



**EFEITOS DA ADIÇÃO DE FITASE, COM  
DIFERENTES NÍVEIS DE FÓSFORO  
DISPONÍVEL, EM RAÇÕES DE POEDEIRAS  
DE SEGUNDO CICLO**

**MILENE SEVERO LINS BORRMANN**

1999



**MILENE SEVERO LINS BORRMANN**

**EFEITOS DA ADIÇÃO DE FITASE, COM DIFERENTES NÍVEIS DE  
FÓSFORO DISPONÍVEL, EM RAÇÕES DE POEDEIRAS DE SEGUNDO  
CICLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Prof. Antonio Gilberto Bertechini

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
1999

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Borrmann, Milene Severo Lins

Efeitos da adição de fitase, com diferentes níveis de fósforo disponível, em rações de poedeiras de segundo ciclo / Milene Severo Lins Borrmann . —Lavras : UFLA, 1999.

74 p. : il.

Orientador: Antonio Gilberto Bertechini.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Poedeira. 2. Nutrição de monogástrico. 3. Fitase. 4. Fósforo. 5. Ração. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.50855

-636.5142

**MILENE SEVERO LINS BORRMANN**

**EFEITOS DA ADIÇÃO DE FITASE, COM DIFERENTES NÍVEIS DE  
FÓSFORO DISPONÍVEL, EM RAÇÕES DE POEDEIRAS DE SEGUNDO  
CICLO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
de Lavras, como parte das exigências do curso  
de Mestrado em Zootecnia, área de  
concentração em Nutrição de Monogástricos,  
para a obtenção do título de Mestre.

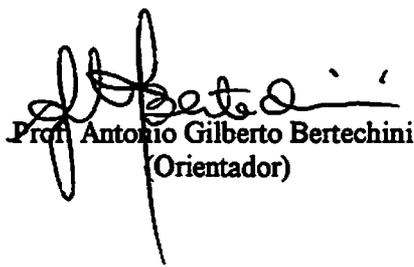
Aprovada em 16 de abril de 1999.

Prof. Custódio Donizete dos Santos

Prof. Antônio Soares Teixeira

Prof. Joel Augusto Muniz

Prof. Elias Tadeu Fialho



Prof. Antonio Gilberto Bertechini  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1999

A Deus, por estar sempre ao meu lado,  
Ao meu querido esposo, Edgard Borrmann,  
À minha filha, Ana Clara,  
**DEDICO**

Aos meus pais, José e Rosemari,  
Às minhas irmãs,  
**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Antônio Gilberto Bertechini, pela oportunidade, indicação do trabalho e orientação.

Aos Professores Benedito Lemos de Oliveira, Custódio Donizete dos Santos, Joel Augusto Muniz, Antônio Soares Teixeira, Elias Tadeu Fialho e Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pelas sugestões e ensinamentos.

Ao Aviário Santo Antônio, por facilitar a aquisição e o transporte das aves utilizadas no experimento.

À BASF S.A., pela doação da fitase e fitato utilizados no presente trabalho e ao Dr. Maciel Luiz Ricci, representante técnico, pelo apoio.

À Professora Cristina Amorim Ribeiro de Lima - UFRRJ, pela amizade e constante incentivo.

Aos acadêmicos do curso de Zootecnia, Renato Alberto Giacometti e Leonardo Vieira de Faria, pelo valioso auxílio na condução do experimento.

Ao companheiro de pós-graduação, Édison José Fassani, pela amizade e preciosa ajuda para este trabalho, e aos colegas Estela Neves da Silva, Reinaldo Kanji Kato, Raquel Santos Azevedo, Elaine Barbosa Muniz,, em especial à Fabiana Cordeiro Rosa, pelo companheirismo e auxílio na condução do experimento.

A todos os colegas da pós-graduação, pelo agradável convívio, e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Milene Severo Lins Borrmann, filha de José Severo Lins e Rosemari Cléa Balsalobre Severo Lins, nasceu em Rinópolis, estado de São Paulo, em 11 de março de 1967.

Em janeiro de 1994, graduou-se em Zootecnia, pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Em janeiro de 1995, foi contratada pela Empresa NUTREMIX PREMIX RAÇÕES LTDA, de Monte Alto-São Paulo, permanecendo até janeiro de 1996. No mesmo ano foi admitida pela Empresa NUTRIPLANT IND. COM. LTDA, de Paulínia-São Paulo, tendo permanecido até fevereiro de 1997.

Em março de 1997, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, na área de Nutrição de Monogástricos, concluído em 16 de abril de 1999.

## SUMÁRIO

	Página
<b>RESUMO</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	3
2.1 O fósforo na nutrição de poedeiras.....	3
2.2 Ácido fítico.....	6
2.3 Uso da enzima fitase nas rações.....	10
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	13
3.1 Local e época de realização do experimento.....	13
3.2 Instalações e equipamentos utilizados.....	13
3.3 Aves e manejo experimental.....	13
3.4 Atividade da fitase.....	14
3.5 Tratamentos e rações experimentais.....	15
3.6 Parâmetros avaliados.....	18
3.6.1 Produção de ovos.....	18
3.6.2 Peso dos ovos.....	18
3.6.3 Consumo de ração.....	18
3.6.4 Conversão alimentar.....	19
3.6.5 Perdas de ovos.....	19
3.6.6 Qualidade do ovo.....	19
3.6.6.1 Qualidade interna (Unidade Haugh).....	19
3.6.6.2 Percentagem de casca.....	20
3.6.6.3 Espessura da casca.....	20
3.6.6.4 Peso específico.....	21
3.6.6.5 Peso da casca por unidade de superfície de área.....	21
3.6.7 Teores de cinza e fósforo na tibia.....	21
3.7 Delineamento experimental.....	22
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	25
4.1 Atividade da enzima fitase.....	25
4.2 Desempenho.....	26
4.2.1 Produção média de ovos.....	26
4.2.2 Peso médio dos ovos.....	31
4.2.3 Consumo de ração.....	33
4.2.4 Conversão alimentar.....	37
4.2.5 Perdas de ovos.....	41
4.3 Qualidade dos ovos.....	42
4.3.1 Qualidade interna (Unidade Haugh).....	42
4.3.2 Qualidade externa.....	45
4.3.2.1 Espessura de casca.....	45

4.3.2.2	Peso específico .....	47
4.3.2.3	Percentagem de casca .....	47
4.3.2.4	Peso de casca por unidade de superfície de área (PCSA) .....	51
4.4	Teores de cinza e fósforo na tibia .....	54
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>56</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>57</b>
<b>ANEXOS</b>	.....	<b>66</b>

## RESUMO

**BORRMANN, Milene Severo Lins. Efeitos da adição de fitase, com diferentes níveis de fósforo disponível, em rações de poedeiras de segundo ciclo. Lavras: UFLA, 1999. 74 p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).**

O experimento foi realizado com o objetivo de estudar os efeitos de níveis de fósforo disponível sobre o desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras de segundo ciclo e determinar o nível adequado de fósforo disponível em sua ração, suplementando ou não com a enzima fitase. Foram utilizadas 480 poedeiras leves de segundo ciclo da linhagem Hy-Line W36 no início de postura. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições e 12 aves por parcela, no esquema de parcela subdividida, com fatorial na parcela constituído da presença e ausência de fitase (0 e 300 FTU / kg de ração) e quatro níveis de fósforo disponível na ração (0,18%, 0,24%, 0,30% e 0,36%), quatro períodos de 28 dias (16 semanas) nas subparcelas. A energia metabolizável, proteína e cálcio foram mantidos a 2.750 Kcal/kg, 15,80% e 3,8%, respectivamente. Para cada período, as medidas de desempenho foram avaliadas semanalmente enquanto a qualidade dos ovos foi avaliada nos três últimos dias de cada período. Ao final do experimento, abateu-se uma ave por parcela experimental, afim de se analisar o conteúdo de fósforo e cinzas na tibia. De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que: o nível de 0,18% de fósforo disponível com fitase e 0,29% sem fitase foi satisfatório para o desempenho das aves, indicando que a enzima foi efetiva em liberar o fósforo ligado no fitato. A qualidade da casca dos ovos declinou com o aumento dos níveis de fósforo disponível na ração, indicando que a idade das aves influencia a capacidade de utilização do fósforo. A melhor qualidade do ovo foi obtida quando utilizou-se 0,29% de fósforo disponível sem fitase e 0,26% com fitase. A concentração de fósforo na tibia das poedeiras não foi influenciada pelo uso ou não de fitase e mostrou que o melhor nível de fósforo disponível suplementado foi o de 0,29%. Recomenda-se, portanto, o nível de 0,29% sem o uso de fitase ou 0,18% de fósforo disponível com fitase para poedeiras de segundo ciclo.

---

Comitê Orientador: Antonio Gilberto Bertechini, - UFLA (Orientador), Benedito Lemos de Oliveira – UFLA e Custódio Donizete dos Santos – UFLA.

## ABSTRACT

**BORRMANN, Milene Severo Lins. Effects of phytase addition with different levels of available phosphorus in diets of laying from second cycle. Lavras: UFLA, 1999. 74 p. (Dissertation – Master in Animal Science - Monogastric Nutrition).**

One experiment was carried out in order to study the effects of available phosphorus levels on the performance and eggs quality of the laying hens from second cycle as well as to determine the adequate level of available phosphorus on the laying hens diets supplemented or not with phytase enzyme. A total of 480 laying hens from Hy Line W 36 from second cycle on the beginning laying were used. A completely randomized design was utilized, with treatments based on factorial schedule 2x4 with 2 phytase level (0 and 300FTU/Kg) 4 levels of available phosphorus (0.18%; 0.24%; 0.30% and 0.36%), during four periods of 28 days (16 weeks) represented by subparcels with 5 replication and 12 laying hens per parcel (experimental unit). The metabolisable energy, protein and calcium were maintained at 2750 Kcal/Kg, 15.80% and 3.8%, respectively. For each period the performance of laying hens were evaluated weekly while the eggs quality were evaluated in the last 3 days from each experimental period. At the end of the experimental period, one laying hen in the experimental unit was slaughtered, in order to determine the phosphorus and ash in the tibia content. According to the results obtained, we should be concluded that: The level of 0.18% of available phosphorus with phytase and 0.29% without phytase in the laying hens diets was technically adequate for laying hens performance, indicating that phytase enzyme was effective in the liberation of phosphorus attached to phytate. The eggshell quality declined with the increase of the level of available phosphorus in the diets, indicating that the laying hens ages had influence on the capacity of phosphorus utilization. The best egg quality was obtained when 0.29% of available phosphorus was utilized in diets without phytase and 0.26% with phytase. The phosphorus concentration in the tibia was not influenced by the phytase supplementation whereas the best level of supplemented available phosphorus was 0.29%. At the overall conclusion the supplementation level of 0.29% of phosphorus available in diets without phytase or 0.18% supplemented with phytase should be recommended in diets for laying hens from second cycle of production .

---

Guidance Committee: Antônio Gilberto Bertechini, - UFLA (Adviser), Benedito Lemos de Oliveira - UFLA e Custódio Donizete dos Santos – UFLA.

# 1 INTRODUÇÃO

A nutrição é um dos fatores que afeta o desempenho e produtividade das poedeiras e tem merecido atenção especial dos pesquisadores. De acordo com dados do Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal publicados na revista Alimentação Animal (1997), a nutrição representa cerca de 70% dos custos da produção de ovos. Isto significa que mudanças na composição nutricional das poedeiras têm influência marcante sobre o resultado econômico do plantel. O objetivo é atingir o máximo de lucratividade na produção, especialmente em relação aos fatores nutricionais.

A poedeira moderna, altamente produtiva, é muito sensível às variações nos níveis nutricionais. Juntamente com a proteína e a energia, os minerais exercem funções relevantes na nutrição e formação dos ovos, sendo o cálcio e fósforo dois nutrientes críticos para assegurar a boa qualidade das cascas, devendo, por isso, estar em níveis adequados e bem equilibrados nas rações para poedeiras.

O fósforo está altamente relacionado com a produção e qualidade dos ovos, e dentre os minerais utilizados nas formulações de rações para aves, é o que mais onera o seu custo final. A suplementação do fósforo nas rações, necessária para completar as necessidades nutricionais das aves, geralmente, é realizada utilizando-se o fósforo inorgânico proveniente do fosfato bicálcico ou farinhas de carne e ossos. Esta, que também contribui fornecendo proteínas, tem sérios problemas de contaminação microbiológica, níveis de cálcio e fósforo muito variáveis, além de ser disponível em quantidades insuficiente para abastecer o mercado.

O uso nas rações da enzima fitase com a finalidade de aumentar o aproveitamento do fósforo orgânico, que está na forma de fitato nos alimentos

de origem vegetal, vem sendo pesquisado, devido a pela necessidade de encontrar alternativas para reduzir o custo da adição do fósforo inorgânico na ração. A longo prazo, as fontes de fósforo inorgânico disponíveis estarão esgotadas, além disso, é necessário reduzir a quantidade de fósforo nas excretas das aves, lançadas no meio ambiente e que podem poluir o solo e os mananciais.

Embora a utilização da fitase venha sendo estudada por pesquisadores, no Brasil e em outros países, não foram encontrados, na literatura consultada, trabalhos utilizando poedeiras de segundo ciclo. A presente pesquisa teve como objetivo estudar os níveis adequados de fósforo disponível nas rações de poedeiras de segundo ciclo, quando se suplementa ou não com a enzima fitase, bem como verificar seu efeito sobre o desempenho e qualidade dos ovos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 O fósforo na nutrição de poedeiras**

Do total de fósforo existente no corpo animal, cerca de 80% encontram-se nos ossos, 10% associado às proteínas, lipídeos e carboidratos, e os 10% restantes encontram-se distribuídos em vários compostos químicos na célula (Harper, 1973).

O tecido ósseo da galinha poedeira se encontra em processo constante de reabsorção e sedimentação de cálcio e fósforo, mantendo-se o equilíbrio sérico através do controle de três hormônios: o estrogênio, o paratormônio e a calcitonina. A elevação dos níveis do estrogênio no sangue das frangas no início de postura é acompanhada pelo aumento do nível sérico de cálcio e redução do nível de fósforo, preparando a ave para a grande demanda de cálcio destinada a formação da casca (Bertechini, 1998). O paratormônio atua reduzindo a excreção do cálcio e fósforo pelos rins, estimulando a reabsorção óssea e ativando a absorção pelo intestino, com a finalidade de elevar os níveis sanguíneos destes elementos, enquanto a calcitonina, em resposta, atua inversamente, aumentando a eliminação de cálcio e fósforo pelos rins, estimulando a sedimentação óssea e reduzindo a absorção intestinal (Sturkie, 1968).

Nas poedeiras o fósforo do soro sanguíneo atinge o seu pico em 6mg%, aproximadamente 30 minutos antes da ovoposição e, dentro do mesmo espaço de tempo, atinge o mínimo de 4,5mg%, mantendo este nível durante aproximadamente 5 horas, quando começa a aumentar, atingindo novamente o pico 30 minutos antes da próxima ovoposição (Harms, 1982). Para Sugiyama e Kusuhara (1993), a reabsorção óssea dos osteoclastos inicia-se por volta de nove

horas após a ovoposição, atingindo o pico máximo em 12 a 15 horas e diminuindo sua atividade logo após.

Do total de fósforo utilizado pelas poedeiras durante o processo de formação do ovo, a maior porção 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 do albúmem (Cavalheiro et al., 1983). Durante a formação da casca do ovo, o nível de fósforo no sangue é alto, ocasionando aumento da excreção de fosfato pelos rins. Nesta eliminação, o fosfato leva íons  $H^+$  auxiliando na manutenção do nível de bicarbonato e, conseqüentemente, reduzindo a acidose relacionada com a formação da casca (Bertechini, 1998).

O fósforo, dentre os elementos minerais, é o que tem um maior número de funções conhecidas. Das importantes funções desempenhadas pelo fósforo destacam-se a sua atuação no metabolismo de lipídeos, glicídeos e protídeos; síntese de ácidos nucleicos; formação de fosfolipídeos e atuação no equilíbrio ácido-base das aves (Cavalheiro et al., 1983).

O fósforo pode ser ingerido na forma orgânica (fitatos, fosfolipídeos, fosfoproteínas) ou na forma inorgânica (mono, di e trifosfato), que são solúveis ou não no suco gástrico. Independente da forma como é ingerido, a absorção depende da sua solubilidade e do contato com as membranas absorventes. A maior parte da absorção ocorre no intestino delgado, principalmente no duodeno onde as condições de acidez são mais favoráveis, e se dá na forma de ortofosfato, sendo a quantidade absorvida influenciada pela fonte, relação cálcio:fósforo, pH intestinal, nível de vitamina  $D_3$  e níveis de outros elementos (Rutz, 1994).

O consumo de quantidades inadequadas de fósforo pode provocar anormalidades esqueléticas, aumento da mortalidade, redução do tamanho e da

produção dos ovos e má qualidade da casca, com altos índices de quebra, entre outros (Roland, 1992; Junqueira, 1993 e Caceres, 1994).

Miles, Costa e Harms (1983) relataram que a qualidade da casca, medida pelo peso específico, foi inversamente relacionada aos níveis de fósforo dietéticos acima de 0,5%. Scheideler e Sell (1986), em um estudo sobre retenção de fósforo em duas linhagens de poedeiras, concluíram que o nível de fósforo disponível afetou significativamente o percentual de cinzas e fósforo no fêmur, como também o de fósforo no soro sanguíneo, indicando que dietas com baixos níveis deste elemento (0,2% de P disponível) não são capazes de prevenir a desmineralização do osso. A suplementação de baixo nível de fósforo nas rações de poedeiras, com o objetivo de reduzir custos com alimentação ou melhoria da qualidade da casca do ovo, tem sido alcançada devido a uma menor concentração de fósforo inorgânico no plasma, proveniente do baixo nível de fósforo dietético e uma maior reabsorção do cálcio dos ossos (Dudley-Cash e Halloran, 1989). Frost e Roland (1991) observaram uma redução no peso médio do ovo em dietas com 0,3% de fósforo disponível. Keshavarz e Nakajima (1993) concluíram que nem a qualidade da casca e nem a produção foram afetadas com níveis de cálcio de 3,5 a 5,5% e níveis de fósforo disponível baixos (0,2%), de 52 a 64 semanas de produção.

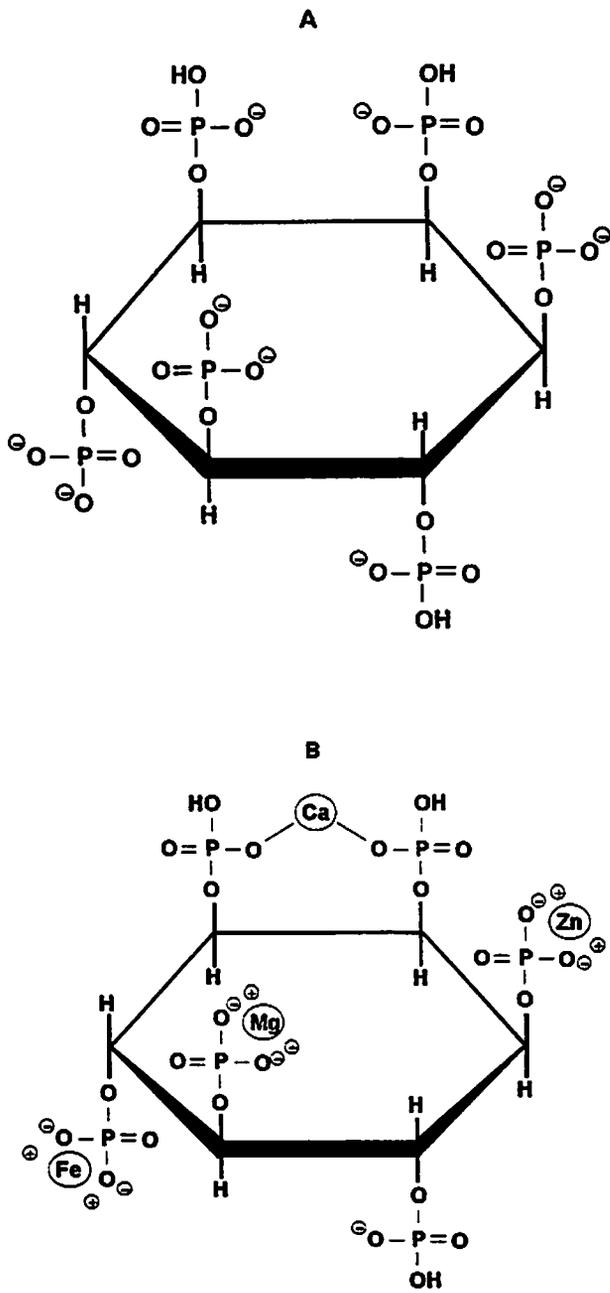
Segundo Vandepopuliere e Lyons (1992), o fósforo é um nutriente crítico nas dietas de poedeiras e a qualidade da casca do ovo é um aspecto muito importante quando se consideram as exigências deste elemento para as aves e sugerem cuidado na redução dos níveis de fósforo dietético, pois os suplementos de fósforo variam seus níveis de disponibilidade. As pesquisas sobre as necessidades de fósforo para poedeiras têm recebido especial atenção e, embora a literatura seja bastante ampla no que diz respeito às fontes e níveis deste elemento para aves de postura, há inúmeras controvérsias em relação ao nível nutricional adequado e o economicamente viável (Junqueira, 1993).

Um dos problemas na determinação das exigências de fósforo para poedeiras comerciais é a disponibilidade desse nutriente nos vegetais, que varia de acordo com as espécies, podendo suprir até 50% ou mais do fósforo total nas dietas (Kratzer e Votra, 1986). Para reduzir o custo da suplementação do fósforo na ração e sabendo que esse elemento é um poluente de água e solo, pesquisas têm sido desenvolvidas com a finalidade de reduzir os níveis dietéticos do fósforo, assim como aumentar sua disponibilidade biológica nos ingredientes (Summers, 1995).

Outro aspecto a ser enfatizado é que as fontes inorgânicas utilizadas para a suplementação do fósforo nas rações dos animais não são recursos renováveis. Portanto, são necessárias alternativas para o melhor aproveitamento do fósforo presente em fontes vegetais, maximizando sua utilização e disponibilidade nas rações, principalmente das poedeiras.

## **2.2 Ácido fítico**

A maior parte do fósforo contido nos ingredientes de origem vegetal encontra-se combinado com o inositol formando a molécula do ácido fítico ou hexa-fosfato de inositol, pois cada molécula de inositol retém 6 moléculas de fósforo (Figura 1). O ácido fítico tem um grande potencial quelatizador formando uma ampla variedade de sais insolúveis com cátions di e trivalentes em pH neutro, diminuindo a solubilidade e digestibilidade dos nutrientes devido a formação de fitatos complexados. Cálcio complexado com fitato ou uma variedade de macros e micronutrientes, e também proteínas dietéticas complexadas, são altamente insolúveis, tomando-se indisponíveis para serem absorvidos no intestino (Ferket, 1993).



**FIGURA 1.** Estrutura do ácido fólico (A) e quelato de ácido fólico (B).

O fósforo fitico contido nos cereais e farelos de oleaginosas constitui a principal fração do fósforo total. No farelo de soja, que é o principal suplemento protéico das rações das aves, mais de 60% do fósforo total é encontrado na forma de fitato (Nelson, Ferrara e Storer, 1968). Cromwel e Coffey (1991) determinaram que, embora o milho possua 0,26% de fósforo total, 66% deles estão na forma de fitato, enquanto no farelo de soja os valores são de 0,61% de fósforo total, com 61% não disponível. Valores semelhantes foram encontrados por Jongbloed, Mroz e Kemme (1993), sendo que no milho o fósforo fitico representa 66%, na soja 60,6% e no trigo 80%. Segundo o NRC (1994), do conteúdo total de fósforo dos vegetais, a forma não fitica responde por 30 a 40% e é considerada disponível. Ravindran et al. (1995), em seus estudos, também apresentam valores semelhantes de disponibilidade do fósforo (Tabela 1).

Os monogástricos, como aves e suínos, possuem baixa atividade da fitase endógena (Taylor, 1965; Nelson, 1967). Segundo Ravindran, Bryden e Komegay (1995) e Komegay (1996), a habilidade do frango em utilizar o fósforo do ácido fitico é geralmente assumida como baixa; conseqüentemente, a biodisponibilidade desse elemento nos ingredientes de origem vegetal para aves será também muito baixa. Esta baixa biodisponibilidade do fósforo fitico causa dois problemas: a necessidade de adicionar fósforo inorgânico nas rações propiciando um maior custo da alimentação, assim como um aumento da excreção de fósforo no ambiente.

As rações dos monogástricos são baseadas em alimentos de origem vegetal, nos quais, mais da metade do fósforo presente está pouco disponível pois se apresentam na forma de fitatos. Em geral, considera-se que 2/3 do fósforo presente nas sementes das plantas está na forma de fitato. A utilização do fósforo é medida através da sua biodisponibilidade, ou seja, a proporção de fósforo presente no alimento que é absorvida pelo animal e utilizada em suas funções biológicas (Nunes, 1995).

De acordo com a literatura consultada, ficou evidenciado que o fitato é considerado um fator anti-nutricional por conter a maior parte do fósforo dos ingredientes de origem vegetal, indisponibilizando-o para os animais monogástricos por formar complexos insolúveis, prendendo também outros nutrientes e reduzindo sua solubilidade e digestibilidade.

**TABELA 1. Conteúdo de fósforo fitico de alguns ingredientes.**

INGREDIENTE	% DE FÓSFORO	
	FÍTICO	DISPONÍVEL
<b>Cereais e sub-produtos</b>		
Milho	72	28
Trigo	69	31
Sorgo	66	56
Cevada	64	36
Aveia	67	33
Farelo de trigo	71	29
<b>Farelos de oleaginosas</b>		
Farelo de soja	60	40
Farelo de canola	59	41
Farelo de girassol	77	23
Farelo de amendoim	80	20
Farelo de algodão	70	30

Dados adaptados de Ravindran et al. (1995).

### 2.3 Uso da enzima fitase nas rações

A fitase é uma enzima pertencente ao grupo das fosfatases ácidas que catalisa o desdobramento hidrolítico dos ésteres de ácido fosfórico de inositol, liberando deste modo o ortofosfato para ser absorvido. Simultaneamente pode liberar outros minerais como cálcio, magnésio, zinco, manganês e ferro para também serem absorvidos. Newman (1991) descreveu a reação catalisada pela fitase como sendo a seguinte:

**Mio-inositol-hexafosfato + água → mio-inositol-penta, tetra, di e monofosfato + ortofosfato inorgânico.**

Essa enzima pode ser de origem endógena da planta, do trato intestinal das aves (atividade a nível de microvilosidades) ou de microrganismos do próprio intestino. Segundo Eeckhout e De Paepe (1991), a fitase das plantas é ativa em pH, variando de 5 a 6,5, sendo inativa em pH abaixo de 3. A de microrganismos é ativa em pH variando de 2,5 a 5,5. De acordo com Jongbloed, Mroz e Kemme (1992), em mamíferos a ação máxima da enzima microbiana ocorre no estômago e na porção inicial do intestino delgado.

Segundo Pointillard, Fourdin e Fontaine (1987), as diferenças de biodisponibilidade do fósforo fitico entre os diferentes alimentos se devem sobretudo às diversas atividades da fitase própria do vegetal e/ou microbiana. Sauveurs (1989), citado por Borges (1997), demonstrou que a presença e a atividade das fitases dos vegetais, em uma mesma ordem botânica, variam com a espécie e não são necessariamente proporcionais a quantidade de fósforo fitico.

Industrialmente, a enzima fitase tem sido produzida a partir de uma modificação genética do fungo do gênero *Aspergillus*, através de técnicas de recombinação de DNA, específica para atividade de fitase.

Como toda as enzimas, a fitase possui inibidores. O cálcio tanto pode exercer uma ação inibidora como ativadora e os íons de flúor, zinco, cobre e ferro são, portanto, inibidores dessa enzima (Scheuermann et al., 1988). Elevadas quantidades de cálcio ( $> 7\text{g/kg}$ ) a pH 6 formam o fitato de cálcio que se precipita e, portanto, não pode ser hidrolisado pela fitase (Lantzsch, 1989). Por isso, para se obter um bom efeito da fitase é preciso limitar a suplementação de fósforo inorgânico e cálcio a uma quantidade necessária.

Nelson et al. (1968) foram os primeiros a adicionar fitase a uma ração líquida de soja e o alimento foi fornecido a pintos de um dia de idade. As aves mostraram considerável aumento na percentagem de cinzas dos ossos, concluindo que as mesmas utilizaram o fósforo do fitato tão bem como o fosfato inorgânico. Em outro experimento, Nelson et al. (1971) utilizaram ração de milho e farelo de soja suplementada com fósforo inorgânico e fitase. E constataram aumento na percentagem de cinzas dos ossos pela adição de fitase na ração, indicando assim a hidrólise do fósforo fítico pela enzima. Concluíram também os autores que os pintos não utilizaram o fósforo do fitato na ausência de fitase.

Simons et al. (1992), trabalhando com poedeiras de 24 a 52 semanas de idade, alimentadas com rações suplementadas com vários níveis de fósforo inorgânico do fosfato monocálcico e fitase, , determinaram que 0,06% de fósforo do fosfato monocálcico corresponde a 200 FTU de fitase/kg de alimento. No entanto, Van der Klis et al. (1996), determinaram que 1g de fósforo do fosfato monocálcico é equivalente a 280FTU de fitase/kg de dieta. Quando a absorção ileal foi medida em um estudo separado, determinaram que 250FTU/kg de dieta era equivalente a 0,08% de fósforo proveniente do fosfato monocálcico. Parr (1996), relatou os resultados obtidos com estudos de digestibilidade de fósforo em poedeiras, os quais indicaram que 300FTU de fitase é equivalente a adição de 1,0g de fósforo do fosfato monocálcico. Isso é equivalente a 0,1g de fósforo

por dia, por ave consumindo 100g/ave/dia, ou seja, considerando a disponibilidade do fósforo do fosfato monocálcico como sendo 100%, 300FTU de fitase substituem 0,10% do fósforo disponível da ração.

Peter (1992) relatou que galinhas alimentadas com uma ração de baixo fósforo disponível e fitase apresentam produção de ovos, peso de ovos e consumo de alimento significativamente mais altos que aquelas que consomem a mesma dieta sem fitase. Qian et al. (1996), trabalhando com frangos de corte, adicionaram fitase em uma dieta de farelo de soja e milho e observaram um aumento no ganho de peso, consumo alimentar, teor de cinzas e retenção de fósforo e cálcio. Já Gordon e Roland (1997), conduzindo um estudo para determinar a influência da suplementação de fitase no desempenho de poedeiras alimentadas com vários níveis de suplementação de fosfato inorgânico, observaram um aumento no peso e densidade do ovo e diminuição da mortalidade de poedeiras, consumindo 0,1% de fósforo disponível e fitase.

A utilização de fitase, de acordo com os trabalhos citados, poderá contribuir para economizar as fontes de fósforo normalmente utilizadas nas rações, e que têm elevado os seus custos. Na Europa, o uso dessa enzima tem a principal finalidade de reduzir o fósforo nos excrementos dos animais e, com isso, evitar a poluição ambiental. Já, no Brasil, a preocupação maior é procurar alternativas que diminuam o custo do fósforo inorgânico nas rações.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Local e época de realização do experimento**

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras-UFLA, no município de Lavras, localizado na região sul do estado de Minas Gerais a uma altitude de 910 metros.

O período experimental foi de 25 de março a 14 de julho de 1998, correspondendo a 16 semanas, divididas em 4 períodos de 28 dias.

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

As aves foram alojadas em um galpão convencional de postura com 8 fileiras de gaiolas, coberto com telhas de cimento amianto. As gaiolas, com dimensões de 30x40x40cm, continham bebedouro tipo nipple, sendo um para cada duas gaiolas e comedouros tipo calha, construídos em chapa galvanizada. A iluminação era feita com lâmpadas fluorescentes e havia ainda um termômetro de máxima e mínima localizado no centro.

### **3.3 Aves e manejo experimental**

Foram utilizadas 480 poedeiras leves da linhagem Hy-Line W36 provenientes de um plantel comercial, submetidas a muda forçada no final do primeiro ciclo (72ª semana de idade), após vacinação contra bronquite infecciosa

e new castle. A muda e a alimentação das aves foram realizadas conforme Oliveira (1981).

O preparo das rações ocorreu a cada 15 dias, sendo, portanto, esse o tempo de armazenamento, tendo sido mantidas 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 armazenada em geladeira, à temperatura de  $-4^{\circ}\text{C}$  para posterior análise da atividade da enzima fitase.

Diariamente foram anotadas 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 e 16:30 horas. Ao final de cada semana, determinou-se o peso de todos os ovos íntegros de cada parcela. Os parâmetros de qualidade foram medidos nos ovos colhidos nos três últimos dias de cada período de 28 dias.

As aves foram mantidas em programa de iluminação totalizando 17 horas diárias (3:00 às 20:00). Foram registradas diariamente as temperaturas máxima e mínima, por meio de um termômetro localizado no centro do galpão.

Ao final do experimento, uma ave por parcela foi sacrificada e retirando-se a tibia esquerda, para determinação dos teores de fósforo e cinzas.

### **3.4 Atividade da fitase**

A enzima utilizada foi a Natuphos® 5000 (BASF S.A.), que teve sua atividade medida isoladamente em laboratório e incorporada às rações. Em cada ração a atividade foi medida, a fim de verificar os níveis preconizados.

Foi preconizado inicialmente uma quantidade de 60g de Natuphos® 5000, por tonelada de ração, que corresponderia a 300FTU/kg de ração considerando uma atividade de 5000FTU/g de produto.

Uma unidade de fitase (FTU) foi definida pela quantidade de enzima que libera 1 micromol de fósforo inorgânico em 1 minuto de reação a 37°C em pH 5,5. Utilizou-se como substrato o fitato de sódio (proveniente do arroz) a uma concentração de 0,0015mol/l.

Para a determinação da atividade da fitase foi utilizada a técnica sugerida por 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.

### **3.5 Tratamentos e rações experimentais**

Os tratamentos constaram de 8 rações, nas quais foram comparados 4 níveis de fósforo disponível (0,18%; 0,24%; 0,30% e 0,36%), na presença (300FTU) e ausência da enzima fitase: As rações foram formuladas à base de milho e farelo de soja, seguindo as recomendações estabelecidas para poedeiras de segundo ciclo, por Rodrigues (1995) e Oliveira (1995).

A composição dos ingredientes das rações experimentais se encontra na Tabela 2 e a composição dos suplementos mineral e vitamínico nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. A Tabela 5 mostra a composição das rações experimentais.

**TABELA 2.** Composição dos ingredientes das rações experimentais.

<b>INGREDIENTE</b>	<b>PB<sup>1</sup></b> <b>(%)</b>	<b>EM<sup>1</sup></b> <b>(Kcal/kg)</b>	<b>Ca<sup>1</sup></b> <b>(%)</b>	<b>P<sub>D</sub><sup>1</sup></b> <b>(%)</b>	<b>MET<sup>1</sup></b> <b>(%)</b>	<b>CIST<sup>1</sup></b> <b>(%)</b>	<b>LIS<sup>1</sup></b> <b>(%)</b>
Milho moído	8,5	3.416	0,02	0,09 <sup>2</sup>	0,17	0,18	0,23
Farelo de soja	45,6	2.283	0,36	0,18 <sup>2</sup>	0,65	0,69	2,87
Calcário calcítico	-	-	38,0	-	-	-	-
Fosfato bicálcico	-	-	25,0	18,0	-	-	-
Óleo de soja	-	8.786	-	-	-	-	-
DL-metionina	-	-	-	-	99	-	-

<sup>1</sup> Dados de Rostagno et al. (1992).

<sup>2</sup> Considerou-se 1/3 do fósforo total como disponível.

**TABELA 3.** Composição do suplemento mineral

<b>INGREDIENTE</b>	<b>QUANTIDADE POR kg DE PRODUTO</b>
Manganês	75.000mg
Zinco	50.000mg
Ferro	20.000mg
Cobre	4.000mg
Iodo	1.500mg
Cobalto	200mg
Veículo q.s.p.	1.000mg

**TABELA 4.** Composição do suplemento vitamínico

<b>INGREDIENTE</b>	<b>QUANTIDADE POR kg DE PRODUTO</b>
Vitamina A	10.000.000UI
Vitamina D <sub>3</sub>	2.000.000UI
Vitamina E	15.000mg
Vitamina K <sub>3</sub>	2.000mg
Vitamina B <sub>1</sub>	1.500mg
Vitamina B <sub>6</sub>	1.000mg
Vitamina B <sub>12</sub>	10.000µg
Biotina	60mg
Vitamina B <sub>2</sub>	4.000mg
Ácido Nicotínico	30.000mg
Ácido Pantotênico	5.350mg
Ácido Fólico	300mg
Sélenio	150mg
Colina	200mg
Aditivo Antioxidante	100.000mg
Veículo q.s.p.	1.000g

**TABELA 5.** Composição das rações experimentais<sup>1</sup>

<b>INGREDIENTE</b>	<b>RAÇÃO</b>			
	<b>0,18 % P<sub>D</sub></b>	<b>0,24 % P<sub>D</sub></b>	<b>0,30 % P<sub>D</sub></b>	<b>0,36 % P<sub>D</sub></b>
Milho moído	64,31	64,07	63,83	63,59
Farelo de soja	22,66	22,71	22,75	22,79
Fosfato bicálcico	0,45	0,79	1,12	1,45
Calcário calcítico <sup>2</sup>	9,45	9,23	9,01	8,79
Sal comum	0,45	0,45	0,45	0,45
Óleo de soja	0,40	0,49	0,57	0,65
DL-Metionina (98%)	0,06	0,06	0,06	0,06
Suplemento vitamínico	0,10	0,10	0,10	0,10
Suplemento mineral	0,10	0,10	0,10	0,10
Caulim	2,00	2,00	2,00	2,00
<b>TOTAL (kg)</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>COMPOSIÇÃO CALCULADA</b>				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2750,00	2750,00	2750,00	2750,00
Proteína bruta (%)	15,80	15,80	15,80	15,80
Metionina (%)	0,32	0,32	0,32	0,32
Metionina+ cistina (%)	0,59	0,59	0,59	0,59
Lisina (%)	0,79	0,79	0,80	0,80
Cálcio (%)	3,80	3,80	3,80	3,80
Fósforo disponível (%)	0,18	0,24	0,30	0,36
Fósforo total (%)	0,38	0,44	0,49	0,56

<sup>1</sup> Para os tratamentos com fitase, foram adicionadas 6g do produto em cada ração, reduzindo o mesmo volume no caulim.

<sup>2</sup> Calcário fornecido na proporção de 2/3 de pó fino e 1/3 pedrisco (2 a 4mm de diâmetro, de acordo com o recomendado por Oliveira (1995).

## **3.6 Parâmetros avaliados**

### **3.6.1 Produção de ovos**

A produção média de ovos no período de 28 dias, em percentagem por ave/dia, foi obtida registrando-se diariamente o número de ovos produzidos, incluindo os trincados quebrados e anormais, e o número de aves da parcela que os produziu.

### **3.6.2 Peso dos ovos**

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

### **3.6.3 Consumo de ração**

A ração destinada a cada parcela foi pesada e acondicionada em baldes plásticos com tampa. Ao final de cada semana, as sobras do comedouro e do balde foram pesadas e o consumo de ração determinado e expresso em gramas de ração consumida por ave por dia. Ao final de cada período, foi calculada a média do consumo nas semanas correspondentes a cada período.

### **3.6.4 Conversão alimentar**

Foi calculada a conversão alimentar através da divisão do consumo médio de ração (g) pela massa média de ovos produzidos (g), sendo expressa em gramas de ração consumida por grama de ovo produzido.

### **3.6.5 Perdas de ovos**

Diariamente anotou-se a quantidade de ovos trincados, quebrados, de casca mole ou sem casca e, ao final de cada semana, calculou-se a percentagem de ovos perdidos em relação ao total produzido. Após quatro semanas de cada período, foram calculadas as percentagens médias de perdas por período de 28 dias.

### **3.6.6 Qualidade do ovo**

Ao final de cada período, foram coletados três ovos por parcela, pesados individualmente, e tomadas as medidas para se determinar a qualidade interna e externa do ovo, com exceção do peso específico, em que foram feitas avaliações diárias, durante os três últimos dias do período, com todos os ovos íntegros produzidos.

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

Os três ovos amostrados por parcela, ao final de cada período, foram pesados e quebrados sobre uma superfície plana de vidro para a obtenção da altura de albúmem, medida pelo aparelho Technical Services and Supplies –

QCM+, digital, com precisão de 0,1mm. Os valores de Unidade Haugh foram calculados utilizando-se a fórmula apresentada por Card e Nesheim (1968):

$$UH=100 \log (H + 7,57 - 1,7 \times PO^{0.37})$$

sendo:

H=altura do albúmem,

PO= peso do ovo.

### 3.6.6.2 Percentagem de casca

Os três ovos amostrados em cada parcela ao final de cada período, após quebrados para avaliação de Unidade Haugh, tiveram suas cascas lavadas em água e secas em estufa a 65°C por 72 horas. As cascas, devidamente identificadas, foram então pesadas, obtendo-se o percentual através da relação peso da casca/peso do ovo.

### 3.6.6.3 Espessura da casca

Após a secagem, as cascas, foram pesadas e tomadas as medidas de sua espessura em três pontos da região equatorial do ovo, através de um micrômetro da marca MITUTOYO. Os valores obtidos nos três ovos de cada parcela foram transformados em valor médio por parcela.

#### 3.6.6.4 Peso específico

Todos os ovos íntegros produzidos nos últimos três dias de cada período foram avaliados em 10 soluções de NaCl, com densidade variando de 1.066 a 1.102g/cm<sup>3</sup> e com gradiente de 0,004 entre elas, determinados com o auxílio de um densímetro. Os resultados dos três dias foram reduzidos para uma média de densidade dos ovos da parcela no período.

#### 3.6.6.5 Peso da casca por unidade de superfície de área

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).

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

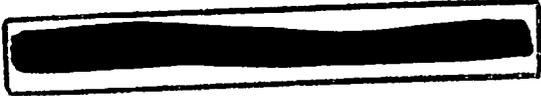
sendo:

PC = peso da casca,

PO = peso do ovo.

#### 3.6.7 Teores de cinza e fósforo na tibia

No 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 fíbula 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, foram levadas ao extrator de Soxhlet. As túbias foram então incineradas a 550°C, por 4 horas, em forno mufla, e, em seguida, fez-se a solubilização com 10ml de HCl para obter a solução mineral. Desta foi retirada uma alíquota para determinar o teor de fósforo usando um colorímetro da marca Micronal, modelo B 29511 (Teixeira,1994).

Os resultados foram expressos na base da matéria seca desengordurada.

### 3.7 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 repetições e 12 aves por parcela constituída de 4 gaiolas contendo 3 aves cada, totalizando 40 parcelas. Foi utilizado um esquema de parcelas subdivididas com fatorial na parcela constituído pela combinação entre presença e ausência de fitase e dos quatro níveis de fósforo disponível e nas subparcelas os quatro períodos (28, 56, 84 e 112 dias).

Ao final de cada período experimental, comparou-se o desempenho (consumo de ração, produção, conversão alimentar, peso e perdas de ovos) e a qualidade do ovo (peso específico, espessura de casca, percentagem de casca, peso da casca por unidade de superfície de área e Unidade Haugh) de acordo com o modelo estatístico I:

$$(I) Y_{ijkl} = \mu + F_i + N_j + (FN)_{ij} + D_{(kl)k} + P_l + (FP)_{il} + (NP)_{jl} + (FNP)_{ijl} + e_{ijkl}$$

sendo:

$Y_{ijkl}$  = valor observado no desempenho e qualidade dos ovos das aves no período  $l$ , quando foram submetidas a fitase  $i$  no nível  $j$  de fósforo disponível, na repetição  $k$ ;

$\mu$  = média geral do experimento;

$F_i$  = efeito da presença e ausência de fitase  $i$ , sendo  $i = 1$  e  $2$ ;

$N_j$  = efeito do nível de fósforo disponível  $j$ , sendo  $j = 1, 2, 3$  e  $4$ ;

$(FN)_{ij}$  = efeito da interação da fitase  $i$  no nível  $j$  de fósforo disponível;

$D_{(ijk)}$  = o erro experimental associado a cada observação da parcela, sendo as repetições  $k = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ ;

$P_l$  = efeito do período  $l$ , sendo  $l = 1, 2, 3$  e  $4$ ;

$(FP)_{il}$  = efeito da interação da fitase  $i$  e do período  $l$ ;

$(NP)_{jl}$  = efeito da interação do nível  $j$  de fósforo disponível e do período  $l$ ;

$(FNP)_{ijl}$  = efeito da interação da fitase  $i$ , do nível  $j$  de fósforo disponível e do período  $l$ ;

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

Por hipótese, os erros experimentais,  $D_{(ijk)}$  e  $e_{ijk}$  são independentes e têm distribuição normal com médias zero e variâncias  $\sigma_D^2$  e  $\sigma^2$ , respectivamente.

Ao final do ensaio, foram abatidas 40 aves, correspondendo a uma ave por parcela, para se determinar o conteúdo de fósforo e cinzas na tibia. Os dados foram analisados de acordo com um delineamento inteiramente casualizado, com 5 repetições, utilizando um esquema fatorial  $4 \times 2$  (níveis de fósforo disponível e fitase), seguindo o modelo estatístico II:

$$(II) Y_{ijk} = \mu + F_i + N_j + (FN)_{ij} + e_{(ijk)}$$

sendo:

$Y_{ijk}$  = concentração de fósforo (ou cinzas) na tibia da poedeira na repetição  $k$ , que foi submetida a fitase  $i$  que recebeu o nível de fósforo disponível  $j$ ;

$\mu$  = média geral do experimento;

$F_i$  = efeito da presença e ausência de fitase  $i$ , sendo  $i = 1$  e  $2$ ;

$N_j$  = efeito do nível de fósforo disponível  $j$ , sendo  $j = 1, 2, 3$  e  $4$ ;

$(FN)_{ij}$  = efeito da interação da fitase  $i$  e do nível de fósforo disponível  $j$ ;

$e_{(ij)k}$  = erro associado a cada observação, sendo  $k = 1, 2, 3, 4$  e  $5$

Por hipótese erro experimental,  $e_{(ij)k}$  é independente e tem distribuição normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística utilizando-se o pacote computacional SANEST (Sistema de Análise Estatística), descrito por Zonta e Machado (1991).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Atividade da enzima fitase

A atividade da enzima fitase medida isoladamente no produto Natuphos® 5000 foi 5.248,27FTU/g de produto.

Os valores de atividade da fitase nas rações mantiveram-se constante durante a fase experimental (Tabela 6), nas condições em que as rações foram mantidas. Os valores suplementados corrigidos pela atividade da fitase pura foram de 314FTU/kg de ração.

**TABELA 6.** Atividade média da fitase nas rações durante o período experimental.

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>ATIVIDADE DA FITASE (FTU/kg DE RAÇÃO)</b>
0,18% P <sub>D</sub>	313,19
0,24% P <sub>D</sub>	305,12
0,30% P <sub>D</sub>	311,14
0,36% P <sub>D</sub>	314,33
<b>MÉDIA</b>	<b>311,00</b>

## 4.2 Desempenho

### 4.2.1 Produção média de ovos

Os resultados de produção média de ovos indicaram interações significativas entre fitase e níveis de fósforo disponível ( $P < 0,01$ ) e períodos e níveis de fósforo disponível ( $P < 0,01$ ). Estes resultados encontram-se nas Tabelas 7 e 8, respectivamente, e as análises de variâncias nas Tabelas 2A e 3A, respectivamente. As temperaturas mantiveram-se na média da zona de termoneutralidade das poedeiras, não tendo havido também temperaturas excessivas, excluindo o primeiro período experimental que apresentou uma média máxima de 31°C. Os resultados encontram-se na Tabela 7A do anexo.

O desdobramento da interação mostrou uma resposta descrita por uma regressão linear ( $P < 0,001$ ) para os níveis de fósforo disponível na presença de fitase na ração (Figura 2). Tal resultado indica que, usando a fitase, o nível de fósforo disponível que maximiza a produção seria de 0,18%. Barreto (1994), trabalhando com poedeiras em primeiro ciclo com diferentes níveis de fósforo disponível (0,15% a 0,39%), encontrou um aumento linear na produção de ovos, discordando dos resultados deste experimento. Essa diferença ocorreu devido a liberação do fósforo fítico pela enzima, aumentando os níveis de fósforo disponível na ração a níveis superiores aos exigidos pelas aves de segundo ciclo, que, normalmente, têm sua necessidade de fósforo reduzida em comparação às de primeiro ciclo.

Quanto a interação período e níveis de fósforo disponível, observou-se efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) somente nos períodos 1, 3 e 4 (Figura 3). O desdobramento da interação fósforo disponível e períodos mostrou que ocorreu resposta aos níveis de fósforo no 1º, 3º e 4º períodos, não havendo para o 2º

período. O estudo de regressão evidenciou resposta quadrática nos três casos. No 1º e 3º períodos a resposta foi crescente, atingindo produções máximas para 0,27 e 0,26% de fósforo disponível, produções estas de 79,83% e 78,23%. No 4º período a resposta é decrescente até passar pelo mínimo no nível de 0,29% de fósforo disponível, produção esta de 73,56%. Verifica-se que o avanço da idade das aves influenciou nas necessidades de fósforo. Resultados semelhantes também foram observados por Rodrigues (1995) que, trabalhando com diferentes níveis de fósforo disponível para poedeiras de segundo ciclo, verificou redução das necessidades de fósforo quando comparou as fases de pico e final de postura das aves de segundo ciclo.

Os resultados obtidos neste experimento sugerem que o nível mais baixo de fósforo disponível com fitase (0,18%) foi suficiente para suprir as necessidades das poedeiras, no que se refere à variável produção de ovos.

**TABELA 7.** Produção média de ovos por ave por dia, segundo os níveis de fósforo disponível ( $P_D$ ) e fitase<sup>1</sup> (média  $\pm$  desvio padrão).

FITASE	PRODUÇÃO DE OVOS (%)			
	NÍVEIS DE $P_D$ (%)			
	0,18	0,24	0,30	0,36
AUSÊNCIA	76,91 $\pm$ 6,49	78,54 $\pm$ 3,64	78,41 $\pm$ 4,79	78,02 $\pm$ 4,30
PRESENÇA <sup>2</sup>	78,73 $\pm$ 3,64	79,21 $\pm$ 3,75	76,68 $\pm$ 6,12	76,87 $\pm$ 4,41

<sup>1</sup> Interação significativa ( $P < 0,01$ ).

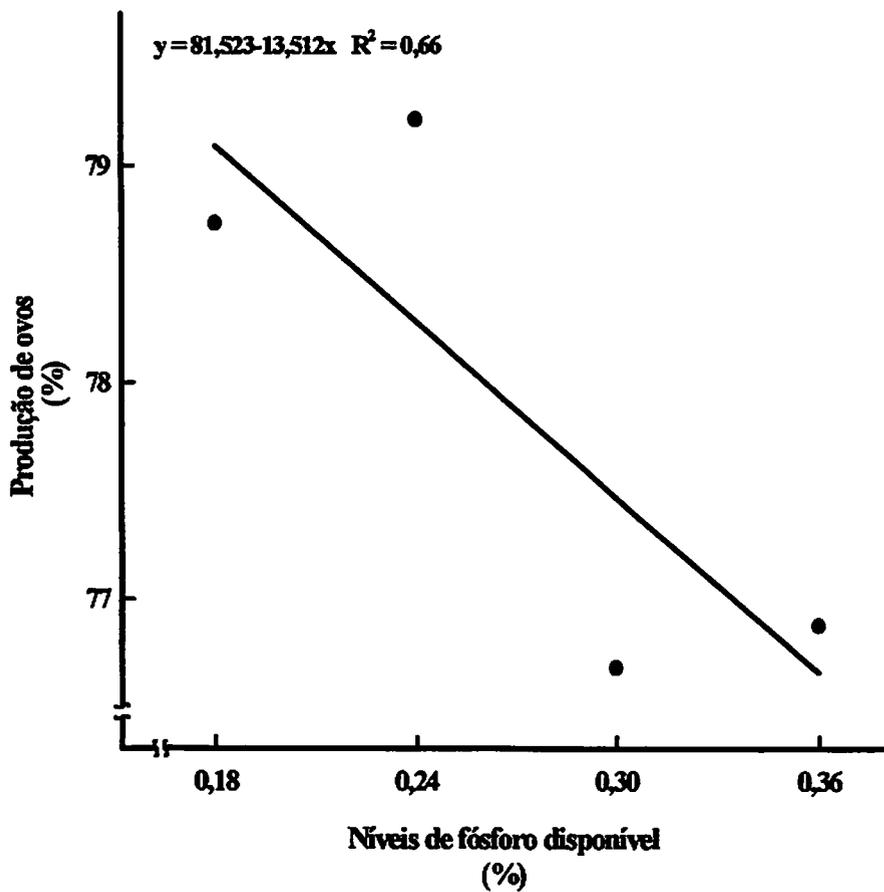
<sup>2</sup> Efeito linear ( $P < 0,001$ ).

**TABELA 8.** Produção média de ovos por ave e por dia, segundo os níveis de fósforo disponível<sup>1</sup> e período (média  $\pm$  desvio padrão).

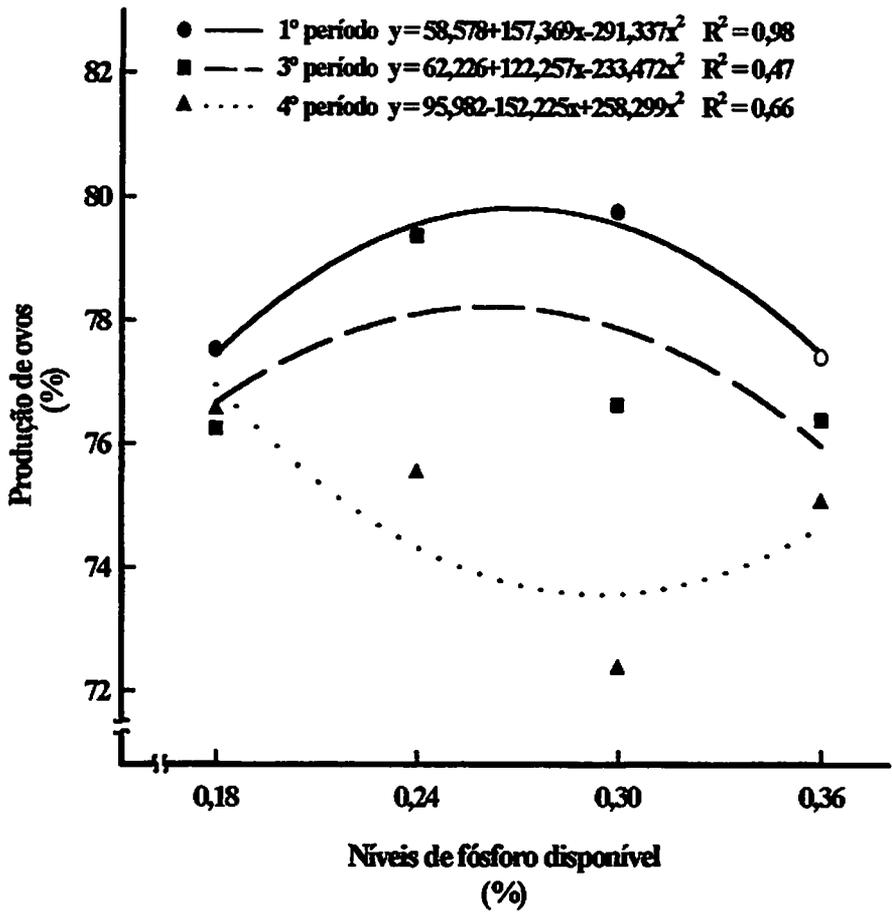
PERÍODO	PRODUÇÃO DE OVOS (%)			
	NÍVEIS DE $P_D$ (%)			
	0,18	0,24	0,30	0,36
1 <sup>2</sup>	77,52 $\pm$ 6,19	79,37 $\pm$ 4,19	79,76 $\pm$ 3,47	77,40 $\pm$ 3,81
2	80,98 $\pm$ 5,11	81,22 $\pm$ 2,32	81,42 $\pm$ 3,12	80,92 $\pm$ 3,47
3 <sup>2</sup>	76,25 $\pm$ 5,18	79,37 $\pm$ 3,22	76,63 $\pm$ 3,84	76,39 $\pm$ 4,42
4 <sup>2</sup>	76,54 $\pm$ 3,71	75,53 $\pm$ 2,39	72,35 $\pm$ 6,43	75,05 $\pm$ 3,80

<sup>1</sup> Interação significativa ( $P < 0,01$ ).

<sup>2</sup> Efeito quadrático ( $P < 0,05$ ).



**FIGURA 2.** Efeito de níveis de fósforo disponível e presença de fitase na produção média de ovos.



**FIGURA 3.** Efeito dos níveis de fósforo disponível na produção média de ovos, dentro de períodos.

#### 4.2.2 Peso médio dos ovos

O efeito significativo ( $P < 0,001$ ) da interação entre níveis de fósforo disponível e a ausência e presença de fitase encontra-se na Tabela 9, e a análise de variância encontra-se na Tabela 2A.

Quando não se usou fitase, houve efeito quadrático ( $P < 0,001$ ) dos níveis de fósforo disponível sobre o peso dos ovos, verificando o maior peso com o nível de 0,29%, correspondendo ao peso de 69,41g. Com o uso da fitase, o efeito foi linear ( $P < 0,001$ ), com coeficiente de regressão negativo, indicando queda no peso médio dos ovos, à medida em que se aumentou o nível de fósforo na ração (Figura 4). Esta redução foi de 0,73g para cada 0,1% de aumento no nível de fósforo disponível. Cavalheiro et al.(1983) observaram, em aves de primeiro ciclo de produção, ocorrência de ovos menores quando aumentaram os níveis de fósforo total na dieta.

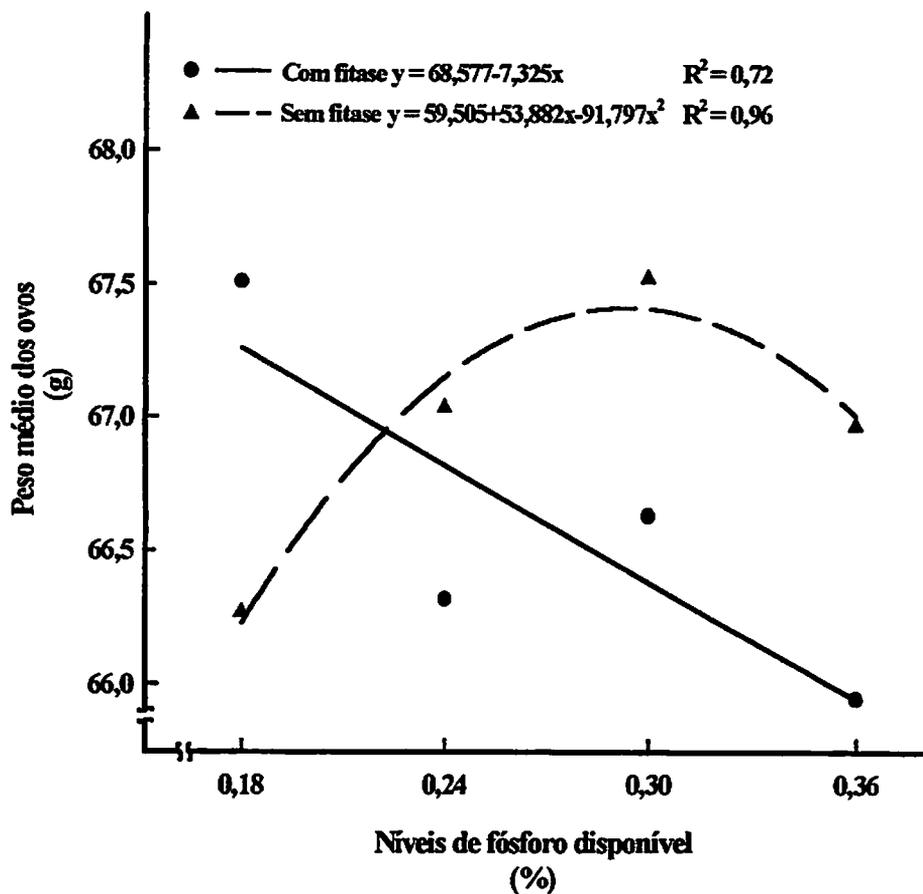
**TABELA 9.** Peso médio de ovos, segundo os níveis de fósforo disponível ( $P_D$ ) e fitase<sup>1</sup> (média  $\pm$  desvio padrão).

FITASE	PESO MÉDIO DE OVOS (g)			
	NÍVEIS DE $P_D$ (%)			
	0,18	0,24	0,30	0,36
AUSÊNCIA <sup>2</sup>	66,27 $\pm$ 2,01	67,03 $\pm$ 1,92	67,52 $\pm$ 1,33	66,97 $\pm$ 1,23
PRESENÇA <sup>3</sup>	67,51 $\pm$ 2,23	66,32 $\pm$ 1,51	66,63 $\pm$ 0,74	65,94 $\pm$ 1,39

<sup>1</sup> Interação significativa ( $P < 0,001$ ).

<sup>2</sup> Efeito quadrático ( $P < 0,001$ ).

<sup>3</sup> Efeito linear ( $P < 0,001$ ).



**FIGURA 4.** Efeito dos níveis de fósforo disponível no peso médio dos ovos na ausência e presença de fitase.

Considerando uma liberação de 0,1% de fósforo fitico, correspondente a suplementação de 314FTU, calculado de acordo com Van der Klis et al. (1996), o melhor peso de ovo correspondeu a um nível de fósforo disponível de 0,28% (0,18% + 0,1% de P liberado). Este dado confirma a constatação de Williams (1991) de que é possível reduzir em até 0,28% os níveis de fósforo disponível para aves mais velhas de primeiro ciclo.

#### 4.2.3 Consumo de ração

Foi constatada interação significativa entre os níveis de fósforo disponível e fitase ( $P < 0,001$ ). Estes dados encontram-se na Tabela 10 e os resultados da análise de variância na Tabela 2A. Observou-se um efeito quadrático dos níveis de fósforo disponível quando as rações foram suplementadas com fitase ( $P < 0,001$ ) mostrando maior consumo para as rações com 0,18% de fósforo disponível e menor para 0,28%, correspondendo a um consumo de 107,27 e 104,77g respectivamente. Já para as dietas sem fitase o comportamento quadrático ( $P < 0,001$ ) mostrou o contrário, ou seja, maior consumo foi observado para o nível de 0,30% (106,45g) e menor para 0,18% (102,79g) (Figura 5). Os resultados estão de acordo com Simmons et al. (1992) que relataram que o consumo das aves de primeiro ciclo que receberam dietas com baixo nível de fósforo disponível com fitase foi maior comparado às que não foram suplementadas.

Ocorreu também interação significativa entre os períodos e níveis de fósforo disponível ( $P < 0,01$ ). Esses dados podem ser observados na Tabela 11 e sua respectiva análise de variância na Tabela 3 A. Observou-se um efeito linear positivo para os períodos 1 e 2 ( $P < 0,05$ ) e quadrático para o 4º ( $P < 0,01$ ), quando desdobrou-se a interação, indicando o valor 0,36% de fósforo

disponível para maior consumo nestes períodos (103,92; 108,03 e 107,77g respectivamente). Os dados encontram-se na Figura 6. Rodrigues (1995) também verificou maior consumo de ração para o nível de 0,35% de fósforo disponível, tanto para início quanto para final de postura de 2º ciclo.

**TABELA 10.** Consumo médio de ração, por ave, por dia, segundo os níveis de fósforo disponível ( $P_D$ ) e fitase<sup>1</sup> (média ± desvio padrão).

FITASE	CONSUMO MÉDIO DE RAÇÃO (g)			
	NÍVEIS DE $P_D$ (%)			
	0,18	0,24	0,30	0,36
AUSÊNCIA <sup>2</sup>	102,79 ± 5,61	106,08 ± 3,12	105,99 ± 2,94	105,55 ± 3,49
PRESENÇA <sup>2</sup>	107,27 ± 2,44	105,64 ± 2,75	104,43 ± 3,29	106,56 ± 3,50

<sup>1</sup> Interação significativa ( $P < 0,001$ ).

<sup>2</sup> Efeito quadrático ( $P < 0,001$ ).

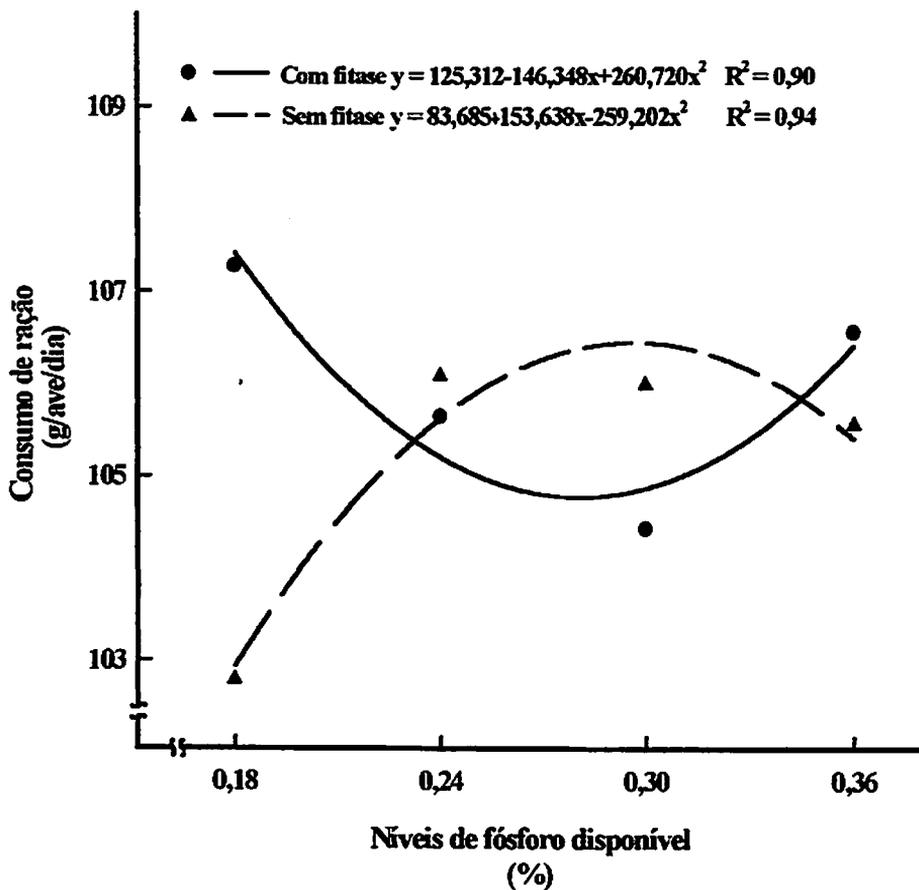
**TABELA 11.** Consumo médio de ração, por ave, por dia, segundo os níveis de fósforo disponível ( $P_D$ ) e períodos<sup>1</sup> (média ± desvio padrão).

FITASE	CONSUMO MÉDIO DIÁRIO (g)			
	NÍVEIS DE $P_D$ (%)			
	0,18	0,24	0,30	0,36
1 <sup>2</sup>	101,52 ± 4,76	103,66 ± 2,13	103,43 ± 2,30	103,56 ± 2,85
2	105,77 ± 4,53	107,07 ± 3,35	107,47 ± 2,76	107,83 ± 3,77
3 <sup>2</sup>	105,19 ± 4,35	105,63 ± 2,00	105,07 ± 2,55	105,05 ± 2,99
4 <sup>3</sup>	107,63 ± 4,18	107,10 ± 2,87	104,87 ± 3,83	107,77 ± 2,55

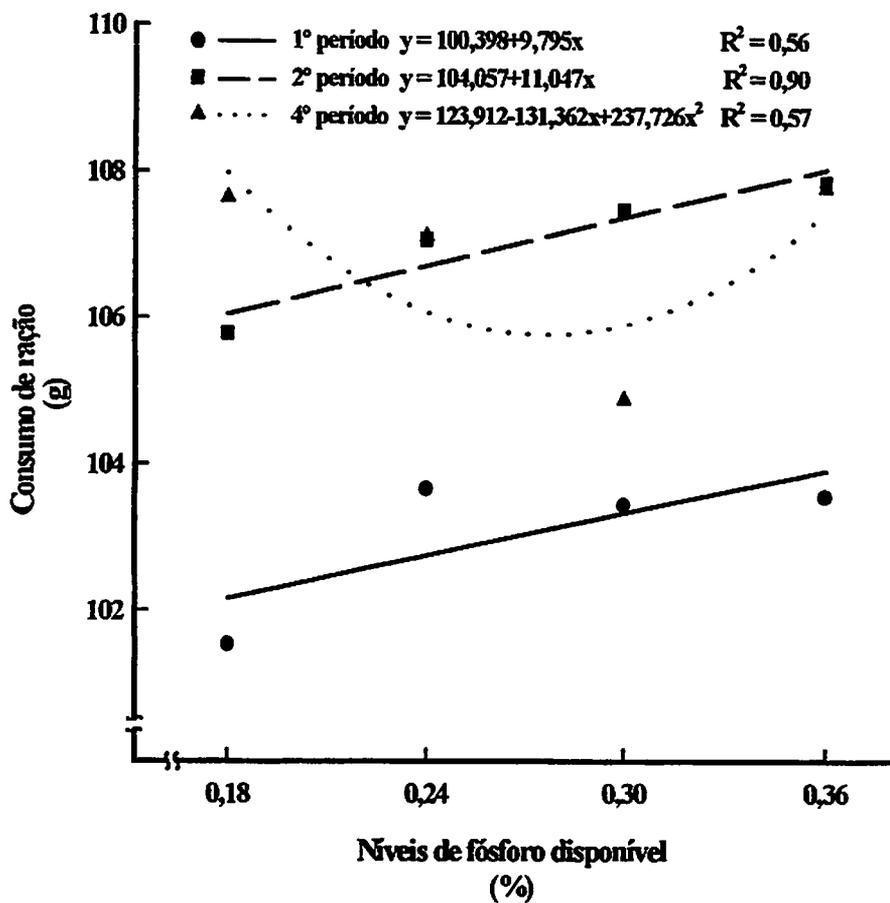
<sup>1</sup> Interação significativa ( $P < 0,01$ ).

<sup>2</sup> Efeito linear ( $P < 0,05$ ).

<sup>3</sup> Efeito quadrático ( $P < 0,01$ ).



**FIGURA 5.** Efeito dos níveis de fósforo disponível no consumo médio de ração na presença e ausência de fitase.



**FIGURA 6.** Efeito dos níveis de fósforo disponível no consumo médio de ração nos períodos.

#### **4.2.4 Conversão alimentar**

A conversão alimentar das aves mostrou interação entre os níveis de fósforo disponível e fitase ( $P<0,05$ ) e níveis de fósforo disponível e períodos ( $P<0,05$ ). Os dados são apresentados nas Tabelas 12 e 13, respectivamente, e a análise de variância nas Tabelas 2A e 3A.

Verificou-se um efeito linear positivo dos níveis de fósforo disponível somente quando as dietas foram suplementadas com fitase ( $P<0,001$ ), indicando que o aumento dos níveis de fósforo piorou a conversão alimentar (Figura 7). Roush et al. (1986) também encontraram aumento linear para a conversão alimentar, à medida que aumentavam os níveis de fósforo disponível na dieta de poedeiras da linhagem Shaver. Esses dados podem ser explicados pela redução na produção e peso de ovos, à medida que aumentaram os níveis de fósforo disponível nas dietas.

Quanto à interação fósforo disponível e período, observou-se também um efeito linear positivo ( $P<0,01$ ) somente para o 4º período, no qual o aumento dos níveis de fósforo piorou a conversão alimentar (Figura 8).

**TABELA 12.** Conversão alimentar por massa de ovos, segundo os níveis de fósforo disponível ( $P_D$ ) e fitase<sup>1</sup>(média ± desvio padrão).

FITASE	CONVERSÃO ALIMENTAR (g/g)			
	NÍVEIS DE $P_D$ (%)			
	0,18	0,24	0,30	0,36
AUSÊNCIA	2,02 ± 0,136	2,02 ± 0,111	2,02 ± 0,127	2,03 ± 0,096
PRESENÇA <sup>2</sup>	2,02 ± 0,116	2,02 ± 0,094	2,06 ± 0,167	2,11 ± 0,121

<sup>1</sup> Interação significativa ( $P < 0,05$ ).

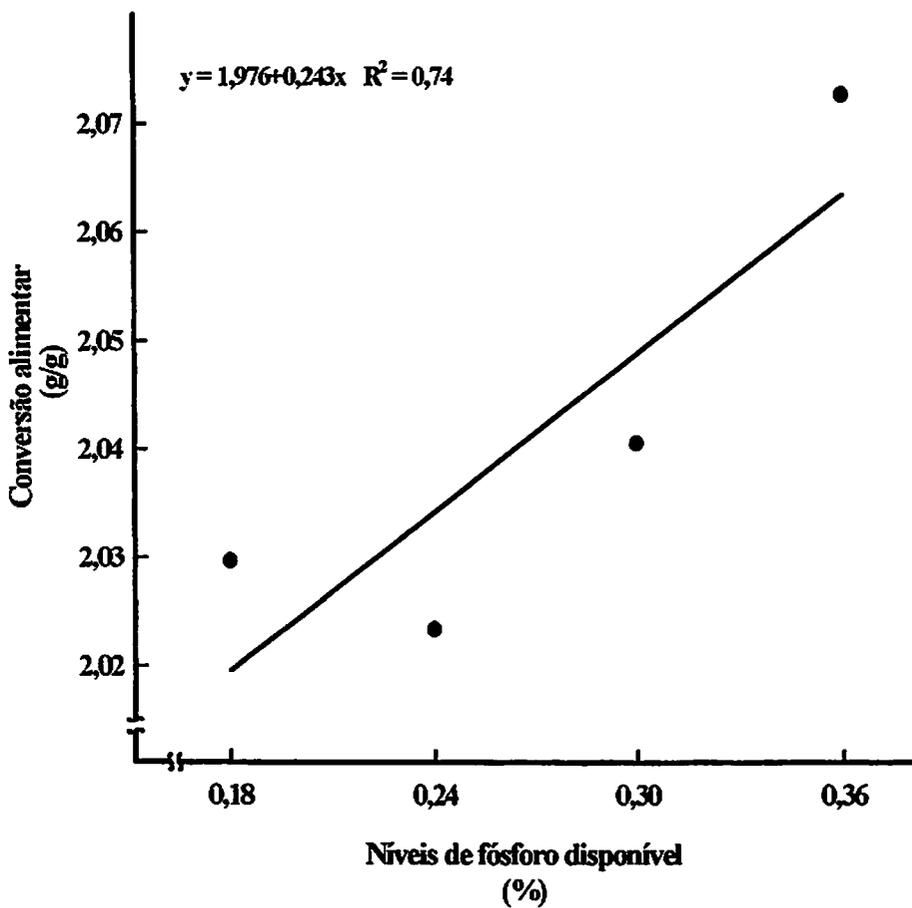
<sup>2</sup> Efeito linear ( $P < 0,001$ ).

**TABELA 13.** Conversão alimentar por massa de ovos, segundo os níveis de fósforo disponível ( $P_D$ ) e períodos<sup>1</sup>( média ± desvio padrão).

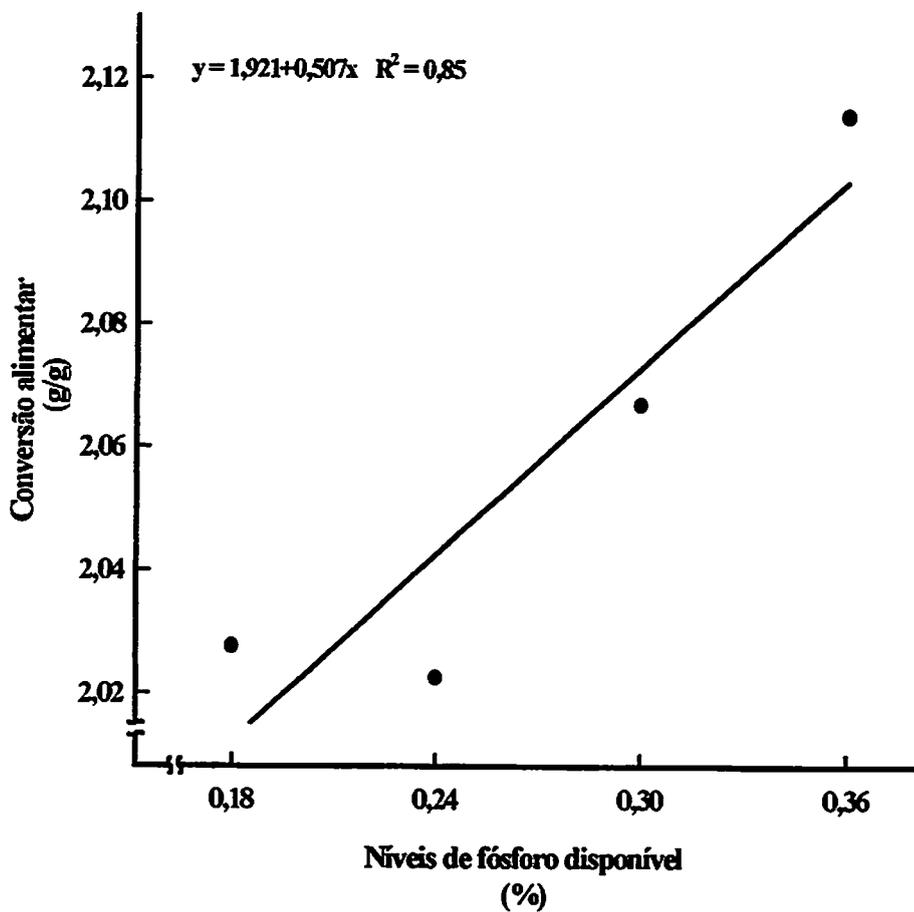
PERÍODO	CONVERSÃO ALIMENTAR (g/g)			
	NÍVEIS DE $P_D$ (%)			
	0,18	0,24	0,30	0,36
1	1,96 ± 0,129	1,97 ± 0,096	1,94 ± 0,097	2,03 ± 0,093
2	1,97 ± 0,107	1,99 ± 0,071	1,96 ± 0,085	2,01 ± 0,071
3	2,06 ± 0,113	1,98 ± 0,097	2,05 ± 0,094	2,06 ± 0,117
4 <sup>2</sup>	2,10 ± 0,105	2,13 ± 0,046	2,19 ± 0,154	2,18 ± 0,107

<sup>1</sup> Interação significativa ( $P < 0,05$ ).

<sup>2</sup> Efeito linear ( $P < 0,01$ ).



**FIGURA 7.** Efeito dos níveis de fósforo disponível na conversão alimentar por massa de ovos, na presença de fitase.



**FIGURA 8.** Efeito dos níveis de fósforo disponível na conversão alimentar por massa de ovos, no quarto período.

#### 4.2.5 Perdas de ovos

A percentagem de perdas de ovos não foi influenciada pelos níveis de fósforo disponível e nem pela fitase. Houve influência apenas do período ( $P<0,001$ ), sendo os dados apresentados na Tabela 11 e sua análise de variância na Tabela 1A . Observa-se menor perda no primeiro período (1,80%) e um aumento, à medida em que a ave envelhece. Esses resultados estão de acordo com Oliveira (1992), que relatou que a baixa percentagem de perdas, obtida na fase inicial, pode ser explicada pelo fato de as aves terem sido submetidas à muda forçada, passando por um bom período de descanso, melhorando assim, a qualidade dos ovos.

Vandepopuliere e Lyons (1992) não observaram diferença significativa na perda de ovos das aves que receberam dietas de 0,2 a 0,5% de fósforo disponível. Rodrigues (1995), também variando os níveis de fósforo disponível, não encontrou influência na percentagem de perda de ovos. Oliveira (1995), trabalhando com poedeiras de segundo ciclo de postura, encontrou um aumento na perda média de ovos com a idade das aves.

**TABELA 14.** Percentagem de perdas de ovos por períodos (médias  $\pm$  desvio padrão).

<b>PERÍODO</b>	<b>% MÉDIA DE PERDAS<sup>1</sup></b>
1	1,87 $\pm$ 1,07 a
2	3,22 $\pm$ 1,69 b
3	3,59 $\pm$ 1,73 b
4	3,67 $\pm$ 1,73 b

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ( $P<0,001$ ).

## 4.3 Qualidade dos ovos

### 4.3.1 Qualidade interna (Unidade Haugh)

Os dados apresentados na Tabela 15 mostram que houve efeito dos níveis de fósforo disponível ( $P < 0,05$ ) na qualidade interna do ovo. Ocorreu também interação significativa entre os períodos e fitase ( $P < 0,01$ ). Os dados encontram-se na Tabela 16 e as análises de variância encontram-se nas Tabelas 5A e 4A, respectivamente.

Um efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) foi encontrado ao se variarem os níveis de fósforo nas rações, observando no nível de 0,29% o melhor valor, correspondendo a um valor de Unidade Haugh de 92,25 (Figura 9). Rodrigues (1995), em seu estudo com poedeiras de segundo ciclo, não encontrou diferenças para os valores de unidade Haugh entre os níveis de fósforo disponível para a primeira fase de postura; para a fase final, observou um efeito quadrático no qual os níveis extremos de 0,25 e 0,45% evidenciaram melhor qualidade, 79,2 e 76,6 respectivamente. Um e Paik (1999), trabalhando com poedeiras de primeiro ciclo, não encontraram diferença significativa para Unidade Haugh quando variaram os níveis de fósforo disponível com ou sem suplementação de fitase.

A interação entre período e fitase ( $P < 0,01$ ) mostrou diferença apenas para o primeiro período, quando as rações não suplementadas com fitase tiveram um valor de Unidade Haugh superior às suplementadas com fitase. Para as demais não houveram diferenças.

**TABELA 15.** Unidade Haugh média dos ovos, segundo níveis de fósforo disponível ( $P_D$ ) na ração<sup>1</sup>(médias  $\pm$  desvio padrão).

<b>NÍVEIS DE <math>P_D</math> (%)</b>	<b>UNIDADE HAUGH</b>
0,18	89,59 $\pm$ 6,42
0,24	92,32 $\pm$ 3,55
0,30	91,67 $\pm$ 5,03
0,36	91,24 $\pm$ 3,27

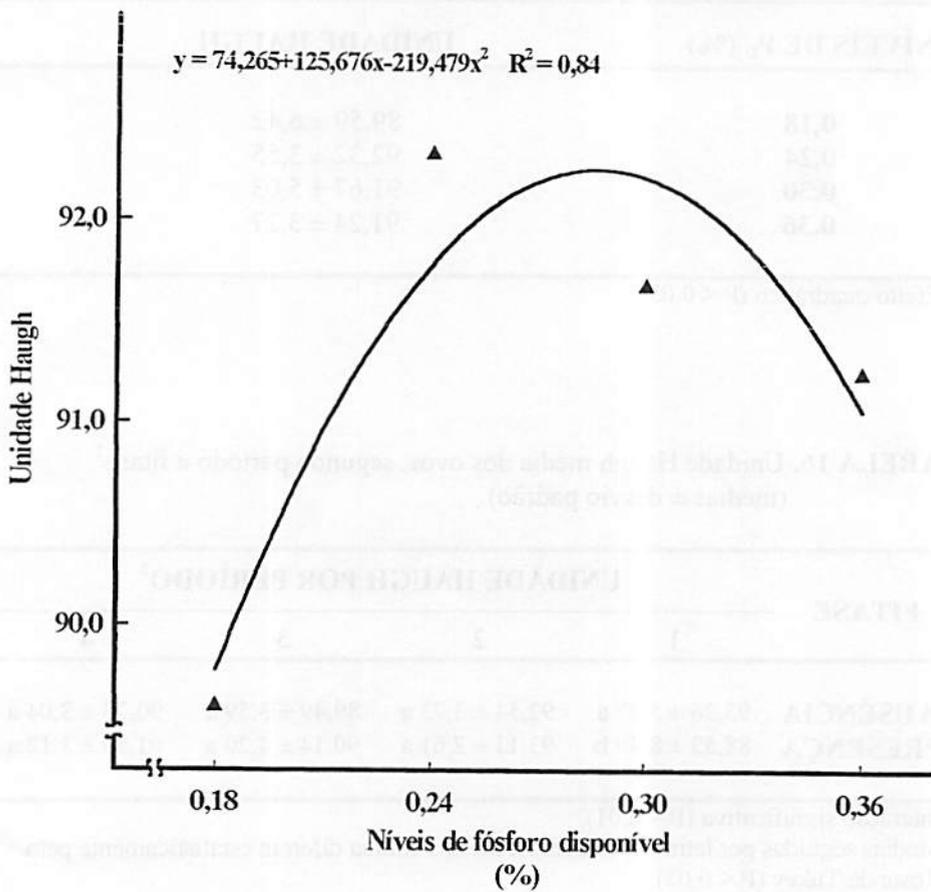
<sup>1</sup> Efeito quadrático ( $P < 0,05$ ).

**TABELA 16.** Unidade Haugh média dos ovos, segundo período e fitase<sup>1</sup> (médias  $\pm$  desvio padrão).

<b>FITASE</b>	<b>UNIDADE HAUGH POR PERÍODO<sup>2</sup></b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>AUSÊNCIA</b>	93,26 $\pm$ 5,27 a	92,54 $\pm$ 3,73 a	89,49 $\pm$ 3,59 a	90,73 $\pm$ 3,04 a
<b>PRESENÇA</b>	88,53 $\pm$ 8,49 b	93,11 $\pm$ 2,61 a	90,14 $\pm$ 4,20 a	91,89 $\pm$ 3,12 a

<sup>1</sup> Interação significativa ( $P < 0,01$ ).

<sup>2</sup> Médias seguidas por letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



**FIGURA 9.** Efeito dos níveis de fósforo disponível na Unidade Haugh média dos ovos.

## **4.3.2 Qualidade externa**

### **4.3.2.1 Espessura de casca**

Através dos dados apresentados na Tabela 17, verifica-se que não houve efeito dos níveis de fósforo disponível sobre a espessura de casca, tendo somente período ( $P<0,001$ ) e fitase ( $P<0,003$ ) influenciado nesse parâmetro. A análise de variância encontra-se na Tabela 4A.

A espessura de casca piorou com a idade das aves, tendo sido de 0,385mm no primeiro período e 0,347 mm no quarto período. Esses dados estão de acordo com Curtis (1985), que relata que, com o aumento da idade da ave, a casca do ovo diminui de espessura e, em consequência, sua solidez. Isso é devido ao aumento do peso dos ovos e não pela menor deposição de cálcio.

As dietas suplementadas com fitase resultaram na pior espessura de casca (0,359mm) comparada com as que não receberam fitase (0,368mm). Estudos com fósforo disponível demonstram que, à medida que o nível aumenta a espessura de casca diminui. Hamilton e Sibbald (1977) mencionam que a redução do nível de fósforo dietético com o avanço da idade da ave melhora a qualidade da casca do ovo. Dagher, Farran e Kaysi (1985) observaram melhor espessura de casca quando a dieta continha 0,35% ou menos de fósforo disponível. Com o uso da fitase, há um aumento da biodisponibilidade do fósforo e, conseqüentemente, dos níveis de fósforo usados nas rações, podendo, assim, piorar a qualidade da casca.

**TABELA 17.** Espessura média de casca por período na ausência e presença de fitase (médias  $\pm$  desvio padrão).

FITASE	ESPESSURA DE CASCA POR PERÍODO (mm)				
	1	2	3	4	Média <sup>1</sup>
AUSÊNCIA	0,387	0,370	0,362	0,354	0,368 $\pm$ 0,019A
PRESENÇA	0,384	0,365	0,351	0,339	0,359 $\pm$ 0,027B
Média <sup>1</sup>	0,385 $\pm$ 0,02a	0,368 $\pm$ 0,02b	0,357 $\pm$ 0,02bc	0,347 $\pm$ 0,02c	

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna e minúscula na linha não são estatisticamente iguais pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

**TABELA 18.** Peso específico dos ovos por período (médias  $\pm$  desvio padrão).

PERÍODO	PESO ESPECÍFICO MÉDIO <sup>1</sup>
1	1,085 $\pm$ 0,0019 a
2	1,080 $\pm$ 0,0017 b
3	1,080 $\pm$ 0,0021 b
4	1,080 $\pm$ 0,0016 b

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras diferentes não são estatisticamente iguais pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

#### **4.3.2.2 Peso específico**

O peso específico foi influenciado apenas pela idade das aves; os dados encontram-se na Tabela 18 e a análise de variância na Tabela 4A. Frost e Roland (1991) também não observaram efeito dos níveis de fósforo disponível sobre o peso específico dos ovos. Keshavarz e Nakajima (1993) relataram que a variação dos níveis de cálcio e fósforo não afetou a qualidade da casca. Barreto (1994) encontrou influência dos níveis de fósforo disponível para peso específico, verificando melhor valor para a dieta com 0,34%, nos períodos 1 e 3 e para 0,15% de fósforo disponível para o período 6.

Os resultados de peso específico mostram uma redução significativa ( $P < 0,05$ ) dos ovos do primeiro período (1,0853) para o quarto (1,0800). Estes resultados estão de acordo com Oliveira (1995) e Fassani (1998) que encontraram um declínio do peso específico do ovo com o avanço da idade das aves.

#### **4.3.2.3 Percentagem de casca**

De acordo com a análise de variância da Tabela 4A, houve efeito do período ( $P < 0,001$ ) para a percentagem de casca. Os dados encontram-se na Tabela 19. Os ovos produzidos no primeiro período apresentaram maior percentagem de casca (8,99%) comparada com os demais, estando coerentes com o peso específico do ovo que piorou à medida que as aves envelheceram. A percentagem de casca diminuiu devido ao aumento no tamanho dos ovos, sem aumento no peso da casca (Al-Batshan et al., 1994). Os dados estão de acordo com Oliveira (1995), que observou uma diminuição na percentagem da casca com a idade das aves.

Encontrou-se resposta significativa ( $P < 0,05$ ) para a interação fitase e níveis de fósforo disponível, cujos dados são apresentados nas Tabelas 20 e 5A.

O estudo da interação mostrou que, com a suplementação de fitase, o comportamento foi quadrático ( $P < 0,01$ ), obtendo-se uma maior percentagem (8,79%), para o nível de 0,26% de fósforo disponível, ou, se considerarmos o fósforo liberado pela fitase de acordo com Van der Klis et al. (1996), já citado anteriormente, o melhor nível seria de aproximadamente 0,36% e a menor percentagem de casca de 0,36% para 0,47% de fósforo disponível (Figura 10). Rodrigues (1995) encontrou melhores valores de percentagem de casca para o nível de 0,37% de fósforo disponível, que assemelha-se ao nível encontrado no presente experimento.

Para os tratamentos sem fitase, o comportamento foi linear negativo ( $P < 0,05$ ) e observou-se que à medida que aumentaram os níveis de fósforo disponível, diminuiu a percentagem de casca do ovo. Esses dados podem, então, ser justificados pela diminuição do peso dos ovos, ocorrida com o aumento dos níveis de fósforo disponível sem suplementação de fitase.

**TABELA 19.** Percentagem de casca dos ovos por período (médias  $\pm$  desvio padrão).

<b>PERÍODO</b>	<b>% MÉDIA DE CASCA<sup>1</sup></b>
1	8,994 $\pm$ 0,42 a
2	8,527 $\pm$ 0,39 b
3	8,619 $\pm$ 0,44 b
4	8,510 $\pm$ 0,46 b

<sup>1</sup> Médias seguidas por letras diferentes não são estatisticamente iguais pelo Teste de Tukey (P < 0,05).

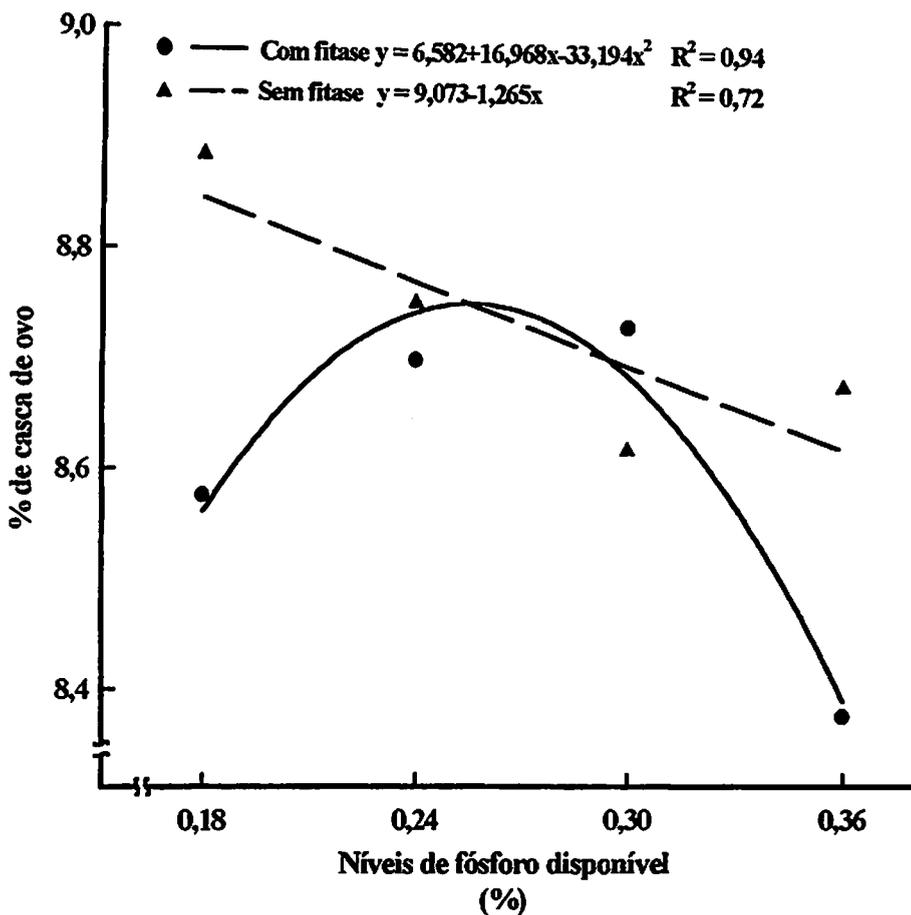
**TABELA 20.** Percentagem média de casca, segundo os níveis de fósforo disponível (P<sub>D</sub>) e fitase<sup>1</sup> (médias  $\pm$  desvio padrão).

<b>FITASE</b>	<b>CASCA (%)</b>			
	<b>NÍVEIS DE P<sub>D</sub> (%)</b>			
	<b>0,18</b>	<b>0,24</b>	<b>0,30</b>	<b>0,36</b>
<b>AUSÊNCIA<sup>2</sup></b>	8,883 $\pm$ 0,43	8,751 $\pm$ 0,48	8,617 $\pm$ 0,44	8,675 $\pm$ 0,43
<b>PRESENÇA<sup>3</sup></b>	8,576 $\pm$ 0,49	8,698 $\pm$ 0,43	8,729 $\pm$ 0,48	8,373 $\pm$ 0,46

<sup>1</sup> Interação significativa (P < 0,05).

<sup>2</sup> Efeito linear (P < 0,05).

<sup>3</sup> Efeito quadrático (P < 0,01).



**FIGURA 10.** Efeito dos níveis de fósforo disponível na porcentagem média de casca dos ovos na ausência e presença de fitase.

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

Observou-se influência do período ( $P < 0,001$ ) no peso de casca por unidade de superfície de área, com média de  $77,78 \text{ mg/cm}^2$  para o primeiro período e  $73,60 \text{ mg/cm}^2$  para o último (Tabela 21 e 4A). Ocorreu também interação entre a suplementação de níveis de fósforo disponível na ração e fitase para peso de casca por unidade de superfície de área ( $P < 0,02$ ). Esses resultados encontram-se na Tabela 22 e sua análise de variância na Tabela 4<sup>A</sup>

. Foi observado um comportamento quadrático ( $P < 0,01$ ) apenas quando suplementou-se a ração com fitase (Figura 11), apresentando como melhor valor de peso de casca por unidade de superfície de área o nível de 0,25% de fósforo disponível (ou 0,35, considerando o P liberado) que corresponde a  $76,05 \text{ mg/cm}^2$ . Este valor se aproxima ao encontrado por Rodrigues (1995) que foi de 0,36% de fósforo disponível.

**TABELA 21.** Peso médio de casca por unidade de superfície de área (PCSA) por período (médias  $\pm$  desvio padrão).

PERÍODO	PCSA (mg/cm <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>
1	77,784 $\pm$ 3,34 a
2	74,662 $\pm$ 3,61 b
3	74,889 $\pm$ 3,86 b
4	73,602 $\pm$ 4,01 b

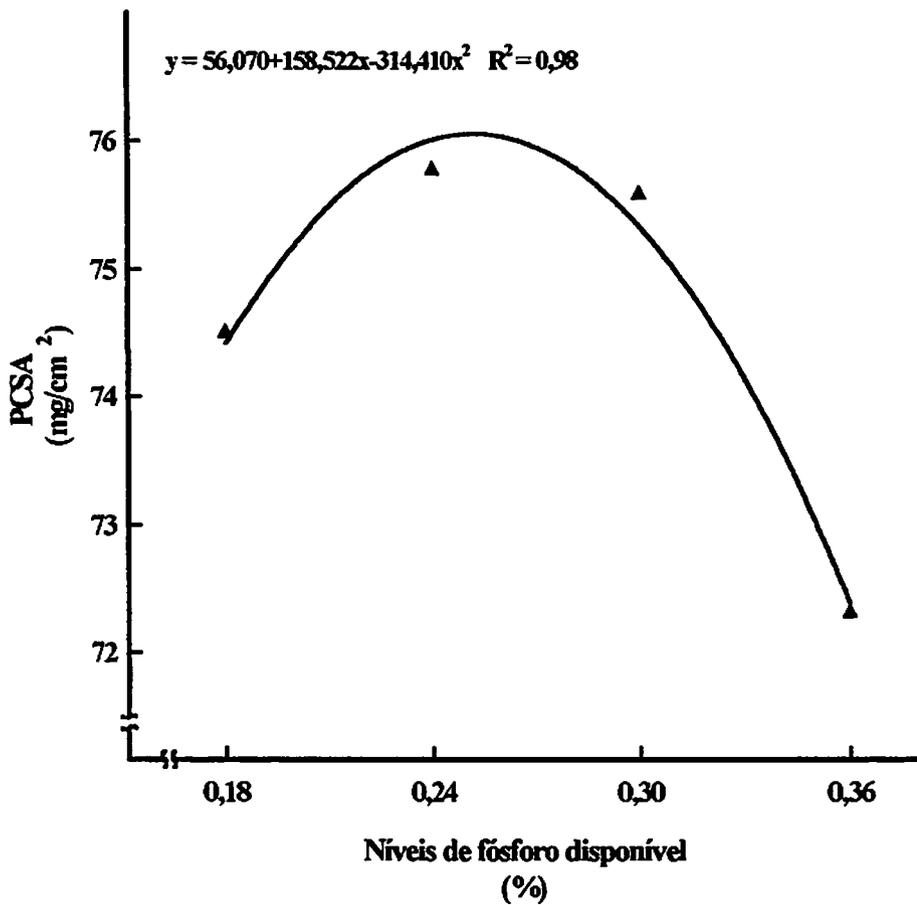
<sup>1</sup> Médias seguidas por letras diferentes não são estatisticamente iguais pelo Teste de Tukey (P < 0,05).

**TABELA 22.** Peso médio de casca por unidade de superfície de área (PCSA), segundo os níveis de fósforo disponível (P<sub>D</sub>) e fitase<sup>1</sup> (médias  $\pm$  desvio padrão).

FITASE	PCSA (mg/cm <sup>2</sup> )			
	NÍVEIS DE P <sub>D</sub> (%)			
	0,18	0,24	0,30	0,36
AUSÊNCIA	76,797 $\pm$ 3,59	75,996 $\pm$ 3,98	75,111 $\pm$ 3,46	75,828 $\pm$ 3,52
PRESENÇA <sup>2</sup>	74,498 $\pm$ 4,06	75,763 $\pm$ 4,21	75,572 $\pm$ 4,04	72,309 $\pm$ 4,03

<sup>1</sup> Interação significativa (P < 0,02).

<sup>2</sup> Efeito quadrático (P < 0,01).



**FIGURA 11.** Efeito de níveis de fósforo disponível na presença e ausência de fitase sobre o peso de casca por unidade de superfície de área (PCSA).

#### 4.4 Teores de cinza e fósforo na tibia

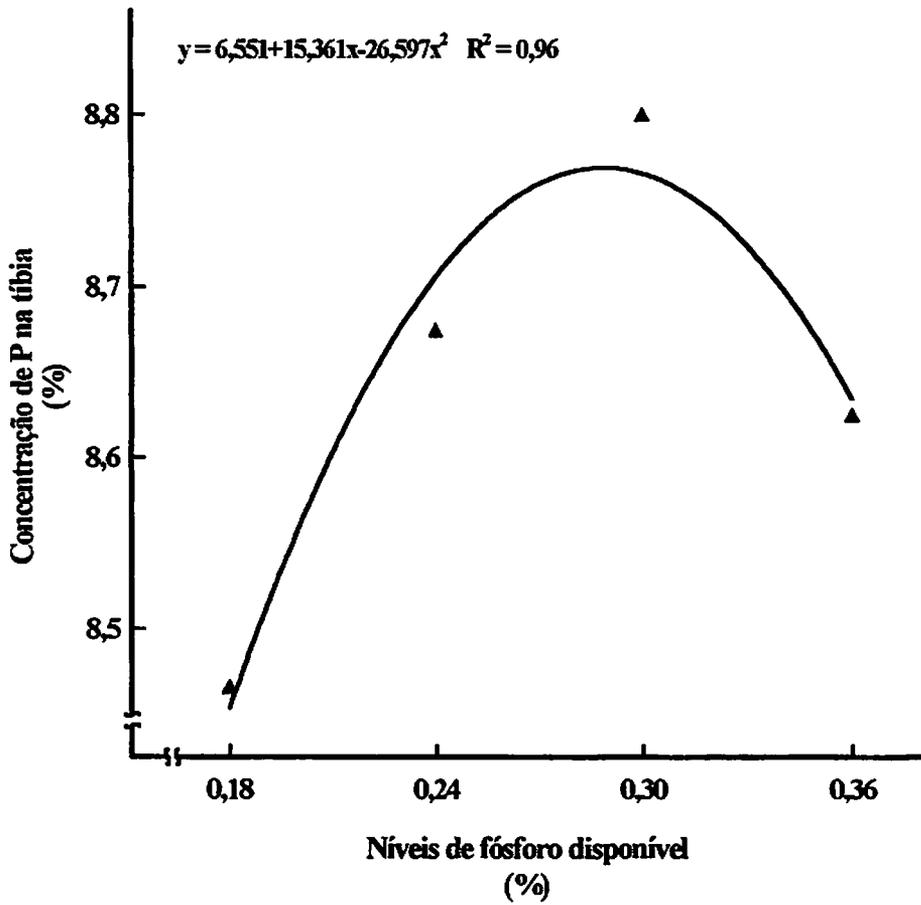
Houve efeito dos níveis de fósforo disponível ( $P < 0,06$ ) sobre a percentagem de fósforo na tibia. Ocorreu um comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) com uma maior concentração de fósforo para o nível de 0,29% de fósforo disponível, correspondendo a 8,77% de fósforo, indicando esse como o melhor nível de suplementação (Figura 12).

O teor de cinzas na tibia não se alterou em nenhum tratamento, tendo, como média geral, 56,87%. Os resultados são apresentados na Tabela 23 e a análise de variância na Tabela 6A.

**TABELA 23.** Percentagem média de fósforo e cinzas na tibia de poedeiras de segundo ciclo, segundo os níveis de fósforo suplementares (média  $\pm$  desvio padrão).

NÍVEIS DE P <sub>D</sub> (%)	PERCENTAGEM NA TÍBIA	
	FÓSFORO <sup>1</sup>	CINZAS
0,18	8,46 $\pm$ 0,209	56,77 $\pm$ 0,437
0,24	8,67 $\pm$ 0,207	56,97 $\pm$ 1,549
0,30	8,79 $\pm$ 0,353	56,70 $\pm$ 1,708
0,36	8,62 $\pm$ 0,209	57,00 $\pm$ 0,877

<sup>1</sup> Efeito quadrático ( $P < 0,05$ ).



**FIGURA 12.** Efeito dos níveis de fósforo disponível na ração sobre o teor de fósforo (P) na tibia, independente do uso de fitase

## 5 CONCLUSÕES

Nas condições em que se realizou este experimento, pode-se concluir que:

1. O nível mais adequado de suplementação foi o de 0,18% de fósforo disponível com o uso da enzima fitase e 0,29% sem a enzima, para poedeiras de segundo ciclo de produção;
2. O aumento dos níveis de fósforo disponível na dieta piorou a qualidade da casca dos ovos, havendo a necessidade de diminuir os níveis no segundo ciclo.
3. As poedeiras apresentaram maior teor de fósforo na tibia com o nível suplementar de 0,29% de fósforo disponível, independente do uso da enzima fitase.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLAH, A.G.; 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. et al.. 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.
- ALIMENTAÇÃO correta otimiza produção de ovos, *Alimentação Animal*, São Paulo, n.4, p. 18-20, 1997.
- BARRETO, S.L.T. Efeitos de níveis de fósforo disponível durante o pico de postura para duas linhagens de poedeiras comerciais leves. Lavras: Esal, 1994. 142p. (Dissertação Mestrado em Zootecnia).
- BERTECHINI, A.G. *Nutrição de monogástricos*. Brasília: ABEAS, 1998. 273p. (Curso de especialização por tutoria à distância)
- BORGES, F.M.O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. *Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG*, Belo Horizonte, n.20, p. 5-30, 1997.
- CACERES, V.C. Efeitos nutricionales sobre la calidad de la cáscara In: *CONFERÊNCIA APINCO 1994 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA*, 1994. Santos, Anais... Santos: FACTA, 1994. p.35-66.
- CARD, L.E.; NESHEIM, M.C. *Produccion avícola*. Nueva York: Ithaca, 1968. 392p.

- CAVALHEIRO, A.C.L.; TRINDADE, D.S.; OLIVEIRA, S.C. et al. Níveis de fósforo em rações para poedeiras. Anuário Técnico do Instituto de Pesquisas Zootécnicas "Francisco Osório", Porto Alegre, v.10, p.7-16, dez. 1983.**
- CROMWELL, G.L.; COFFEY, R.D. Phosphorus – A key essential nutrient, yet a possible major pollutant – its central role in animal nutrition. Biotechnology in the Feed Industry. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 7º Proceedings...p. 133 – 145, 1991.**
- CURTIS, P.A.; GARDNER, F.A.; MELLOR, D.B. A 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, July 1985.**
- DAGHIR, N.J.; FARRAN, M.T.; KAYSI, J.A. Phosphorus requirements of laying hens in a semiarid continental climate. Poultry Science, Champaign, v. 67, n. 7, p.1382–1384, Jul.1985.**
- DUDLEY-CASH, W.A.; HOLLORAN, H.R. Phosphorus levels fed to laying hens may be too low. Feedstuffs, Minneapolis, v. 61, n. 5, p.14-17, 1989.**
- ECKHOUT, W.; PAEPE DE M. The quantitative effects of the industrial microbial phytase on the apparent phosphorus absorbability of a mixed feed by piglets. Med. Fac. Landbouw. Rijksuniv. Gent, v.56, p. 1643–1647,1991.**
- ENGELN, A. J.; HEEFY, F.C.V.; RANDSDORP, P.H.G. et al. Simple and rapid determination of phytase activity. Journal of AOAC International, Netherlands, v. 77, n.3, 1994.**
- FASSANI, E.J. Manganês na nutrição de poedeiras no segundo ciclo de produção. Lavras: UFLA, 1998. 59p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).**

**FERKET, P.R.** Practical use of feed enzymes for turkeys and broilers. **Journal Appl. Poult. Res.** v.1, n.2, p. 75-81, 1993.

**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. 936-969, Apr. 1991.

**FURTADO, M.A. de O.** Determinação da biodisponibilidade de fósforo em suplementos de fósforo para aves e suínos. Belo Horizonte: UFMG, 1991. 61p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).

**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, Mar. 1997.

**HAMILTON, R.M.G.; SIBBALD, I.R.** The effects of dietary phosphorus on productive performance and egg quality of ten strains of white leghorns. **Poultry Science, Champaign,** v.56, p. 1221-1228, July. 1977.

**HARMS, R.H.** The influence of nutrition on egg quality. Part 2: Phosphorus. **Feedstuffs, Minneapolis,** v. 54 p. 25-26, May. 1982.

**HARPER, H.A.** Manual de química fisiológica. 3ed. São Paulo: Atheneu, 1973. 570 p.

**HUNTON, P.** Understanding the architecture of the eggshell. in: Quality of Poultry Products. II. Quality of Eggs and Egg Products. In: **EUROPEAN SYMPOSIUM ON THE QUALITY OF EGGS AND EGGS PRODUCTS, 5, France World's Poultry Science, France,** p.141 - 147, 1993.

**JONGBLOED, A.W.; EVERTS, H.; KEMME, P.A.** Phosphorus availability and requirements in pigs. In: Cole, D.J.A. **Recent Developments in Pig Nutrition , Nottingham,** v.2, p. 163-178, 1993.

- JONGBLOED, A.W.; MROZ Z.; KEMME, P.A.** The effect of supplementary *Aspergillus niger* phytase in diets for pigs on concentration and apparent digestibility of dry matter, total phosphorus, and phytic acid in different sections of the alimentary tract. *Journal of Animal Science*. v.70, p.1159–1168, 1992.
- JUNQUEIRA, O.M.** Avanços recentes na exigência de fósforo para poedeiras. In: **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA 1993**, Santos, Anais...Santos: FACTA, 1993 p.167–175.
- KESHAVARZ, K.; NAKAJIMA, S.** Re-evaluation of calcium and phosphorus requirements of laying hens for optimum performance and eggshell quality. *Poultry Science*, Champaign, v. 72, n.1, p. 144–153. Jan. 1993.
- KORNEGAY, E.T.** Phytase in poultry and swine phosphorus management, In: **EASTERN NUTRITION CONFERENCE, Proceedings...** Nova Scotia, Canada, p. 71 – 113, 1996.
- KRATZER, F.H.; VOTRA, P.** Chelates in nutrition. Boca C.R.C. Press, Raton: 1986, 458p.
- LANTZSCH, H.J.** Einführung und stand der diskussion zur intestinalen verfügbarkeit des phosphors beim schwein. *Industrieverband Agrar. e V., Fachausschuß Futterphosphate*. p. 53 – 77, 1989.
- LANTZSCH, H.J.** Einführung und stand der dikussion zur intestinalen verfügbarkeit des phosphorsbeim beim schwein. *Industrieverband Agrar. e V., Fachausschuß Futterphosphate*. p.53-77, 1992.
- MILES, R.D.; COSTA, P.T.; HARMS, R.H.** The influence of dietary phosphorus level on laying hens performance, eggshell quality, and various blood parameters. *Poultry Science*, Champaign, v.62, n.6, p. 1033–1037, June. 1983.

**NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of poultry. 8 ed. Washington, 1984. 71p.( Nutrient requirements of domestic animals).**

**NELSON, T.S. The utilization of phytate phosphorus by poultry – a review. Poultry Science, Champaign, v. 46, n.4, p. 862 – 671, Jul. 1967.**

**NELSON, T.S.; FERRARA, L.W.; STORER N.L. Phytate phosphorus content of feed ingredients derved from plants. Poultry Science, Champaign, v.47, p.1372–1374, 1968.**

**NELSON, T.S.; SHIEH, T.R.; WODZINSKI, R.J. et al. Effect of supplemental phytase phosphorus by chicks. Journal of Nutrition. Bethesda, v 101, p. 1289–1294, 1971**

**NEWMAN, K. Phytase: the enzyme, its origin and characteristics. Impact and potencial for increasing phosphorus availability. Biotechnology in the Feed Industry. ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 7, Proceedings... p 169-177, 1991.**

**NUNES, I.J. Nutrição animal básica. 1ed. Belo Horizonte: Breder Ltda, 1995. 334 p.**

**NUZBACK, D.E. Qualidade da casca do ovo e nutrição. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 1998. São Paulo, Anais... São Paulo: APA, 1998. p.35-44.**

**OBERLEAS, D. Phytates, in toxicants occurring naturally in foods, Washington: National Academy of Sciences, 1973. 363p.**

**OLIVEIRA, B.L. Muda forçada em poedeiras comerciais. Lavras: ESAL, 1981. 5p (Boletim Técnico, 1)**

- OLIVEIRA, B.L.** Pontos críticos no manejo de poedeiras. In : **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS**, 1992. Campinas. Anais...Campinas: FACTA,1992. p. 137-144.
- OLIVEIRA, J.E.F.** Níveis de cálcio, forma de fornecimento do calcário e qualidade do ovo de poedeiras leves no segundo ciclo de postura. Lavras: UFLA, 1995. 102p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).
- PARR, J.** Formulating layer diets with natuphos phytase. **CORNELL POULTRY CONFERENCE**, 1996. Ithaca, Conference... New York: 1996. p. 31-49.
- PETER, W.** Investigations on the use of phytase in the feeding of laying hens. In: **XIX WORD'S POULTRY CONGRESS**, 19, 1992. Amsterdam,, Proceedings... Amsterdam: 1992. p. 672.
- POINTILLART, A.; FOURDIN, A.; FONTAINE, N.** Importance of cereal phytate activity for phytate phosphorus utilization triticale or corn. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 117, p.907-913, 1987.
- QIAN, H.; VEIT, E.T.; KORNEGAY, E.T.** Effects of supplemental phytase and phosphorus on histological and other tibial bone characteristics and performances of broilers fed semi-purified diets. **Poultry Science**, Champaign, v.75, p. 618-626, 1996.
- RAVINDRAN, V.; BRYDEN W.L. AND KORNEGAY, E.T.** Phytates: occurrence, bioavailability and implications in poultry nutrition. **Poultry & Avian Biol. Rev.**, v.6, p.125-143, 1995.
- RODRIGUES, P.B.** Fatores que afetam a qualidade do ovo de poedeiras de segundo ciclo. Lavras: UFLA, 1995. 156p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).

**ROLAND, D.A.** The extent of uncollected eggs due to inadequate shell. **Poultry Science, Champaign, v. 56, n. 5, p. 1517–1521. Sept. 1977.**

**ROLAND, D.A.** Relationship of body-checked eggs to photoperiod and breaking streng. **Poultry Science, Champaign, v. 61, p. 2338, 1992.**

**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.

**ROUSH, W. B.; MYLET, M.; ROSENBERGER, J.L. et al.** Investigation of calcium and available phosphorus requeriments for laying hens by response surface methodology. **Poultry Science, Champaign, v.65, n.5, p.964-970. May 1986.**

**RUTZ, F.** Absorção de minerais e vitaminas. In: **FUNDAÇÃO APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA. Fisiologia de digestão e absorção das aves.** Campinas: FACTA, 1994. p. 83–98.

**SCHEIDELER, S.E.; SELL, J.L.** Effects of calcium and phase-feeding phosphorus on production traits and phosphorus retention in two strains of laying hens. **Poultry Science, Champaign, v.65, n.11, p. 2110–2119, Nov. 1986.**

**SCHEUERMANN, S.A.; LANNTZSCH, H.J.; MENKE, K.H.** In vitro und in vivo untersuchungen zur hydrolyse von phytat, **Journal Animal Physiol.,v. 60, p. 64–75, 1988.**

**SCOTT, M.L.; NESHEIN, M.C.; YOUNG, R.J.** **Nutrition of the chicken.** New York, 1982. 562p.

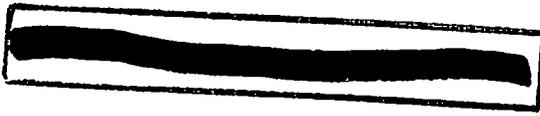
- SIMONS, P.C.M.; JONGBLOED, A.W.; VERSTEEGH, H.A.J. et al. Improvement of phosphorus availability by microbial phytase in poultry and pigs. In: GEORGIA NUTRITION CONFERENCE, 1992. Georgia., Proceedings... Atlanta, GA, p. 100-109, 1992.
- TEIXEIRA, A.S. Exigências nutricionais de zinco e sua biodisponibilidade em sulfatos e óxidos de zinco para pintos de corte. Porto Alegre: UFRGS, 1994. 172 p. (Dissertação – Doutorado em Zootecnia).
- STURKIE, P.D. Fisiologia aviar. Zaragoza: Acríbia, 1968. 607p.
- SUGIYAMA, T.; KUSUHARA, S. Ultrastructural changes of osteoclasts on hen medulary zone during the egg – laying cycle. *British Poultry Science*, Edinburgh, v. 34, n.3, p. 471–477, July 1993.
- SUMMERS, J.D. Reduced dietary phosphorus levels for layers. *Poultry Science*, Champaign, v.74, p. 1977–1983, Aug. 1995.
- TAYLOR, P.W.; AMMERMAN, C.B.; HARMS, R.H. The availability of phytic acid phosphorus for chicks. II. Comparison of phytin phosphorus sources. *Poultry Science*, Champaign, v. 43, n. 1, p 426, Jan.,1964.
- 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*, Champaign, v. 78, n.1, p. 75-79, Jan., 1999.
- VANDEPOPULIERE, J.M.; LYONS, J.J. Effect of inorganic phosphate source and eggshell quality. *Poultry Science*, Champaign, v. 71, n.6, p. 1022–1031, June 1992.



VAN DER KLIS, J.D.; VERSTEEGH, H.A.J.; SIMONS, P.C.M. **Natuphos in laying hen nutrition.** In: TECHNICAL SYMPOSIUM PHOSPHORUS AND CALCIUM MANAGEMENT IN LAYERS, Atlanta, BASF, 1996, p.71-82, 1996.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A., **Sistema de análise estatística.** Piracicaba: ESALQ - USP, 1991.

WILLIAMS, W. **Nutrição relacionada com a qualidade do ovo e produtividade.** In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 1, 1991. Campinas, **Anais...** Campinas: APA, p. 86-91, 1991.



## **ANEXOS**

## LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1A Resumo das análises de variância para produção média de ovos (PMO) por ave/dia, peso dos ovos (PO), consumo médio diário de ração (CMR), conversão alimentar (CA) por massa de ovos, perda de ovos (PERDA).....	68
TABELA 2A Resumo das análises de variância, desdobrando a interação fitase (F) * níveis de fósforo disponível (N), estudando níveis dentro de fitase.....	69
TABELA 3A Resumo das análises de variância, desdobrando a interação período (P) * níveis de fósforo disponível, estudando níveis dentro de período.....	70
TABELA 4A Resumo das análises de variância para Unidade Haugh (UH), espessura de casca (EC), peso específico (PE), percentagem de casca (% casca), peso de casca por unidade de superfície de área (PCSA).....	71
TABELA 5A Resumo das análises de variância, desdobrando a interação fitase (F) * níveis de fósforo disponível (N), estudando níveis dentro de fitase e regressão para níveis de fósforo disponível (N).....	72
TABELA 6A Resumo da análise de variância para a concentração de fósforo (P) e teor de cinzas (C) na tibia das poedeiras, expressa em percentagem na matéria seca desengordurada, desdobrando a regressão para níveis de fósforo disponível (N).....	73
TABELA 7A Temperaturas médias no interior do galpão.....	74

TABELA 1A. Resumo das análises de variância para produção média de ovos (PMO) por ave/dia, peso dos ovos (PO), consumo médio diário de ração (CMR), conversão alimentar (CA) por massa de ovos, perda de ovos (PERDA).

QUADRADO MÉDIO						
R.V.	G.L.	PMO	PO	CMR	CA	PERDA
Filase (F)	1	1,4987	19,5545**	121,8446**	0,1716**	13,8945
Níveis de P <sub>d</sub> (N)	3	68,6279*	11,4801**	39,4786	0,0765**	15,0367
F x N	3	106,5885**	45,5402**	275,7631**	0,0736*	13,5302
Resíduo (a)	32	193,4314	32,7147	115,3335	0,0927	21,8748
Período (P)	3	1096,3575**	13,0204**	548,2609**	1,0774**	112,4517**
P x F	3	32,8396	2,5627	37,7346	0,0363	4,0637
P x N	9	69,8381**	4,7174	36,5948**	0,0427**	7,1203
P x F x N	9	35,2962	7,2575*	8,7555	0,0220	5,9356
Resíduo	96	24,9292	3,3669	15,3694	0,0224	5,8228
C.V.(%)		6,4075	2,7479	3,7146	7,3248	78,1094

\*\*P<0,01%  
\*(P<0,05%)

QUADRADO MÉDIO						
F.V.	G.L.	PMO	PO	CMR	CA	PERDA
Fítase (F)	1	1,4987	19,5545**	121,8446**	0,1716**	13,8945
F x N						
N : F (300FTU)						
Linear	1	262,9262**	77,0884**	44,6658	0,3706**	
Quadrática	1	1,5933	5,1005	281,6064**	0,0586	
Cúbica	1	131,2743	24,9251	34,1903	0,0088	
N : F (0 FTU)						
Linear	1	40,1291	26,7159	269,4029	0,0007	
Quadrática	1	80,6915	34,8942**	278,9298**	0,0119	
Cúbica	1	9,0345	2,3371	36,9299	0,0036	
Resíduo (a)						
	32	193,4314	32,7147	115,3335	0,0927	21,8748
Período (P)						
	3	1096,3575**	13,0204**	548,2609**	1,0774**	112,4517**
P x F	3	32,8396	2,5627	37,7346	0,0363	4,0637
P x N	9	69,8381**	4,7174	36,5948**	0,0427**	7,1203
P x F x N	9	35,2962	7,2575*	8,7555	0,0220	5,9356
Resíduo	96	24,9292	3,3669	15,3694	0,0224	5,8228
C.V. (%)						
		6,4075	2,7479	3,7146	7,3248	78,1094

\*\* (P < 0,01%)  
\* (P < 0,05%)

TABELA 2A. Resumo das análises de variância, desdobrando a interação fitase (F) \* níveis de fósforo disponível (N), estudando níveis dentro de fitase.

TABELA 3A. Resumo das análises de variância, desdobrando a interação entre período (P) \* níveis de fósforo disponível, estudando níveis dentro de período.

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO				
		PMO	PO	CMR	CA	PERDA
Fitase (F)	1	1,4987	19,5545**	121,844**	0,171**	13,8945
Níveis de P <sub>D</sub> (N)	3	68,6279*	11,4801**	39,4786	0,076**	15,0367
F x N	3	106,5885**	45,5402**	275,763**	0,0736*	13,5302
Resíduo (a)	32	193,4314	32,7147	115,333	0,0927	21,8748
Período (P)	3	1096,357**	13,0204**	548,260**	1,077**	112,451**
P x F	3	32,8396	2,5627	37,7346	0,0363	4,0637
P x N						
N : P1						
Linear	1	0,0016		69,0783*	0,0464	
Quadrática	1	176,0012**		40,4814	0,0620	
Cúbica	1	3,2755		14,4614	0,0600	
N : P2						
Linear	1	0,00168		87,8740**	0,0097	
Quadrática	1	5,5353		8,4916	0,0117	
Cúbica	1	0,9302		1,5207	0,0316	
N : P3						
Linear	1	10,4973		1,9247	0,0121	
Quadrática	1	113,0304**		2,0611	0,0801	
Cúbica	1	139,7959		4,6238	0,0812	
N : P4						
Linear	1	116,9379		6,4387	0,160**	
Quadrática	1	138,3468**		117,186**	0,0240	
Cúbica	1	130,0723		93,6465	0,0345	
P x F x N	9	35,2962	7,2575*	8,7555	0,0220	5,9356
Resíduo	96	24,9292	3,3669	15,3694	0,0224	5,8228
C.V.(%)		6,4075	2,7479	3,7146	7,3248	78,1094

\*\* (P < 0,01%)

\* (P < 0,05%)

**TABELA 4A. Resumo das análises de variância para Unidade Haugh (UH), espessura de casca (EC), peso específico (PE), percentagem de casca (% casca), peso de casca por unidade de superfície de área (PCSA).**

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO				
		UH	EC	PE	%casca	PCSA
Fitase (F)	1	13,6656	0,003**	0,00001	0,7335*	78,1063**
Níveis de P <sub>D</sub> (N)	3	54,1544*	0,0005	0,00001	0,3665	26,0856
F x N	3	21,7867	0,0005	0,00000	0,4179*	33,7611*
Resíduo (a)	32	23,5557	0,0004	0,00001	0,2267	18,2096
Período (P)	3	62,0730**	0,010**	0,00025	2,0409**	128,1788**
P x F	3	76,9357*	0,0003	0,00001	0,2818	20,8155
P x N	9	22,7158	0,0003	0,00000	0,1369	10,5398
P x F x N	9	5,5949	0,0003	0,00001	0,1913	12,7081
Resíduo	96	20,8059	0,0004	0,00001	0,1500	10,8298
C.V.(%)		5,0009	5,1341	0,2652	4,4707	4,3741

\*\* (P < 0,01%)

\* (P < 0,05%)

TABELA 5A. Resumo das análises de variância, desdobrando a interação fitase (F) \* níveis de fósforo disponível (N), estudando níveis dentro de fitase e regressão para níveis de fósforo disponível (N).

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO				
		UH	EC	PE	%Casca	PCSA
Fitase (F)	1	13,6656	0,003**	0,00001	0,7335*	78,1063**
N						
Linear	1	36,8855				
Quadrática	1	99,8876*				
Cúbica	1	25,6901				
F x N						
N : F (300FTU)						
Linear	1				0,3295	45,6368
Quadrática	1				1,1424**	102,4913**
Cúbica	1				0,0858	2,6034
N : F (0 FTU)						
Linear	1				0,5761**	14,4020
Quadrática	1				0,1824	11,5672
Cúbica	1				0,0369	2,8392
Resíduo (a)	32	23,5557	0,0004	0,00001	0,2267	18,2096
Periodo (P)	3	62,0730**	0,010**	0,00025	2,0409**	128,1788**
P x F	3	76,9357*	0,0003	0,00001	0,2818	20,8155
P x N	9	22,7158	0,0003	0,00000	0,1369	10,5398
P x F x N	9	5,5949	0,0003	0,00001	0,1913	12,7081
Resíduo	96	20,8059	0,0004	0,00001	0,1500	10,8298
C.V.(%)		5,0009	5,1341	0,2652	4,4707	4,3741

\*\* (P<0,01%)

\* (P<0,05%)

**TABELA 6A. Resumo da análise de variância para a concentração de fósforo (P) e teor de cinzas (C) na tibia das poedeiras, expressa em percentagem na matéria seca desengordurada, desdobrando a regressão para níveis de fósforo disponível (N).**

F.V.	G.L.	QUADRADO MÉDIO	
		P	C
Fitase (F)	1	0,0002	0,0048
Níveis de P <sub>D</sub> (N)	3	0,1899*	0,2123
Linear	1	0,1795	
Quadrática	1	0,3667**	
Cúbica	1	0,0237	
N x F	3	0,0065	3,7641
Resíduo	32	0,0713	1,7861
C.V.(%)		3,0911	2,3501

\*\* $(P < 0,01\%)$

\* $(P < 0,05\%)$

TABELA 7A – Temperaturas médias no interior do galpão, por semana.

Semanas	Temperaturas (°C)		
	Mínima	Máxima	Média
1ª	20	31	25
2ª	18	28	23
3ª	20	33	27
4ª	20	33	27
5ª	19	31	25
6ª	16	27	22
7ª	13	26	20
8ª	17	26	22
9ª	17	28	23
10ª	13	25	19
11ª	12	24	18
12ª	13	24	19
13ª	15	26	21
14ª	13	24	19
15ª	13	28	21
16ª	11	25	18
<b>Média Geral</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>22</b>

