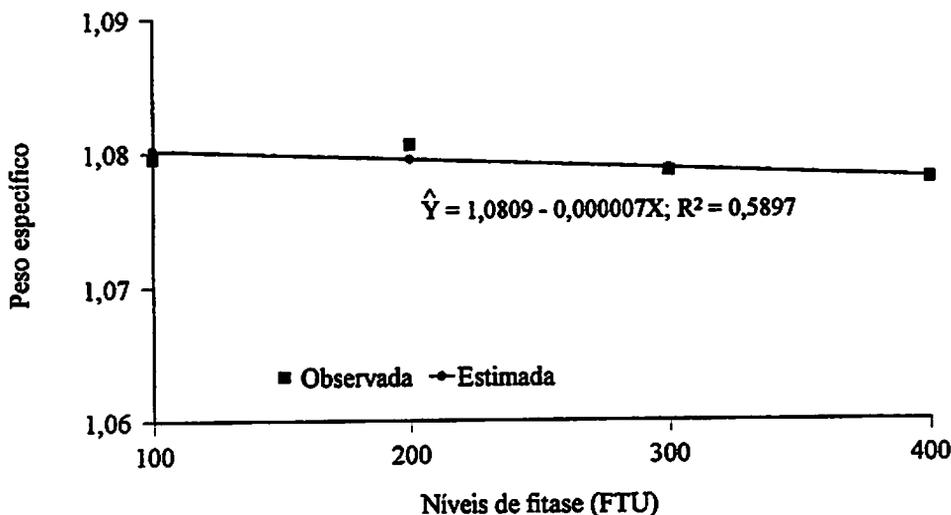
Constatou-se efeito significativo (P<0,01) dos níveis de fitase dentro de cada ração (Tabela 14 e anexo 9A). Com a ração 1 (contendo farelo de arroz e trigo) observou-se efeito linear decrescente (P<0,01) no primeiro período. De acordo com os dados à medida que se aumentou o nível de fitase ocorreu um decréscimo no peso específico. Este fato evidencia que 100 FTU/kg foi o suficiente para liberar uma quantidade de fósforo, para se ter melhor qualidade de ovo. É importante enfatizar que esta ração continha um maior teor de fitato complexado. Pode se observar também a queda do peso específico com o aumento do nível de fitase, em consequência um aumento na disponibilidade do fósforo, e da exigência para galinhas de segundo ciclo de produção. Estes resultados concordam com Barreto (1994) que relata a diminuição da exigência do fósforo de 0,34% para 0,15%, do inicial e final de postura, respectivamente. Os resultados de peso específico mostram uma redução significativa (P<0,05) da fase inicial para fase final de postura. Estes resultados estão de acordo com Oliveira (1995) que constatou um declínio do peso específico do ovo com o avanço da idade das aves (Figura 3).

**TABELA 14.** Peso específico dos ovos segundo período do experimento, tipo de ração e nível de fitase.

PERÍODO	PESO ESPECÍFICO				MÉDIA
	NÍVEIS DE FITASE (FTU/KG)				
	100	200	300	400	
<b>Ração 1 (1,0...)</b>					
1 <sup>a</sup>	796	806	786	780	792
2 <sup>a</sup>	790	790	794	788	790
3 <sup>a</sup>	790	790	794	788	790
4 <sup>a</sup>	776	788	780	782	781
<b>MÉDIA<sup>1</sup></b>	<b>788</b>	<b>793</b>	<b>788</b>	<b>784</b>	<b>788</b>
<b>RAÇÃO 2 (1,0...)</b>					
1 <sup>a</sup>	784	776	798	792	787
2 <sup>a</sup>	802	796	794	794	796
3 <sup>a</sup>	802	796	794	794	796
4 <sup>a</sup>	796	798	778	796	792
<b>MÉDIA<sup>2</sup></b>	<b>796</b>	<b>792</b>	<b>791</b>	<b>794</b>	<b>793</b>

<sup>1</sup> Efeito linear (P<0,01)

<sup>2</sup> Efeito cúbico (P<0,01)



**FIGURA 3.** Peso específico dos ovos segundo os níveis de fitase para o primeiro período na ração 1.

Para a ração a base de milho e farelo de soja (ração 2), temos um efeito cúbico ( $P < 0,01$ ) para o primeiro e quarto períodos, o que representa início e final de postura, respectivamente.

Pela Figura 4 pode-se observar que existe um ponto de inflexão entre duas regressões, sendo este de 233,33 FTU/kg, onde, no primeiro período ocorre um menor aumento até este ponto, e após, ocorre um maior aumento, concluindo assim que na fase inicial as poedeiras necessitam de um nível acima de 233,33 FTU/kg, pois a partir deste valor se tem maior quantidade de fósforo disponível; já para o quarto período de postura, a ave necessita de menor quantidade de fósforo podendo assim se utilizarem níveis abaixo de 233,33 FTU/kg ração.

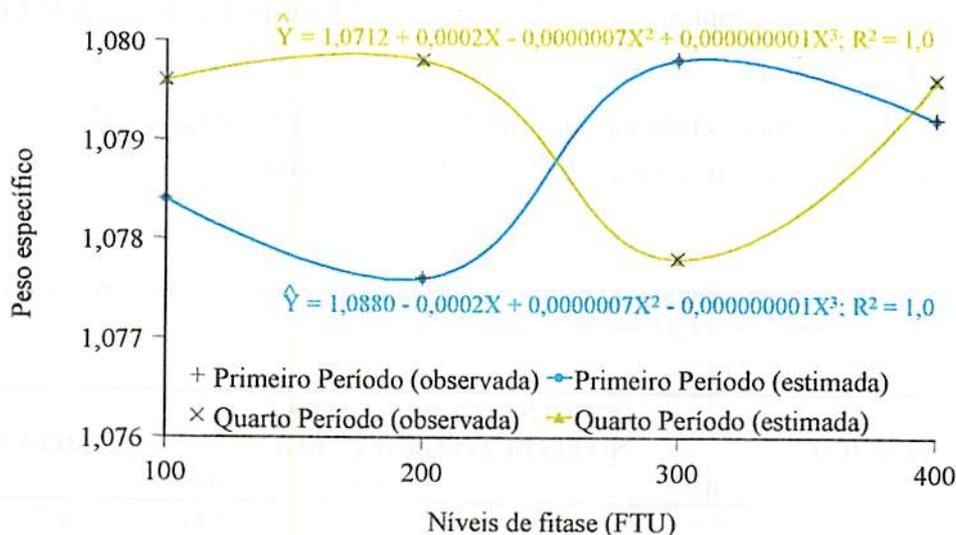


FIGURA 4. Peso específico dos ovos segundo os níveis de fitase para o primeiro e quarto período.

#### 4.2.2.3 Percentagem de casca

Constatou-se influência do período experimental ( $P < 0,01$ ) para a percentagem de casca dos ovos, onde os ovos produzidos no primeiro período apresentaram uma percentagem de casca média de 8,59%, enquanto no último período este valor foi de 8,35% de casca (Tabela 15 e anexo 8A). Estes resultados estão coerentes com o peso específico do ovo que piorou à medida que as aves envelheceram, e a percentagem de casca diminuiu devido ao aumento no tamanho dos ovos, sem aumento no peso da casca (Al-Batshan et al., 1994). Estes resultados estão de acordo com Rodrigues (1995) e Oliveira (1995), que também observaram uma diminuição na percentagem da casca com o avanço da idade das aves.

Não foi observada resposta significativa ( $P > 0,05$ ) pela adição dos níveis de fitase à ração na percentagem de casca, discordando de Bormann (1999), que verificou efeito significativo com adição de 300 FTU/kg e nível de 0,26% de fósforo disponível.

Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) dos tipos de ração utilizadas no presente experimento sobre a percentagem de casca dos ovos.

**TABELA 15.** Percentagem média de casca segundo o período experimental e nível de fitase.

PERÍODO	PERCENTAGEM DE CASCA				MÉDIA <sup>1</sup>
	NÍVEIS DE FITASE (FTU/KG)				
	100	200	300	400	
1º	8,66	8,47	8,62	8,62	8,59 a
2º	8,63	8,40	8,53	8,51	8,52 ab
3º	8,60	8,28	8,38	8,30	8,39 b
4º	8,31	8,45	8,35	8,30	8,35 b
<b>MÉDIA</b>	<b>8,55 (0,052)</b>	<b>8,40 (0,052)</b>	<b>8,47 (0,052)</b>	<b>8,43 (0,052)</b>	<b>8,46</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes, diferem-se pelo teste de Tukey ( $P < 0,01$ ).

#### **4.2.2.4 Peso de casca por unidade de superfície de área (PCSA)**

O peso de casca por unidade de superfície de área (PCSA) não foi afetado ( $P>0,05$ ) pelo período experimental (Tabela 16), não seguindo o comportamento dos outros parâmetros associados como peso e percentagem de casca dos ovos, fatores de evolução antagônica com o avançar da idade. Bormann (1999) relata a influência do período experimental neste parâmetro.

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) dos tipos de rações para PCSA, mostrando que ambas as rações permitiam consumo dos nutrientes que poderiam afetar este parâmetro de forma semelhante.

Os níveis de fitase utilizado não afetaram ( $P>0,05$ ) também, este parâmetro, discordando dos resultados obtidos por Bormann (1999), onde verificou que o nível ideal foi de 0,25% de fósforo disponível com a suplementação de 300 FTU/kg. No presente trabalho, o nível de 0,16% de fósforo disponível está abaixo da recomendação deste autores.

**TABELA 16.** Peso da casca por unidade de superfície de área (PCSA) dos ovos, por tipo de rações, segundo o período experimental e nível de fitase.

PERÍODO	PCSA (mg/cm <sup>2</sup> )				MÉDIA
	NÍVEIS DE FITASE (FTU/KG)				
	100	200	300	400	
<b>RAÇÃO 1</b>					
1 <sup>º</sup>	76,09	73,13	74,05	72,76	73,80
2 <sup>º</sup>	73,61	73,32	73,36	72,93	73,30
3 <sup>º</sup>	72,92	74,92	77,89	74,52	75,06
4 <sup>º</sup>	72,58	74,83	74,01	73,68	73,77
<b>MÉDIA</b>	<b>73,80</b>	<b>74,05</b>	<b>74,83</b>	<b>73,47</b>	<b>74,04</b>
<b>RAÇÃO 2</b>					
1 <sup>º</sup>	74,01	72,61	72,49	74,63	73,43
2 <sup>º</sup>	75,47	72,42	73,71	71,57	73,29
3 <sup>º</sup>	77,17	72,39	73,34	75,60	74,63
4 <sup>º</sup>	73,11	73,71	73,00	71,41	72,81
<b>MÉDIA</b>	<b>74,94</b>	<b>72,78</b>	<b>73,14</b>	<b>73,20</b>	<b>73,54</b>

### 4.3 Análise da tibia

#### 4.3.1 Percentagem de cinza

Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) do tipo de ração e nível de fitase estudado sobre a percentagem de cinzas (Tabela 17), concordando com Teichmann (1998) e com Bormann (1999).

**TABELA 17.** Percentagem média de cinzas na tibia segundo o nível de fitase e tipo de ração.

RAÇÃO	PERCENTAGEM DE CINZA				MÉDIA
	NÍVEIS DE FITASE (FTU/KG)				
	100	200	300	400	
1	63,21	62,97	63,18	64,11	63,37
2	63,79	63,24	66,75	62,95	64,18
<b>MÉDIA</b>	<b>63,50</b>	<b>63,11</b>	<b>64,97</b>	<b>63,53</b>	<b>63,77</b>

#### 4.3.2 Percentagem de fósforo

A percentagem de fósforo na tibia foi afetada significativamente ( $P < 0,05$ ) pelo tipo de ração, o qual apresentou a média de 11,12% na ração a base de milho/farelo de soja e de 10,47% da ração com farelos de arroz e trigo. Estes dados demonstram que a quantidade de fósforo puro na forma de ácido fítico dos farelos de arroz e trigo é maior do que do milho e farelo de soja.

Não foi observado efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de fitase da ração sobre a percentagem de fósforo, comprovando o que Teichmann (1998) havia estudado, e discordando de Carlos e Edwards (1996), que constataram o aumento do teor de fósforo na tibia em função da adição da fitase (Tabela 18). Desta maneira pode concluir que o nível de fósforo disponível utilizado no presente trabalho, associado a adição de 100 FTU/kg permitiu a recomposição dos níveis normais do fósforo ósseo.

**TABELA 18.** Percentagem média de fósforo na tibia segundo o nível de fitase e tipo de ração.

RAÇÃO	PERCENTAGEM DE FÓSFORO				MÉDIA <sup>1</sup>
	NÍVEIS DE FITASE (FTU/KG)				
	100	200	300	400	
1	10,52	10,18	10,50	10,70	10,47 b
2	11,22	10,70	11,16	19,70	11,12 a
<b>MÉDIA</b>	<b>10,87 (0,255)</b>	<b>10,44 (0,255)</b>	<b>11,08 (0,255)</b>	<b>10,80 (0,255)</b>	<b>10,97</b>

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes, diferem-se pelo teste F ( $P < 0,01$ ).

#### 4.3.3 Percentagem de cálcio

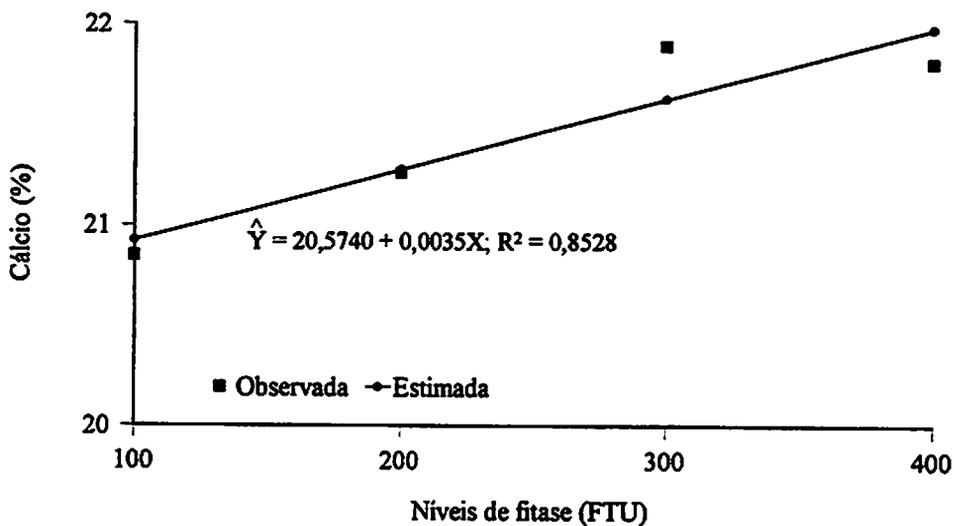
Houve efeito linear ( $P < 0,01$ ) do nível de fitase adicionado às rações sobre a percentagem de cálcio na tibia (Tabela 19, anexo10A e Figura 5). Os resultados mostram que à medida que se elevou o nível de fitase, houve um aumento dos teores de cálcio na tibia. Estes dados discordam dos citados por Teichmann (1998) que não observou este efeito o que, possivelmente tenha sido devido a um nível alto de fitase usado.

Não houve efeito do tipo de ração ( $P > 0,01$ ) e nem tampouco interação ração fitase, para a percentagem de cálcio na tibia, indicando efeitos semelhantes da adição da fitase para os dois tipos de rações estudadas. Apesar dos tipos de ração possuírem níveis semelhantes de cálcio calculados, ambas possuem grande parte do fósforo total na forma de quelato de ácido fítico e, assim os efeitos da fitase foram semelhantes entre si.

**TABELA 19.** Percentagem média de cálcio na tibia de acordo com o nível de fitase e tipo de ração.

RAÇÃO	PERCENTAGEM DE CÁLCIO				MÉDIA
	NÍVEIS DE FITASE (FTU/KG)				
	100	200	300	400	
1	21,11	21,21	21,75	22,24	21,58
2	20,58	21,30	22,02	21,36	21,31
<b>MÉDIA<sup>1</sup></b>	<b>20,85 (0,201)</b>	<b>21,25 (0,201)</b>	<b>21,88 (0,201)</b>	<b>21,80 (0,201)</b>	<b>21,45</b>

<sup>1</sup> Efeito linear (P<0,01).



**FIGURA 5.** Percentagem média de cálcio na tibia em função dos níveis de fitase.

#### 4.4 Atividade da fitase

Estes resultados indicam boa estabilidade da enzima, mantendo a atividade durante os 112 dias experimentais.

**TABELA 3.** Atividade média da fitase pura e na ração / período experimental.

PERÍODO	RAÇÃO COM FITASE (FTU/kg)				FITASE PURA (FTU/g)
	100	200	300	400	
1º	135,89	218,13	320,20	394,52	5.248,27
2º	112,59	216,20	311,11	401,23	-
3º	129,14	208,33	318,82	409,10	-
4º	105,03	198,30	307,32	408,96	-
<b>MÉDIA GERAL</b>	<b>120,66</b>	<b>210,24</b>	<b>314,36</b>	<b>403,45</b>	-

## **5 CONCLUSÕES**

A utilização de vários níveis de fitase não influenciou a produção de ovos independentemente do tipo de ração utilizada;

Considerando o nível de fósforo disponível utilizado, a adição da fitase apresentou o mesmo efeito para ambos tipos de rações;

Os parâmetros de qualidade de casca não foram influenciados pelos tratamentos com exceção da unidade Haugh que apresentou aumento linear à medida que se elevou os níveis de fitase da ração;

O nível de fósforo disponível utilizado neste trabalho de 0,16% com adição de 100 FTU/kg permitiu um bom desempenho das aves.

A enzima fitase manteve sua estabilidade durante todo experimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-BATSHAN, H.A.; HARMS, R.H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality relation to percentage of cracked eggs. *Poultry Science*, Champaign, v.72, n.11, p.2038-2043, nov.1993.
- AL-BATSHAN, H.A.; SHEIDELER, S.E.; BLACK, B.L.; CARLICH, J.D.; ANDERSON, K.E. Duodenal calcium uptake, femur ash and egg shell quality decline with age and increase following molt. *Poultry Science*, Champaign, v.73, n.5, p.1590-1606, Sept., 1994.
- BARRETO, S.L. de T. Efeitos de níveis de fósforo disponível durante o pico de postura para duas linhagens de poedeiras comerciais leves. Lavras:ESAL, 1994. 142p. (Dissertação – Nestrado em Zootecnia).
- BERTECHINI, A.G. *Nutrição de monogástricos* Ed. FAEPE-UFLA, 278p. 1998.
- BITAR, K. AND REINHOLD, J. *Biochim. Biophys. Acta*, v.268, p.442-452, 1972.
- BOLING, S.D. et al. Supplemental phytase improves performance of laying hens consuming diets with low levels of available phosphorus. P.S.A.'97. *Annual Meeting Abstract*. Athens, Georgia. v.76 (supplement 1). p.5, 1997.
- BOLING, S.D. et al. The effect of various dietary levels of phytase and available phosphorus on performance of laying hens. P.S.A.'98. *Annual Meeting Abstracts*. v.77, p.71, 1998.
- BORMANN, M.S. Efeitos da adição de fitase, com diferentes níveis de fósforo disponível, em rações de poedeiras de segundo ciclo. Lavras:UFLA, 1999. 74p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).
- CALDERON, V.M.; JENSEN, L.S. The requirement for sulfur amino acid by laying hens as influenced by the protein concentration. *Poultry Science*, Champaign, v.69, n.6, p.934-944, june, 1990.
- CARD, L.E.; NESHEIM, M.C. *Producción avícola*. Nueva York: Ithaca, 1968. 392p.

- CARLOS, A.B.; EDWARDS Jr, H.M. Phytase improves the natural phytate phosphorus utilization of laying hens fed a corn-soy bean diet. P.S.A'96. **Annual Meeting Abstracts**. v.75, p. 108, 1996.
- CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S.; OLIVEIRA, S.C.; ARNT, L.M. Níveis de fósforo em rações para poedeiras. **Anuário Técnico do Instituto de Pesquisa Zootécnica "Francisco Osório"**, Porto Alegre, v.10, p.7-16, Dez., 1983.
- CURTIS, P.A.; GARDNER, F.A.; MELLOR, D.B. The comparison of selected quality and compositional characteristics of brown and white shell eggs. I. Shell quality. **Poultry Science**, Champaign, v.64, n.2, p.297-301, 1985.
- DUBOIS, A.M.; PENZ, A.M.J. Uso do farelo de arroz desengordurado como fonte de fósforo para poedeiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, **Anais...** Viçosa: SBZ, 1998, p. 43.
- ENGELN, A.J.; HEEFY, F.C.V.; RANDSDORP, P.H.G. et al. Simple and rapid determination of phytase activity. **Journal of AOAC International**. v.77, n.3, p.760-764, 1994.
- FERREIRA, D.N. Sistema de análise estatística para dados balanceados. Lavras: UFLA/DEX/SISVAR, 1998.
- FIREMAN, F.A.T.; RUTZ, F.; MAGGIONI, R. et al. Utilização de farelo de arroz desengordurado com ou sem adição de fonte pigmentante na dieta de poedeiras. **Anais da XXXIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Juiz de Fora, MG. V.4, p.33-35, 1997.
- FROST, T.J.; ROLAND, D.A. The influence of various calcium and phosphorus levels on tibia strength and eggshell quality of pullets during peak production. **Poultry Science**, Champaign, v.70, n.4, p.9633-9639, Apr., 1991.
- GORDON, R.W.; ROLAND, D.A. Reponse of first cycle laying hens to supplemental phytase fed at various phosphorus levels: P.S.A.'96. **Annual Meeting Abstract**. Louisville, K.Y. v.75 (supplement 1). p. 118, 1996.
- GORDON, R.W.; ROLAND, D.A. Performance of commercial laying hens fed various phosphorus levels, with and without supplemental phytase. **Poultry Science** Champaign, v.76, p. 1172-1177. 1997.

- HARPER, H.A. Manual de química fisiológica. 3. Ed. São Paulo: Atheneu Editora de São Paulo, 1973. 570p.
- JONGBLOED, A.W.; KEMME, P.W. *Animal Science Technol.* V.28, p.233-242, 1990.
- JUNQUEIRA, O.M. Avanços recentes nas exigências de fósforo para poedeiras. In: CONFERÊNCIA APINCO 1993 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Santos, 1993. *Anais... Santos:FACTA*, 1993. p.167-175.
- KESHAVARZ, K. Laying hens respond different to high dietary levels of phosphorus in monobasic and dibasic phosphate. *Poultry Science*, Champaign, v73, n5, n.s, p.687-703, May, 1994.
- LESKE, K.L.; COON, C.N. Effect of phytase on total an phytato phosphorus retention of feed ingredients as determined with broilers and laying hens. *Official journal of the Poultry Science Association*. v.77. Supplement 1. p. 54, 1998.
- MAGA, J.A. Phytate: its chemistry, occurrence, food interactions, nutritional significance and methods of analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. V.30, n.1, 1982.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. Potafós. 210p., 1989.
- McKNIGHT, F. Technical specifications and properties of phytase. BASF TECHNICAL SYMPOSIUM. Ithaca. New York. p. 1-15, 1996.
- NELSON T.S.; SHICH, T.R.; WODZINSKI, R.J.; WARE, J.H. The availability of phytate phosphorus in soybean meal before and after treatment with a mold phytase. *Poultry Science*, Champaign. v.47, p.1842 – 1848, 1968.
- NELSON, T.S. The hydrolysis of phytate phosphorus by chicks and laying hens. *Poultry Science*, Champaign, v.55, p.2262-2264, 1976.
- NELSON, T.S. The utilization of phytase phosphorus by poultry. *Poultry Science*. Champaign. v.46, p.862-870, 1967.

- NELSON, T.S.; SHIEH, T.R.; WODZINSKI, R.J. Effect of supplemental phytase on the utilization of phytase phosphorus by chicks. *Journal of Nutrition*. V.101, p. 1289-1292, 1971.
- OLIVEIRA, A.M.G. Planos para alimentação de poedeiras leves no segundo ciclo de postura. Lavras:UFLA, 1998. 73p. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia).
- OLIVEIRA, B.L. Muda forçada em poedeiras comerciais. Lavras:ESAL, 1981. 5p. (Boletim Técnico, 1).
- OLIVEIRA, J.E.F. Níveis de cálcio, forma de fornecimento do calcário e qualidade de ovo de poedeiras leves no segundo ciclo de postura. Lavras:UFLA, 1995. 102p. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia).
- PENZ Jr, A.M. Enzimas em rações de aves e suínos. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Anais... Botucatu – SP, 1998. p. 165-178.
- POWER, R.; KAHN, N. Phytase: the limitations to its universal use and how biotechnology is responding. In: ALLTECH TECHNICAL PUBLICATIONS, *Biotechnology in Feed Industry*, 1993, Proceedings ... Nicholasieu, p.355-368, 1993.
- RAO, S.K.; ROLAND, D.A.; HOERR, F.J. Response of early – and late – maturing commercial leghorn pullets to low levels of dietary phosphorus. *Poultry Science*, Champaign, v.71, n.4, p.691-699, Apr, 1992.
- RAVINDRAM, V.; CABAHUG, S.; RAVINDRAN, G.; BRYDEN, W.L. Influence of microbial phytase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broilers. *Poultry Science*, Champaign, v.78, p.699-706, May, 1999.
- RAVINDRAN, V.; KORNEGAY, D.; DENBOW, Z. et al. Response of turkey poults to tiered levels of Natuphos<sup>®</sup> phytase added to soybean meal based semi-purified diets containing three levels of nonphytate phosphorus. *Poultry Science*, v.74, p.1843-1854, 1995.
- RODRIGUES, P.B. Fatores nutricionais que influenciam a qualidade do ovo no segundo ciclo de produção. Lavras:UFLA, 1995. 139p. (Dissertação de Mestrado em Zootecnia).

- ROLAND, D.A. Egg shell quality III. Calcium and phosphorus requirements of commercial lighthorns. **Word's Poultry Science Journal**, Madison, v.42, n.2, p.154-165, June, 1986.
- ROLAND, D.A. Recent developments with calcium and phosphorus with emphasis on osteopenia in commercial laying hens. In: **MINI-SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL**, 7, Campinas, 1982. **Anais...** Campinas:CBNA, 1992. p.85-102.
- ROLAND, D.A.; FARMER, M. Studies concerning possible explanations for the varying response of different phosphorus levels on eggshell quality. **Poultry Science**, Champaign, v.65, n.5, p.956-963, May, 1986.
- ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos.( Tabelas Brasileiras)**. Viçosa: UFV, 1992. 52 p.
- SALMAN, A.J.; ALL, M.S.; Mc GINNIS, J. Effect of level and source of phosphorus and different calcium levels on productivity and phosphorus utilization by laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.48, p.1004-1009, 1969.
- SELLE, P.H. The potential of microbial phytase the sustainable production of pigs and poultry. **Korean Society of Animal Nutrition and Feed stuffs. 7<sup>th</sup> Short Course and Feed Technology**. Korea, Ansong. p.124, 1997.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos. (Métodos químicos e biológicos)**. Viçosa. 166p.1981.
- SIMONS, P.C.M.; JONGBLOED, A.W.; VERSTEEGH, H.A.J. et al. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in poultry and pigs. In: **Georgia Nutrition Conference, 1992. Georgia, Proceedings...** Atlanta, G.A. p. 100-109, 1992
- SOUZA, G.A.; LÓPEZ, J. Farelo de arroz integral como fonte de fósforo em rações para frango de corte. **REVISTA DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, v.23, 1994. p. 73-84.
- SUMMERS, J.D. Reduced dietary phosphorus levels for layers. **Poultry Science**. Ontario, Canada. V.74, p.1977-1983, 1995.

SWICK, R.A.; IVEY, F.J. Use of enzymes in poultry diets. *Feed management*, Jan., p.11-17, 1992.

TAYLOR, T.G. The availability of plant materials for animals. *Proceedings of the Nutrition Society*. Cambridge, 24(1), p.105-112, 1965.

TEICHMANN, H.F.; LÓPEZ, J.; LÓPEZ, S.E. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo em dietas com farelo de arroz integral para frangos de corte. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. V.27, n.2, p.338-344, 1998.

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.

VANDERPOPULIERE, J.M.; LIONS, J.J. Effect of inorganic phosphate source and dietary phosphorus level on laying hen performance and eggshell quality. *Poultry Science*, Champaign, v.71, n.6, p.1022-1031, June, 1992.

WARDEN, W.K.; SHAIBLE, P.J. Action of antibiotics in stimulating growth of poultry. *Poultry Science*, Champaign, v.41, n.2, p.725-732, 1962.

WILLIAMS, K.C. Same factors affecting albumen quality with particular reference haugh unit score. *Word's Poultry Science Journal*, Madison, v48, n.3, p.5-16, Mar., 1992.

WILLIAMS, W. Nutrição relacionada com a qualidade do ovo e produtividade. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, Campinas, 1991. *Anais...* Campinas:APA, 1991. p.86-91.

ZANINI, S.F. Efeitos da adição de enzimas à ração sobre a utilização de nutrientes para frangos de corte. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1997. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.

## ANEXOS

<b>ANEXO A</b>		<b>Página</b>
<b>TABELA 1A</b>	Resumo da análise de variância para produção média de ovos estimada durante o período experimental. ....	<b>54</b>
<b>TABELA 2A</b>	Resumo da análise de variância para o peso dos ovos estimado durante o período experimental. ....	<b>54</b>
<b>TABELA 3A</b>	Resumo da análise de variância para o consumo de ração estimado durante o período experimental. ....	<b>55</b>
<b>TABELA 4A</b>	Resumo da análise de variância para a conversão alimentar estimada durante o período experimental. ....	<b>55</b>
<b>TABELA 5A</b>	Resumo da análise de variância para a percentagem de perda de ovos estimada durante o período experimental. ....	<b>56</b>
<b>TABELA 6A</b>	Resumo da análise de variância para Unidade Haugh estimada durante o período experimental. ....	<b>56</b>
<b>TABELA 7A</b>	Resumo da análise de variância para a espessura de casca estimada durante o período experimental. ....	<b>57</b>
<b>TABELA 8A</b>	Resumo da análise de variância para a percentagem de casca estimada durante o período experimental. ....	<b>57</b>
<b>TABELA 9A</b>	Resumo da análise de variância para a densidade dos ovos estimada durante o período experimental. ....	<b>58</b>
<b>TABELA 10A</b>	Resumo da análise de variância para a percentagem de cálcio estimada na tibia durante o período experimental. ...	<b>58</b>
<b>TABELA 11A</b>	Resumo da análise de variância para a percentagem de fósforo estimada na tibia durante o período experimental.....	<b>58</b>

<b>TABELA 12A</b>	Análise de variância para o peso dos ovos estimado durante o período experimental, considerando regressão para os níveis de fitase, durante o primeiro período. ....	<b>59</b>
<b>TABELA 13A</b>	Análise de variância para o peso dos ovos estimado durante o período experimental, considerando regressão para os níveis de fitase, durante o quarto período. ....	<b>59</b>
<b>TABELA 14A</b>	Análise de variância para a Unidade Haugh estimada durante o período experimental, considerando regressão para os níveis de fitase. ....	<b>59</b>
<b>TABELA 15A</b>	Análise de variância para a densidade dos ovos estimada durante o período experimental, considerando regressão para os níveis de fitase, durante o primeiro período e, utilizando a ração 1. ....	<b>60</b>
<b>TABELA 16A</b>	Análise de variância para a densidade dos ovos estimada durante o período experimental, considerando regressão para os níveis de fitase, durante o primeiro período e, utilizando a ração 2. ....	<b>60</b>
<b>TABELA 17A</b>	Análise de variância para a densidade dos ovos estimada durante o período experimental, considerando regressão para os níveis de fitase, durante o quarto período e, utilizando a ração 2. ....	<b>60</b>
<b>TABELA 18A</b>	Análise de variância para a percentagem de cálcio estimada na tibia durante o período experimental, considerando regressão para os níveis de fitase, dentro de rações. ....	<b>61</b>

TABELA 1A. Resumo da análise de variância para produção média de ovos estimada durante o período experimental.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Prob. > F
Ração	1	86,28906	86,28906	0,318	0,5767
Fitase	3	495,56359	165,18786	0,610	0,6100
Ração * Fitase	3	175,18277	58,39426	0,215	0,8850
Erro 1	32	8671,21861	270,97558		
Período	3	1902,62711	634,20904	245,111	0,0000
Período * Ração	3	319,21047	106,40349	4,045	0,0073
Período * Fitase	9	412,27802	45,80867	1,174	0,0767
Período * Ração * Fitase	9	95,81499	10,64611	0,405	0,9328
Erro 2	96	2525,16000	26,30375		
CV 1 = 21,0220			CV 2 = 6,54 96		

TABELA 2A. Resumo da análise de variância para o peso dos ovos estimado durante o período experimental.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Prob. > F
Ração	1	258,20372	258,20372	9,587	0,0041
Fitase	3	156,84771	52,28257	1,941	0,1428
Ração * Fitase	3	54,32909	18,10970	0,672	0,5755
Erro 1	32	861,84566	26,93268		
Período	3	31,53892	10,51297	2,575	0,0531
Período * Ração	3	37,36283	12,45428	3,051	0,0281
Período * Fitase	9	82,22953	9,13661	2,238	0,0184
Período * Ração * Fitase	9	41,99819	4,66647	1,143	0,3299
Erro 2	96	391,87584	4,08204		
CV 1 = 7,7227			CV 2 = 3,0066		

TABELA 3A. Resumo da análise de variância para o consumo de ração estimado durante o período experimental.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Prob. > F
Ração	1	278,83678	278,83678	2,391	0,1319
Fitase	3	494,63326	164,87775	1,414	0,2567
Ração * Fitase	3	249,05493	83,01831	0,712	0,5520
Erro 1	32	3732,25003	116,63281		
Período	3	1275,81119	425,27040	26,992	0,0000
Período * Ração	3	121,79740	40,59913	2,577	0,0530
Período * Fitase	9	238,56450	26,50717	1,682	0,0899
Período * Ração * Fitase	9	134,03135	14,89237	0,945	0,4851
Erro 2	96	1512,53760	15,75560		
CV 1 = 10,1191			CV 2 = 3,7191		

TABELA 4A. Resumo da análise de variância para a conversão alimentar estimada durante o período experimental.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Prob. > F
Ração	1	0,28849	0,28849	2,061	0,1608
Fitase	3	0,35039	0,11680	0,835	0,4846
Ração * Fitase	3	0,07317	0,02439	0,174	0,9132
Erro 1	32	4,47881	0,13996		
Período	3	2,34786	0,78262	23,610	0,0000
Período * Ração	3	0,51173	0,17058	5,146	0,0016
Período * Fitase	9	0,53504	0,05945	1,793	0,0666
Período * Ração * Fitase	9	0,32220	0,03580	1,080	0,3755
Erro 2	96	3,1824	0,0332		
CV 1 = 18,3353			CV 2 = 8,9230		

TABELA 5A. Resumo da análise de variância para a percentagem de perda de ovos estimada durante o período experimental.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Prob. > F
Ração	1	11,53476	11,53476	0,961	0,3343
Fitase	3	54,31991	18,10664	1,508	0,2312
Ração * Fitase	3	18,102208	6,03403	0,502	0,6836
Erro 1	32	384,25702	12,00803		
Período	3	161,89172	53,96391	14,286	0,0000
Período * Ração	3	14,23542	4,74514	1,256	0,2886
Período * Fitase	9	42,86427	4,76270	1,261	0,2554
Período * Ração * Fitase	9	47,37351	5,26372	1,393	0,1875
Erro 2	96	362,62848	3,77738		
CV 1 = 130,9004			CV 2 = 73,4176		

TABELA 6A. Resumo da análise de variância para Unidade Haugh estimada durante o período experimental.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Prob. > F
Ração	1	0,00009	0,00009	0,000	0,9985
Fitase	3	246,40752	82,13584	3,257	0,0342
Ração * Fitase	3	146,91415	48,97138	1,942	0,1427
Erro 1	32	807,02157	25,21942		
Período	3	1158,82474	386,27491	17,128	0,0000
Período * Ração	3	107,53108	35,84369	1,589	0,1970
Período * Fitase	9	293,62000	32,62444	1,447	0,1793
Período * Ração * Fitase	9	143,48067	15,94230	0,707	0,7012
Erro 2	96	2164,97056	22,55178		
CV 1 = 5,3710			CV 2 = 5,0890		

TABELA 7A. Resumo da análise de variância para a espessura de casca estimada durante o período experimental.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Prob. > F
Ração	1	0,00055	0,00055	0,200	0,1478
Fitase	3	0,00068	0,00023	0,920	0,4423
Ração * Fitase	3	0,00025	0,00008	0,320	0,8108
Erro 1	32	0,00801	0,00025		
Período	3	0,00543	0,00181	11,050	0,0000
Período * Ração	3	0,00013	0,00004	0,268	0,8484
Período * Fitase	9	0,00220	0,00024	1,494	0,1612
Período * Ração * Fitase	9	0,00271	0,00030	1,836	0,0713
Erro 2	96	0,01572	0,00016		
CV 1 = 4,6084			CV 2 = 3,6867		

TABELA 8A. Resumo da análise de variância para a densidade dos ovos estimada durante o período experimental.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Prob. > F
Ração	1	0,00001	0,00001	1,855	0,1827
Fitase	3	0,00000	0,00000	0,239	0,8689
Ração * Fitase	3	0,00001	0,00000	0,638	0,5963
Erro 1	32	0,00014	0,00000		
Período	3	0,00001	0,00000	3,323	0,0230
Período * Ração	3	0,00001	0,00000	3,148	0,0286
Período * Fitase	9	0,00001	0,00000	1,039	0,4154
Período * Ração * Fitase	9	0,00003	0,00000	2,850	0,0051
Erro 2	96	0,00012	0,00000		
CV 1 = 0,1936			CV 2 = 0,1051		

TABELA 9A. Resumo da análise de variância para a percentagem de casca estimada durante o período experimental.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Prob. > F
Ração	1	0,00006	0,00006	0,000	0,9812
Fitase	3	0,49275	0,16425	0,926	0,4394
Ração * Fitase	3	0,15098	0,05033	0,284	0,8366
Erro 1	32	5,67776	0,17743		
Período	3	1,50036	0,50012	4,469	0,0055
Período * Ração	3	0,09619	0,03206	0,287	0,8352
Período * Fitase	9	0,75777	0,08420	0,752	0,6602
Período * Ração * Fitase	9	1,61294	0,17922	1,601	0,1256
Erro 2	96	10,74288	0,11190		
CV 1 = 4,9765			CV 2 = 3,9522		

TABELA 10A. Resumo da análise de variância para a percentagem de fósforo estimada na tibia durante o período experimental.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Prob. > F
Ração	1	4,18609	4,18609	6,434	0,0163
Fitase	3	2,16149	0,72050	1,107	0,3605
Ração * Fitase	3	1,21901	0,40634	0,625	0,6044
Erro	32	20,82040	0,65064		
CV = 7,4691					

TABELA 11A. Resumo da análise de variância para a percentagem de cálcio estimada na tibia durante o período experimental.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F	Prob. > F
Ração	1	0,70225	0,70225	1,726	0,1982
Fitase	3	7,18184	2,39395	5,885	0,0026
Ração * Fitase	3	2,14019	0,71340	1,754	0,1759
Erro	32	13,01808	0,40682		
CV = 2,9737					

TABELA 12A. Análise de variância para o peso dos ovos estimado durante o período experimental, considerando regressão para os níveis de fitase, durante o primeiro período.

Causas de variação	GL	SQ	QM	Fc	Prob. > F
Regressão linear	1	18,316378	18,316378	1,8700	0,17604
Regressão quadrática	1	53,928451	53,928451	5,5059	0,02191
Regressão cúbica	1	21,895653	21,895653	2,2355	0,13957
Resíduo	67	656,244811	9,794699		

TABELA 13A. Análise de variância para o peso dos ovos estimado durante o período experimental, considerando regressão para os níveis de fitase, durante o quarto período.

Causas de variação	GL	SQ	QM	Fc	Prob. > F
Regressão linear	1	14,661112	14,661112	1,4968	0,22544
Regressão quadrática	1	41,718062	41,718062	4,2592	0,04291
Regressão cúbica	1	6,020550	6,020450	0,6147	0,43580
Resíduo	67	656,244811	9,794699		

TABELA 14A. Análise de variância para a Unidade Haugh estimada durante o período experimental, considerando regressão para os níveis de fitase.

Causas de variação	GL	SQ	QM	Fc	Prob. > F
Regressão linear	1	103,076082	103,076082	4,0872	0,05163
Regressão quadrática	1	68,042723	68,042723	2,6980	0,11026
Regressão cúbica	1	75,288720	75,288720	2,9853	0,09366
Resíduo	32	807,021568	25,219424		

TABELA 15A. Análise de variância para a densidade dos ovos estimada durante o período experimental, considerando regressão para os níveis de fitase, durante o primeiro período e, utilizando a ração 1.

Causas de variação	GL	SQ	QM	Fc	Prob. > F
Regressão linear	1	0,000012	0,000012	6,9165	0,00962
Regressão quadrática	1	0,000003	0,000003	1,9146	0,16893
Regressão cúbica	1	0,000005	0,000005	2,8958	0,09131
Resíduo	124	0,000207	0,000002		

TABELA 16A. Análise de variância para a densidade dos ovos estimada durante o período experimental, considerando regressão para os níveis de fitase, durante o primeiro período e, utilizando a ração 2.

Causas de variação	GL	SQ	QM	Fc	Prob. > F
Regressão linear	1	0,000005	0,000005	3,1651	0,07767
Regressão quadrática	1	0,000000	0,000000	0,0299	0,86296
Regressão cúbica	1	0,000008	0,000008	5,0318	0,02666
Resíduo	124	0,000207	0,000002		

TABELA 17A. Análise de variância para a densidade dos ovos estimada durante o período experimental, considerando regressão para os níveis de fitase, durante o quarto período e, utilizando a ração 2.

Causas de variação	GL	SQ	QM	Fc	Prob. > F
Regressão linear	1	0,000001	0,000001	0,5983	0,44069
Regressão quadrática	1	0,000003	0,000003	1,9146	0,16893
Regressão cúbica	1	0,000009	0,000009	5,3848	0,02194
Resíduo	124	0,000207	0,000002		

TABELA 18A. Análise de variância para a percentagem de cálcio estimada na tibia durante o período experimental, considerando regressão para os níveis de fitase, dentro de rações.

<b>Causas de variação</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>	<b>Fc</b>	<b>Prob. &gt; F</b>
Regressão linear	1	6,125000	6,125000	15,0560	0,00049
Regressão quadrática	1	0,615040	0,615040	1,5118	0,22782
Regressão cúbica	1	0,441800	0,441800	1,0860	0,30516
Resíduo	32	13,018080	0,406815		

