

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE AGRONOMIA**

**RAFAEL JORGE ELIAS**

**DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE EM DIETAS COM DIFERENTES  
FONTES MINERAIS DE FÓSFORO**

**Uberlândia  
Junho – 2008**

**RAFAEL JORGE ELIAS**

**DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE EM DIETAS COM DIFERENTES  
FONTES MINERAIS DE FÓSFORO**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Curso de Agronomia,  
da Universidade Federal de Uberlândia,  
para obtenção do grau de Engenheiro  
Agrônomo.

Orientador: Evandro de Abreu  
Fernandes

**Uberlândia  
Junho – 2008**

**RAFAEL JORGE ELIAS**

**DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE EM DIETAS COM DIFERENTES  
FONTES MINERAIS DE FÓSFORO**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado ao Curso de Agronomia,  
da Universidade Federal de Uberlândia,  
para obtenção do grau de Engenheiro  
Agrônomo.

Aprovado pela Banca Examinadora em 20 de maio de 2008.

Anael Araújo dos Santos  
Membro da Banca

Caroline Caires  
Membro da Banca

---

Prof. Evandro de Abreu Fernandes  
Orientador

## RESUMO

O experimento teve como objetivo avaliar o desempenho de frangos de corte em dietas com diferentes fontes de fósforo. As fontes avaliadas foram monomônio fosfato (PEC-FOS e MAP) em substituição total e parcial (25%, 50% e 75%) pelo fosfato bicálcico. Foram utilizadas 2304 aves de 1 dia da linhagem Cobb. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 9 tratamentos e 8 repetições. Foram avaliadas as variáveis consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e viabilidade das aves aos 7 e 21 dias de idade e as concentrações de matéria mineral, cálcio e fósforo na tíbia esquerda aos 21 dias de idade. Aos 7 dias não foram observadas diferenças nas variáveis estudadas entre as 3 fontes de fósforo e os crescentes níveis de inclusão. Aos 21 dias, não observou-se diferenças no consumo de ração, na conversão alimentar e na viabilidade. Já para a variável peso vivo observou-se que o tratamento envolvendo a completa substituição do fosfato bicálcico (T5) pelo fosfato monoamônio (MAP) teve um peso significativamente menor em relação ao peso ocorrido na associação 50:50 de fosfato bicálcico e PEC-FOS (T7) sem contudo encontrar diferença entre os demais tratamentos. Para a variável matéria mineral observou-se melhor resultado quando utilizou-se PEC-FOS na inclusão de 100% ou seja substituição total do fosfato bicálcico pelo PEC-FOS (T9). O resultado foi significativamente maior sempre que o PEC-FOS esteve incluído em relação à dieta contendo o fosfato bicálcico. A substituição parcial (T2 a T4) ou total (T5) do fosfato bicálcico pelo fosfato monoamônio mostrou-se igual a ração formulada com fosfato bicálcico (T1) e também às substituições parciais pelo fosfato PEC-FOS (T6 a T8), no entanto a completa substituição pelo PEC-FOS (T9) levou à um resultado de matéria mineral significativamente maior que o uso de fosfato bicálcico ou fosfato monoamônio associado ou sozinho. Para o cálcio observou-se melhores concentrações deste mineral na tíbia quando utilizou-se PEC-FOS como fonte de fósforo em diferentes níveis de inclusão, sendo que o melhor resultado dentre os tratamentos ocorreu no T9 (100% de PEC-FOS). Os tratamentos T1, T2 e T3 apresentaram reduções significativas nas concentrações de cálcio quando comparados aos tratamentos com PEC-FOS. Para o fósforo observou-se diferença significativa para os tratamentos contendo PEC-FOS em diferentes níveis de inclusão. Os tratamentos T1 e os tratamentos contendo fosfato monoamônio (MAP) em diferentes níveis de inclusão foram significativamente menores em concentração de fósforo quando comparados aos tratamentos contendo PEC-FOS. A substituição do fosfato bicálcico pelo fosfato monoamônio (MAP ou PEC-FOS) como fonte de fósforo na ração para

frangos de corte aos 21 dias de idade pode ser recomendada, analisando as variáveis peso vivo, conversão alimentar e viabilidade. O fosfato PEC-FOS dentre as fontes de fósforo utilizadas foi o que apresentou melhor incremento na matéria mineral, seja puro ou misturado com diferentes concentrações de fosfato bicálcico, em frangos de corte aos 21 dias de idade.

**Palavras-chave:** fósforo, ração, nutrição.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>06</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>08</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>25</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>26</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A atividade da avicultura nacional, assumiu um alto nível tecnológico, notadamente o segmento de frangos de corte, que inseriu essa atividade em posição privilegiada em relação a outros segmentos da pecuária no Brasil, com níveis de produtividade física e econômica comparados aos países mais competitivos do mundo, no setor.

As privilegiadas condições de produção de grãos, clima e de mão-de- obra rural, ao lado do extraordinário desenvolvimento da agroindústria do setor, colocaram o Brasil na posição atual de 3º maior produtor mundial e liderança global nas exportações de carne de frango.

A atual expansão e consolidação do complexo avícola nacional são explicados pelos avanços tecnológicos nas áreas de genética, nutrição, manejo e ambiência possibilitaram uma atividade industrial em grande escala. Os aspectos relacionados à nutrição são especiais, por interferir diretamente nas características de produção das aves.

Várias pesquisas têm sido desenvolvidas para determinar as exigências nutricionais das aves em diferentes idades, sexo e linhagens, com objetivo de se obter alimentação de menor custo, que permita o máximo aproveitamento do potencial genético da ave.

Na avicultura, verifica-se um ciclo de vida curto para o frango de corte, no qual trabalha com o máximo ganho de peso possível em um menor intervalo de tempo. Sendo assim, deve-se atentar à relação custo x benefício que a alimentação proporciona, pois, 75 % ou mais do custo de produção, é referente à alimentação (ALVES 2005; BERNARDES, 2004).

Entre os minerais exigidos pelas aves, o fósforo e o cálcio são os mais importantes, por serem necessários não apenas para a ótima taxa de crescimento, mas também para a mineralização óssea. O fósforo participa nos processos metabólicos e de absorção de nutrientes, além de ser o mineral que mais onera os custos das rações.

O fósforo é indicado como o terceiro nutriente mais caro em uma ração para monogástricos, ficando atrás somente da energia e da proteína, particularmente dos aminoácidos sulfurados e da lisina (BOLLING et al., 2000; BORGES, 1997). Esse mineral é considerado elemento essencial para a formação da estrutura óssea, participa da formação de membranas celulares, é componente dos ácidos nucléicos envolvidos no crescimento e na diferenciação celular, participa na manutenção do equilíbrio osmótico e eletrolítico, é essencial para utilização e transferência de energia (na forma de ATP), é necessário para a formação dos fosfolipídeos,

transporte de gorduras e síntese de aminoácidos e proteínas, e ainda, participa no controle do apetite e na eficiência alimentar.

Devido à grande importância biológica do fósforo, o seu fornecimento como nutriente essencial nas rações tem sido largamente pesquisado. Com a constante evolução genética das aves, os estudos sobre exigências nutricionais devem ser realizados periodicamente, visto que, o melhoramento genético dos frangos de corte o capacita a expressar cada vez mais rápido seu alto potencial produtivo. Quanto à origem, o fósforo pode ser orgânico ou inorgânico.

O objetivo do presente trabalho foi comparar diferentes fontes de fósforo bem como seus efeitos sobre o desempenho e mineralização óssea da tíbia de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Fósforo

Descoberto e isolado em 1669 por Brand na Alemanha (SHEVE; BRINK JR, 1977) o fósforo é o elemento químico cujas funções biológicas atualmente estão melhores estabelecidas, sendo um dos minerais mais versáteis encontrados na natureza.

O fósforo é o terceiro nutriente mais caro em uma ração para monogástricos, ficando atrás somente da energia e da proteína (BOLLING et al., 2000).

É o segundo mineral mais abundante na composição do tecido dos animais sendo que 80% do fósforo total está presente nos ossos e dentes, e o restante está distribuído entre fluídos e outros tecidos (UNDERWOOD; SUTTLE, 1999). Os ossos, além de serem componentes estruturais ou de suporte do corpo, servem como reserva de cálcio e fósforo e podem ser mobilizados ocasionalmente, quando o fornecimento desses minerais for inadequado para atender as necessidades do organismo.

Segundo Dale (1992), como as dietas das aves são a base de ingredientes de origem vegetal, principalmente o milho e o farelo de soja, cerca de 30% a 33% de seus conteúdos em fósforo estão disponíveis às aves, enquanto que 67% a 70% estão na forma de fitato, que é indisponível à atividade digestiva, das aves. Sendo assim, o fósforo de origem vegetal é insuficiente para suprir suas exigências nutricionais.

No que se refere às necessidades de minerais para aves, o cálcio e fósforo aparecem como os mais limitantes. O fósforo é alvo de grande número de trabalhos, nos quais se procura avaliar a exigência nutricional das aves, considerando-se as diferentes linhagens, sexo, consumo de ração e as relações do fósforo com todos os outros nutrientes das rações (RUNHO et al., 2001).

Os fosfatos de rocha possuem custos inferiores aos do fosfato bicálcico, mas apresentam níveis elevados de flúor, o que tem restringido seu uso como fonte de fósforo nas rações de aves (GOMES et al., 1993).

Quando há a substituição total do fosfato bicálcico pelo fosfato natural de Patos de Minas, ocorre redução no ganho de peso e consumo de ração das aves até 28 dias de idade (LOURENÇO et al., 1986).

Dellisola et al. (1996), observaram que a substituição do fosfato bicálcico pelo fosfato natural de Patos de Minas, fosfato natural de Araxá e termofosfato magnésiano afetava o desempenho de frangos de corte de 1 a 28 dias de idade.

Weber et al. (1969), Lopez (1983), Araki (1984), Trindade et al. (1986), Legal de Gonzales (1987), Rostagno et al. (1988), Borges (1991), Furtado (1991) e Borges et al. (1997), também verificaram que os tratamentos cujas aves apresentaram menores ganhos de peso e consumo de ração, coincidiram com aqueles que apresentavam maiores teores de flúor, como fosfato natural de Patos de Minas e fosfato natural de Araxá.

Barbosa et al. (1990), Cesar (1991) e Veloso et al. (1991), observaram que os fosfatos monoamônio e monocálcico (supertriplo) podem ser utilizados como fonte de fósforo em rações para frangos de corte e suínos, sem comprometer o desempenho.

Se avaliou o fósforo para frangos de corte até 21 dias de idade, comparando o fosfato bicálcico via ração e o fosfato monoamônio via água de bebida e verificou-se que o fosfato monoamônio mostrou ser excelente fonte de fósforo para frangos (DAMRON; FLUNKLER, 1991).

De acordo com Borges et al. (1997), não há diferença significativa no desempenho de frangos de corte submetidos a 10 diferentes fontes de fósforo não haver diferença significativa para: fosfatos bicálcico, monoamônio e monocálcico (supertriplo).

Segundo Dale (1992), a inclusão de altos níveis de cálcio nos alimentos aumenta a necessidade de fósforo para frangos de corte. O cálcio interfere na absorção do fósforo, complexando-o em nível de intestino, tornando-o, assim, menos disponível, além de dificultar a absorção de fósforo fítico pela ave.

Parmer et al. (1987), estudando os efeitos da deficiência de fósforo na dieta, para machos de corte do 10º ao 29º dia, utilizando níveis de 0,05 e 0,10% de fósforo disponível, relataram que esses animais cresceram mais lentamente e se alimentaram menos que os animais submetidos à dieta controle com 0,65% de fósforo disponível. Além do menor consumo, os autores constataram ainda que as aves apresentaram hipocalcemia, hipofosfatemia e decréscimo na porcentagem de cinza, no peso, no comprimento e na espessura do osso tibiotarsal.

Junqueira et al. (1993) compararam farinha de carne e ossos com o fosfato bicálcico, como fonte de fósforo para frangos de corte, utilizando níveis de 0,7% de fósforo total (PT) para a fase de 1 a 28 dias. Os resultados indicaram que as duas fontes não afetaram o desenvolvimento das aves de 1 a 28 dias, quando se utilizou o nível de 0,7% de PT.

### 2.1.1 Funções

Segundo Underwood (1981) e Runho et al., (2001), diversas funções podem ser atribuídas ao fósforo e algumas delas são: a formação da estrutura óssea, participação na formação de membranas celulares, utilização e transferência de energia na forma de ATP. Além de participar da composição de ácidos nucleicos (RNA e DNA) essenciais para o crescimento e diferenciação nuclear, atua na manutenção da pressão osmótica e equilíbrio ácido-básico, formação dos fosfolipídeos, tendo como consequência a participação no transporte de ácidos graxos, absorção e deposição de gorduras, formação de proteínas, além de influenciar o apetite e eficiência alimentar.

Alguns trabalhos demonstraram que o fósforo ainda possui participação na formação do colágeno e mineralização óssea, aumentando a resistência tênsil do osso e acelerando a cicatrização de fraturas, atua no metabolismo de glicídios e protídios, é componente hexafosfatos, lecitina, caseína, pepsina, creatina-fosfato, participa das etapas de fosforilação da glicose, componente do AMP cíclico, ativador de coenzimas para o funcionamento de vitamina B, além da função tamponante no líquido intracelular e nos fluídos tubulares dos rins (PIZZOLANTE, 2000).

### 2.1.2 Fontes de fósforo

Geralmente as fontes de fósforo utilizadas para suprir as exigências de fósforo na nutrição de aves, são provenientes dos alimentos e suplementos minerais adicionados à ração.

#### 2.1.2.1 Fontes de origem mineral

Os fosfatos inorgânicos são sais de ácido fosfórico, e apresentam diferentes propriedades dependentes da sua estrutura química, cristalinidade, tamanho da partícula, pH e concentração de elementos contaminantes, além de que muitos fosfatos comerciais são produtos de processos industriais ou são submetidos a algum tipo de processamento térmico que definem a qualidade da fonte mineral escolhida para a utilização na alimentação animal (LIMA et al., 1999).

As principais fontes de fósforo inorgânico mais comumente encontradas são: ácido fosfórico (24% P), fosfato bicálcico (18,5% P), fosfato de rocha (9%), fosfato de rocha defluorinado (18% P), fosfato diamônico (20-23% P), fosfato dissódico (20,5% P), fosfato

monocálcico (21% P), fosfato monossódico (22,4% P), tripolifosfato de sódio (25,3% P), fosfato supertriplo (17,5% P), fosfato monoamônico (21% P) e fosfato termomagnésio (7,5% P) (LIMA et al., 1999).

Dentre estes, o fosfato monocálcico é considerado a fonte com maior disponibilidade de fósforo comercializada para a suplementação de dietas ricas em produtos de origem vegetal (SULLIVAN, et al., 1992).

Comumente o fosfato bicálcico utilizado nas rações animais constituem uma mistura de fosfato monocálcico e bicálcico, ácido fosfórico, carbonato de cálcio e impurezas, dependendo da origem do material e do processo aplicado na indústria para sua fabricação. Ele é considerado 100% disponível, sendo assim largamente utilizado na alimentação animal em todo o mundo (Lima et al.,1999).

#### 2.1.2.2 Fontes de origem orgânica

O fósforo de origem orgânica pode estar sob as formas vegetal ou animal. Nas plantas, temos o ortofosfato nas folhas e caules, e o metafosfato nas sementes, e, por conseqüência, nos farelos. Enquanto os ortofosfatos apresentam excelente valor biológico, os metafosfatos têm pouca biodisponibilidade. Sob a forma animal, há o ortofosfato tricálcico, encontrado em farinhas de carnes, de peixes e de ossos, autoclavadas ou calcinadas.

Cerca de 50% a 80% do fósforo contido nos ingredientes de origem vegetal são encontrados na forma de fitato ou sais de ácido fítico (HARLAND; NARULA, 1999). O fitato ( $C_6H_{18}O_{24}P_6 - IP_6$ ) foi descoberto por Pfeffer em 1872 (BILLINGTON, 1993) é a forma primária de armazenamento do fósforo nos vegetais, principalmente cereais, legumes e sementes oleaginosas (MAENZ; CLASSEN, 1998).

Essa molécula possui uma natureza aniônica de seis grupos fosfatados que permitem formar complexos quelados com minerais, principalmente zinco, cálcio, ferro e manganês, proteínas, lipídeos (COSGROVE, 1996) e amido, reduzindo a disponibilidade biológica do fósforo, e da atividade enzimática das amilases, proteases e lipases.

#### 2.1.3 Requerimentos nutricionais de fósforo para frangos de corte

Para o elemento fósforo, é notória a exigência durante as fases de crescimento e de postura das aves. Quando as exigências nutricionais não são atendidas, observa-se diminuição no desempenho zootécnico das aves, elevação dos índices de mortalidade, queda na produção

de ovos, piora na eficiência de utilização dos alimentos, mineralização óssea deficiente (NRC, 1994), desenvolvimento anormal dos ossos caracterizado por raquitismo, osteoporose, osteomalácia, osteodistrofia, discondroplasia da tíbia ou desmineralização óssea (QIAN et al., 1996).

De acordo com NRC (1994) e Rostagno et al., (1996) o requerimento nutricional para o fósforo disponível para frangos de corte no período de 1 a 28 dias de idade é de 0,151 e 0,141% respectivamente.

Runho et al. (2001) trabalhando com machos e fêmeas no período de 1 a 21 dias de idade, utilizaram uma dieta basal de milho e farelo de soja com suplementação de diferentes níveis de fósforo disponível, sugerindo que a exigência de fósforo para frangos de corte neste período foi de 0,38% de fósforo.

## 2.2 Fósforo excretado no ambiente

Um fator importante nas discussões ecológicas atuais é a possibilidade de poluição ambiental por meio da contaminação do solo e água pelo fósforo excretado nas fezes dos animais (WILLIAMS, 1995).

A produção intensiva comercial de frangos de corte tem crescido no Brasil na última década e juntamente com a produção de carne para a população, a produção de dejetos acompanha esta escala (GOVINDASAMY; COCHRAN, 1995). Segundo Pizzolante (2000), nos Estados Unidos são excretados cerca de 320 mil toneladas de fósforo por ano. Uma das alternativas de uso dos dejetos gerados pelas aves como fertilizantes orgânicos para a agricultura.

Estratégias nutricionais podem diminuir a quantidade de excreção e seu potencial poluente destacando a melhora na eficiência alimentar utilizando conceitos como proteína ideal, suplementação com aminoácidos sintéticos, fontes de fósforo disponíveis, vitamina D, promotores de crescimento, formulações próximas dos requerimentos dos animais, granulometria adequada da dieta e rações peletizadas (NAHM, 2002).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização do experimento**

O experimento foi conduzido na Fazenda do Glória – FUNDAP, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, em Uberlândia, Minas Gerais.

#### **3.2 Instalações**

As aves foram criadas na Granja de Experimentação de Aves, num galpão de alvenaria e estrutura metálica, com cobertura de telha de fibrocimento, piso concretado e paredes teladas. O galpão é composto de 80 boxes, cada um com capacidade para cerca de 30 aves adultas, numa densidade de 12,5 aves por m<sup>2</sup>. Cada boxe foi equipado com um bebedouro infantil automático, um bebedouro pendular e um comedouro tubular. O ambiente no interior do galpão foi controlado por campânulas a gás, sendo uma para cada quatro boxes, aspersores de teto, ventiladores, sendo monitorados por uma central eletrônica. A forração do teto e as cortinas laterais são de polietileno. Todos esses recursos internos permitiram fornecer conforto ambiental às aves do alojamento ao final do experimento.

#### **3.3 Duração do experimento**

O experimento foi conduzido de 22 de agosto a 13 de setembro de 2007, sendo que as aves foram pesadas na 1ª e 3ª semana. Perfazendo a duração de 21 dias de alojamento, incluindo os períodos pré-inicial (0 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias).

#### **3.4 Aves**

As aves utilizadas, foram pintinhos de corte de um dia, da linhagem Cobb, fornecidas pela Granja Planalto Ltda.

#### **3.5 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), composto de nove tratamentos com oito repetições, sendo a unidade experimental composta de 32 aves num total de 2304 aves, dispostas em 72 boxes, T1 (Testemunha): 100% fosfato bicálcico (FB), T2: 25% fosfato monoamônio (MAP) + 75% fosfato bicálcico, T3: 50% fosfato monoamônio (MAP) + 50% fosfato bicálcico, T4: 75% fosfato monoamônio (MAP) + 25% fosfato bicálcico, T5: 100% fosfato monoamônio (MAP), T6: 25% fosfato monoamônio (PEC-FOS) + 75% fosfato bicálcico, T7: 50% fosfato monoamônio (PEC-FOS) + 50% fosfato bicálcico, T8: 75% fosfato monoamônio (PEC-FOS) + 25% fosfato bicálcico e T9: 100% fosfato monoamônio (PEC-FOS).

### 3.6 Tratamentos

Os tratamentos foram assim distribuídos.

Tabela 1 - Tratamentos e concentrações em percentuais das fontes de fósforo: fosfato monoamônio e fosfato bicálcico.

Tratamentos Suplementação	Adição de Fonte de Fósforo		Rep	Aves
	Pré-Inicial	Inicial		
100% FB	100	100	8	256
25% MAP + 75% FB	25:75	25:75	8	256
50% MAP + 50% FB	50:50	50:50	8	256
75% MAP + 25% FB	75:25	75:25	8	256
100% MAP	100:0	100:0	8	256
25 % PEC-FOS + 75% FB	25:75	25:75	8	256
50 % PEC-FOS + 50% FB	50:50	50:50	8	256
75 % PEC-FOS + 25% FB	75:25	75:25	8	256
100% PEC-FOS	100:0	100:0	8	256

### 3.7 Rações





Tabela 4 - Composição percentual dos ingredientes das rações na fase pré-inicial

Ingredientes	Tratamentos								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
	(25:75)		(50:50)	(75:25)	(100:0)	(25:75)	(50:50)	(75:25)	(100:0)
Milho Grão	59,611	59,178	58,74	58,32	57,89	59,24	58,87	58,50	58,14
Far. De soja	33,11	33,19	33,27	33,36	33,44	33,18	33,24	33,32	33,39
Óleo degomado	3,183	3,329	3,476	3,622	3,768	3,308	3,433	3,558	3,683
Fosf. Bicálcico	1,886	1,414	0,943	0,471	0,000	1,414	0,943	0,471	0,000
PEC-FOS		0,000	0,000	0,000	0,000	0,340	0,680	1,02	1,36
MAP		0,37	0,739	1,109	1,479	0,000	0,000	0,000	0,000
Calcário	0,934	1,238	1,542	1,846	2,15	1,2377	1,5418	1,8459	2,15
Sal comum	0,427	0,4272	0,427	0,428	0,428	0,427	0,427	0,428	0,428
DL-Metionina	0,286	0,287	0,287	0,2876	0,288	0,287	0,287	0,288	0,288
L-Lisina	0,273	0,272	0,270	0,2685	0,267	0,272	0,270	0,268	0,268
PX-FC inicial	0,200	0,200	0,200	0,2000	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
L-Treonina	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089

### 3.8 Manejo

As práticas de manejo inicial seguiram aquelas frequentemente observadas na avicultura de corte industrial da região de Uberlândia, Minas Gerais.

Nas fichas de cada boxe foram anotados os dados relacionados ao fornecimento de ração e mortalidade, sendo essa última acompanhada diariamente, pesando-se as aves mortas.

### 3.9 Variáveis estudadas

As variáveis estudadas foram obtidas em pesagens na 1<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> semanas de ração e aves cada uma das unidades experimentais.

#### 3.9.1 Consumo médio de ração

No início de cada semana foi pesada uma quantidade de ração por boxe, armazenada em balde e oferecida às aves no comedouro tubular constante do boxe. Ao final da semana, a sobra de ração do comedouro tubular foi devolvida ao balde e pesada. A diferença entre o peso inicial e a sobra resultou no consumo de ração, que dividido pelo número de aves, constituiu a variável de interesse.

### 3.9.2 Peso vivo médio

Na 1<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> semanas, todas as aves de cada unidade experimental foram pesadas. O peso vivo bruto, dividido pelo número de aves, constituiu o peso vivo médio. As aves mortas, ao serem anotadas na ficha do lote, foram pesadas e o peso total das aves mortas por boxe foi usado na determinação da conversão alimentar.

### 3.9.3 Conversão alimentar

A conversão alimentar foi determinada pela razão entre o consumo médio de ração e o peso vivo. Foi determinada a taxa de conversão real quando ao peso vivo das aves do boxe foi adicionado o peso das aves mortas.

### 3.9.4 Viabilidade

Essa variável representa a percentagem de aves sobreviventes, ou seja, 100% menos a percentagem de mortalidade.

### 3.9.5 Matéria mineral da tíbia

No período em que as aves completaram 21 de idade, 1 ave de cada repetição, sendo 8 de cada um dos tratamentos, totalizando 72 aves por período, foram abatidas para a retirada da tíbia esquerda. Depois da retirada de toda a massa muscular, o osso foi submetido ao desgorduramento por extração por solvente orgânico (Método de Determinação de Gordura em extrator Soxhlet), posteriormente, incinerada em mufla a 600°C para a determinação da matéria mineral. Os parâmetros analisados foram:

- Concentração de matéria mineral (MM %): concentração de cinzas da região diafisária da tíbia, após serem desgorduradas e secas em estufa.

- Cálcio (Ca) (%): concentração de cálcio.
- Fósforo (P) (%): concentração de fósforo.

### 3.10 Análise estatística

Os resultados obtidos aos 7 e 21 dias de idade foram submetidos à análise de variância e teste de F ( $P < 0,05$ ). As médias de cada variável foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, por meio da DMS (diferença mínima significativa).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis avaliadas foram medidas aos 7 e 21 dias de idade das aves nas fases pré-inicial e inicial, com diferentes fontes de fósforo (fosfato bicálcio e fosfatos monoamônios MAP ou PEC-FOS).

### 4.1 Desempenho das aves aos sete dias de idade

Aos sete dias de idade (Tabela 6), não foram observadas diferenças nas variáveis consumo de ração, peso vivo, conversão alimentar e viabilidade, entre as três fontes de fósforo e os níveis de inclusão estudadas.

Tabela 6 - Desempenho zootécnico de pintinhos de corte submetidos a diferentes fontes de fósforo aos 7 dias.

Tratamento	Consumo Ração (g)	Peso Vivo (g)	Conversão Alim. Real	Viabilidade (%)
100% FB	116 <sup>a</sup>	175 <sup>a</sup>	0,912 <sup>a</sup>	99,22 <sup>a</sup>
25% MAP + 75% FB	115 <sup>a</sup>	176 <sup>a</sup>	0,902 <sup>a</sup>	99,19 <sup>a</sup>
50% MAP + 50% FB	120 <sup>a</sup>	173 <sup>a</sup>	0,953 <sup>a</sup>	98,39 <sup>a</sup>
75% MAP + 25% FB	118 <sup>a</sup>	176 <sup>a</sup>	0,921 <sup>a</sup>	98,39 <sup>a</sup>
100% MAP	122 <sup>a</sup>	170 <sup>a</sup>	1,001 <sup>a</sup>	100,00 <sup>a</sup>
25 % PEC-FOS + 75% FB	122 <sup>a</sup>	176 <sup>a</sup>	0,952 <sup>a</sup>	99,60 <sup>a</sup>
50 % PEC-FOS + 50% FB	114 <sup>a</sup>	177 <sup>a</sup>	0,877 <sup>a</sup>	98,79 <sup>a</sup>
75 % PEC-FOS + 25% FB	119 <sup>a</sup>	177 <sup>a</sup>	0,930 <sup>a</sup>	99,60 <sup>a</sup>
100% PEC-FOS	110 <sup>a</sup>	172 <sup>a</sup>	0,879 <sup>a</sup>	97,98 <sup>a</sup>
CV(%)	12,50	3,82	13,85	1,68
D.M.S.	0,02	0,01	0,20	2,67

(a,b e c) Médias com letras diferentes nas colunas são estatisticamente significativas (P<0,05)

\*CV (coeficiente de variação)

\*\*D.M.S. (diferença mínima significativa)

#### 4.2 Desempenho das aves aos 21 dias de idade

Aos 21 dias de idade (Tabela 7), não foram observadas diferenças nas variáveis consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade.

Para a variável peso vivo observou-se que o tratamento envolvendo a completa substituição do fosfato bicálcico (T5) pelo fosfato monoamônio (MAP) teve um peso significativamente menor em relação ao peso ocorrido na associação 50:50 de fosfato bicálcico e PEC-FOS (T7) sem contudo encontrar diferença entre os demais tratamentos.

Tabela 7 - Desempenho zootécnico de frangos de corte submetidos a diferentes fontes de fósforo aos 21 dias.

Tratamento	Consumo Ração (g)	Peso Vivo (g)	Conversão Alimentar	Viabilidade (%)
100% FB	1053 <sup>a</sup>	955 <sup>ab</sup>	1,162 <sup>a</sup>	97,67 <sup>a</sup>
25% MAP + 75% FB	1076 <sup>a</sup>	972 <sup>ab</sup>	1,164 <sup>a</sup>	97,98 <sup>a</sup>
50% MAP + 50% FB	1085 <sup>a</sup>	974 <sup>ab</sup>	1,172 <sup>a</sup>	97,58 <sup>a</sup>
75% MAP + 25% FB	1079 <sup>a</sup>	977 <sup>ab</sup>	1,160 <sup>a</sup>	96,37 <sup>a</sup>
100% MAP	1061 <sup>a</sup>	952 <sup>b</sup>	1,175 <sup>a</sup>	100,00 <sup>a</sup>
25 % PEC-FOS + 75% FB	1074 <sup>a</sup>	967 <sup>ab</sup>	1,168 <sup>a</sup>	99,19 <sup>a</sup>
50 % PEC-FOS + 50% FB	1070 <sup>a</sup>	994 <sup>a</sup>	1,130 <sup>a</sup>	98,39 <sup>a</sup>
75 % PEC-FOS + 25% FB	1057 <sup>a</sup>	966 <sup>ab</sup>	1,153 <sup>a</sup>	99,19 <sup>a</sup>
100% PEC-FOS	1070 <sup>a</sup>	961 <sup>ab</sup>	1,172 <sup>a</sup>	97,18 <sup>a</sup>
CV(%)	2,77	2,73	3,54	2,32
D.M.S.	0,05	0,04	0,07	3,66

(a,b e c) Médias com letras diferentes nas colunas são estatisticamente significativas (P<0,05)

\*CV (coeficiente de variação)

\*\*D.M.S. (diferença mínima significativa)

#### 4.3 Composição mineral da tíbia de frangos de corte aos 21 de idade

Na Tabela 8 encontram-se os resultados das análises de matéria mineral, cálcio e fósforo da tíbia esquerda dos frangos de corte, retiradas de uma amostra de aves aos 21 dias de idade.

Para a variável matéria mineral observou-se melhor resultado quando utilizou-se PEC-FOS na inclusão de 100% ou seja substituição total do fosfato bicálcico pelo PEC-FOS (T9). O resultado foi significativamente maior sempre que o PEC-FOS esteve incluído em relação à dieta contendo o fosfato bicálcico. A substituição parcial (T2 a T4) ou total (T5) do fosfato bicálcico pelo fosfato monoamônio mostrou-se igual a ração formulada com fosfato bicálcico (T1) e também às substituições parciais pelo fosfato PEC-FOS (T6 a T8), no entanto a completa substituição pelo PEC-FOS (T9) levou à um resultado de matéria mineral significativamente maior que o uso de fosfato bicálcico ou fosfato monoamônio associado ou sozinho.

Para a variável cálcio observou-se melhores concentrações deste mineral na tíbia quando utilizou-se PEC-FOS como fonte de fósforo em diferentes níveis de inclusão, sendo que o melhor resultado dentre os tratamentos ocorreu no T9 (100% de PEC-FOS). Os tratamentos T1, T2 e T3 apresentaram reduções significativas nas concentrações de cálcio quando comparados aos tratamentos com PEC-FOS.

Para a variável fósforo observou-se diferença significativa para os tratamentos contendo PEC-FOS em diferentes níveis de inclusão. Os tratamentos T1 e os tratamentos contendo fosfato monoamônio (MAP) em diferentes níveis de inclusão foram significativamente menores em concentração de fósforo quando comparados aos tratamentos contendo PEC-FOS.

Tabela 8 - Concentração de matéria mineral, cálcio e fósforo na tíbia esquerda de franguinhos de corte com 21 dias de idade submetidos a dietas com diferentes fontes de fósforo, Laboratório de Nutrição Animal – FAMEV/UFU, Uberlândia-MG, 2007.

Tratamento	Matéria Mineral (%)	Cálcio (%)	Fósforo (%)
100% FB	45,45 <sup>c</sup>	15,73 <sup>c</sup>	9,05 <sup>b</sup>
25% MAP + 75% FB	45,88 <sup>bc</sup>	15,97 <sup>c</sup>	9,43 <sup>b</sup>
50% MAP + 50% FB	45,87 <sup>bc</sup>	15,92 <sup>c</sup>	9,32 <sup>b</sup>
75% MAP + 25% FB	46,00 <sup>bc</sup>	16,06 <sup>bc</sup>	9,29 <sup>b</sup>
100% MAP	45,96 <sup>bc</sup>	16,15 <sup>abc</sup>	9,39 <sup>b</sup>
25 % PEC-FOS + 75% FB	46,45 <sup>ab</sup>	16,49 <sup>ab</sup>	10,11 <sup>a</sup>
50 % PEC-FOS + 50% FB	46,42 <sup>ab</sup>	16,51 <sup>ab</sup>	10,16 <sup>a</sup>
75 % PEC-FOS + 25% FB	46,32 <sup>ab</sup>	16,49 <sup>ab</sup>	10,21 <sup>a</sup>
100% PEC-FOS	46,61 <sup>a</sup>	16,61 <sup>a</sup>	10,25 <sup>a</sup>
CV(%)	0.82	1.96	3.44
D.M.S.	0.60	0.51	0.53

(a,b e c) Médias com letras diferentes nas colunas são estatisticamente significativas (P<0,05)

\*CV (coeficiente de variação)

\*\*D.M.S. (diferença mínima significativa)

#### 4.4 Desempenho dos frangos de corte

As variáveis de desempenho dos pintos de corte aos sete dias de idade, não sofreram variações significativas, quanto ao emprego de diferentes fontes de fósforo, fosfato bicálcico ou fosfato monoamônio (MAP ou PEC-FOS), em diferentes níveis de inclusão. Segundo NRC (1994), quando as exigências nutricionais para frangos de corte não são atendidas, observa-se diminuição no desempenho zootécnico das aves, piora na conversão alimentar, desenvolvimento anormal como raquitismo entre outros. Sendo assim, as diferentes fontes utilizadas neste trabalho, apresentaram-se estatisticamente iguais, portanto as exigências foram atendidas. Conforme relatado por Borges et al. (1997), utilizando-se de 10 fontes de fósforo diferentes, dentre elas o fosfato bicálcico e fosfato monoamônio, não observaram diferenças significativas para desempenho zootécnico aos sete dias de idade

Aos 21 dias de idade, dentre as variáveis estudadas consumo de ração, peso vivo, conversão alimentar e viabilidade, somente a variável peso vivo apresentou resultado

diferente. O T7 (associação de 50% fosfato bicálcico e 50% PEC-FOS) apresentou o maior peso, sendo que houve queda significativa no peso para T5, o qual retrata a substituição total do fosfato bicálcico pelo fosfato monoamônio (MAP). Esse resultado para o MAP, foi adverso ao relatado por Barbosa et al. (1990), Cesar (1991) e Veloso et al. (1991), que não observaram diferenças no desempenho de frangos de corte, utilizando-se o fosfato monoamônio como fonte de fósforo. Segundo Damron e Flunkler (1991), o fosfato monoamônio, pode ser ótima fonte de fósforo para frangos de corte aos 21 dias, quando utilizado via água de bebida.

Segundo Runho et al. (2001), várias pesquisas demonstraram que não há diferença significativa no peso vivo, conversão alimentar, consumo de ração e viabilidade com a substituição do fosfato bicálcico por outras fontes de fósforo mineral, destacando-se o fosfato monoamônio.

#### 4.5 Mineralização da Tíbia

Os tratamentos onde se usou o PEC-FOS demonstraram uma maior concentração de matéria mineral, cálcio e fósforo na tíbia dos frangos aos 21 dias de idade quando comparados com as dietas à base de fosfato bicálcico, demonstrando que o PEC-FOS foi melhor assimilado e a composição mineral da tíbia influenciada por esta fonte de fósforo. Muito embora o fosfato monoamônio, usado nos tratamentos (T2 a T5) fosse uma fonte de uso agrícola, seus resultados foram semelhantes aos obtidos com o fosfato PEC-FOS industrialmente preparado para o uso pecuário. No entanto quando comparado ao fosfato bicálcico (T1) o PEC-FOS foi significativamente melhor, superando inclusive o fosfato monoamônio. Lima et al. (1995) trabalharam uma melhor disponibilidade de fósforo pela fonte de fósforo, e encontraram aumento no teor de minerais incorporados ao tecido ósseo, melhorando ainda resistência à quebra do osso.

Para a concentração de cálcio na tíbia observou-se diferenças significativas quando utilizou-se o PEC-FOS em diferentes níveis de inclusão nos tratamentos quando comparado com as dietas à base de fosfato bicálcico. O fosfato monoamônio (MAP) usado nos tratamentos (T4 e T5) demonstrou resultados semelhantes aos obtidos com o fosfato PEC-FOS, sendo que os tratamentos (T2 e T3) quando comparados com os outros tratamentos contendo o MAP e PEC-FOS obtiveram queda na concentração de cálcio a tíbia, obtendo ainda semelhança ao resultado com fosfato bicálcico (T1).



Possivelmente, o PEC-FOS apresenta melhor liberação de fósforo e cálcio na dieta, sendo suficiente para atender as exigências nutricionais para frangos de corte com 21 dias de idade, sendo que a melhor liberação de fósforo e cálcio, pode induzir em melhor fixação desses minerais no tecido ósseo, ocasionando maior incremento de matéria mineral no osso como foi observado no trabalho. Sendo assim, de acordo com Runho et al. (2001) e Brugalli (1996), o requerimento para suprir a exigência de desempenho zootécnico é inferior aos requerimentos para as seguintes variáveis ósseas: porcentagem de fósforo, porcentagem de cálcio, porcentagem de matéria mineral e resistência óssea à quebra.

## 5 CONCLUSÕES

A substituição do fosfato bicálcico pelo fosfato monoamônio (MAP ou PEC-FOS) como fonte de fósforo na ração para frangos de corte aos 21 dias de idade pode ser recomendada, analisando as variáveis peso vivo, conversão alimentar e viabilidade.

O fosfato PEC-FOS dentre as fontes de fósforo utilizadas foi o que apresentou melhor incremento na matéria mineral, seja puro ou misturado com diferentes concentrações de fosfato bicálcico, em frangos de corte aos 21 dias de idade.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, T.R.R. Determinação do valor energético de híbridos comerciais de sorgo para frango de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS. Viçosa, Junho, **Anais...**p.361-388, 2005.
- ARAKI, S. **Viabilidade e uso do fosfato de Patos de Minas em substituição ao fosfato bicálcico em rações para frangos de corte.** Belo Horizonte: UFMG, Escola de Veterinária. 1984, 74p.
- BAILEY, C.A.; LINTON, S.; BRISTER, R.; CREGER, C. R. Effects of gradel of dietary phosphorus on bone mineralization in the very young poult. **Poultry Science**, Champaign, v.65, n.5, p.1018-1020, 1986.
- BERNARDES, D.T.V. Estudo comparativo em híbridos comerciais de sorgo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.49, n.8. p.629-638, 2004.
- BILLINGTON, D.C. The inositol phosphates: chemical synthetic and biological significance. **Verlag Chemie**, Weinhem, v.14, n.9, p.105-107, 1993.
- BOLLING, S.D., DOUGLAS M. W., WANG, X. The effects of dietary available phosphorus levels and phythase on performance of young and older laying hens. **Poultry Science**, Champaign, v.79, n.2, p.224-230, 2000.
- BORGES, F.M.O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Caderno Técnico da Escola de Veterinária da UFMG**. Belo Horizonte, n. 20, p. 5-30, 1997.
- BORGES, F.M.O. **Utilização do fósforo disponível de dez fontes de fósforo para frangos de corte.** Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1991, 55p.
- BORGES, F.M.O.; VELOSO, J.A.F.; BAIÃO, N.C.; CARNEIRO, M.I.F. Avaliação de fontes de fósforo para frangos de corte em crescimento, considerando-se o fósforo disponível. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.49, n.5. p.629-638, 1997.
- BRUGALLI, I. **Efeito da granulometria na biodisponibilidade de fósforo e nos valores energéticos da farinha de carne e ossos e exigência nutricional de fósforo para pintos de corte.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996, 83p.
- CESAR, M.C. **Disponibilidade biológica de fosfatos inorgânicos em frangos de corte.** São Paulo, USP, 96 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 1991.
- COFFEY, R.D.; MOONEY, K.W.; CROMWELL, G.L.; AARON, D.K. Biological availability of phosphorus in defluorinated phosphates with different phosphorus solubilities in neutral ammonium citrate for chicks and pigs. **Journal of Animal Science**, Lexington, v.72, n.8, p. 2653-2660, 1994.

COSGROVE, D.J. The chemistry and biochemistry of inositol polyphosphates. **Reviews in Pure & Applied Chemistry**, New York. v.16, p. 209-224, 1996.

DALE, N. Evaluación de Fosfatos Inorgánicos. **Avicultura Profissional**, Atenas, v.10. n.8, p.92-93, 1992.

DAMRON, B.L.; FLUNKER, L.K. Supplementation of broilers drinking water with liquid ammonium polyphosphate. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.32, n.2. p.377-382, 1991.

DELLÍSOLA, A.T.P.; FERREIRA, W.M.; HOSSAIN, S.M.; FARIA, S.R. Biodisponibilidade de fósforo em seis fontes fosfatadas para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte v.48, n.6. p.723-739, 1996.

FURTADO, M.A.O. **Determinação da biodisponibilidade de fósforo em suplementos de fósforo para aves e suínos**. Belo Horizonte: UFMG, Escola de Veterinária, 1991, 60 p.

GOMES, P.C.; GOMES, M.F.M.; LIMA, G.J.M.M.; BELLAVAR, C. Exigência de fósforo e sua disponibilidade nos fosfatos monoamônio e monocálcico para frangos de corte até 21 dias de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa v.22, n.5. p.755-763, 1993.

GOVINDASAMY, R.; COCHRAN, M.J. Implications of alternative environment policies on phosphorus loading from poultry litter. **Agricultural Economics**, Fayetteville, v.13, n.14, p. 137-148, 1995.

GUYTON, A.C. **Tratado de fisiologia médica**. 4 Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1988, 1035p.

HARLAND, B.F.; NARULA, G. Food phytase and its hydrolysis products. **Nutrition Research**, Washington, DC. v.19, n.16, p. 947-961, 1999.

JUNQUEIRA, O.M., KNOOP, R., SAKOMURA, N.K.. Meat and bone meal and dicalcium phosphate as phosphorus sources in broilers diets. **Poultry Science**, Champaign, p.72-123, 1993.

LEGAL DE GONZALES, C.I. **Biodisponibilidade de fósforo de seis fontes de fósforo usadas na alimentação animal**. Belo Horizonte: UFMG, Escola de Veterinária, 1987, 44 p.

LIMA, F.R.; FERNANDES, J.I.M.; OLIVEIRA, E.; FRONZAGLIA, G.C.; KAHN, H. Laboratory evaluations of feed-grade and agricultural-grade phosphates. **Poultry Science**, Champaign, v.78, n.9, p. 1717-1728, 1999.

LIMA, F.R.; MENDONÇA, JR.C.X.; ALVAREZ, J.C.; RATTI, G.; LENHARO, S.L.R.; KAHN, H.; GARZILLO, J.M.F. Chemical and physical evaluations of commercial dicalcium phosphates as sources of P in animal nutrition. **Poultry Science**, Champaign, v.74, n.8, p. 1659-1670, 1995.

LOPES, Z.M.A. **Utilização de fosfato bruto de rocha em rações para frangos de corte**. Belo Horizonte, Escola de Veterinária. 1983, 44 p.

- LOURENÇO, A.T.A.; ARIKI, J.; BUTOLO, J.E.; SAKOMURA, N.K.; JUNQUEIRA, O.M. Fosfato de Patos de Minas como fonte de fósforo em rações de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.15, n.4. p.350-355, 1986.
- MAENZ, D.D.; CLASSEN, H.L. Phytase activity in the small intestinal brush border membrane of the chicken. **Poultry Science**, Champaign, v.77, n.9, p. 557-563, 1998.
- NAHM, K.H. Efficient feed nutrient utilization to reduce pollutants in poultry and swine manure. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, Boca Raton, v.32, n.12, p. 1-16, 2002.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of poultry**. 9 ed. Washington: National Academy of Science, 1994, 156 p.
- PARMER, T.G., CAREW, L.B., ALTER, F.A.. Thyroid function, growth hormone, and organ growth in broiler deficient in phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v.66, n.13, p.1995-2004, 1987.
- PIZZOLANTE, C.C. **Estabilidade da fitase e sua utilização na alimentação de frangos de corte**. 117 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- QIAN, H.; VEIT, H.P.; KONERGAY, E.T.; RAVINDRAN, V.; DENBOW, D.M. Effects of supplemental phytase and phosphorus on histological and other tibial bone characteristics and performances fo broilers fed semi-purified diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n.14, p. 618-626, 1996.
- ROSTAGNO, H.S.; BARBARINO JR., P.; BARBOSA, W.A. Exigências nutricionais das aves determinadas no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS, Viçosa, **Anais....** p. 361-388, 1996.
- ROSTAGNO, H.S.; SAKOMURA, N.K.; LIMA, I.L.; KUANA, S. Fosfato de rocha bruto em rações de frangos de corte. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.22, n.12, p.258-267. 2000.
- RUNHO, R.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; LOPES, P.S.; POZZA, P.C. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.1. p. 187-196, 2001.
- SHEVE, R.N.; BRINK, JR.J.A. Phosphorus Industries. In: AUSTIN, G.T. (Ed.). **Chemical process industries**. 4. ed. Tokio: McGraw Hill, 1977, p. 244-265.
- SULLIVAN, T.W.; DOUGLAS, J.H.; GONZALES, N.J.; BOND, JR.P.L. Correlation of biological value of feed phosphates with their solubility in water, dilute hydrogen chloride, dilute citric acid, and neural ammonium citrate. **Poultry Science**, Champaign, v.71, n.12, p. 2065-2074, 1992.
- TRINDADE, D.S.; OLIVEIRA, M.F.G.; CAVALHEIRO, A.C.L. Avaliação de algumas fontes de fósforo na alimentação de pintos. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.15, n.9, p.277-284, 1986.

UNDERWOOD, E.J. **Los minerales em la nutricion del granado**. Zaragoza: Acribia, 1981, 210 p.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3. ed. Wallingford: Cabi, p. 105-148, 1999.

VELOSO, J.A.F.; BORGES, F.M.O.; FURTADO, M.A.O.; BAIÃO, N.C. Avaliação de fontes de fósforo. II – Efeitos do fósforo disponível de dez fontes sobre o desempenho de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, 1991, João Pessoa. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, João Pessoa, 1991. p. 326.

WEBER, C.W.; DOBERENZ, R.; REID, B.L. Fluoride toxicity in chick. **Poultry Science**, Champaign, v.48. n.4, p.230-235, 1969.

WILLIAMS, P.E.V. Animal production and european pollution problems. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.53, n.7, p. 135-144, 1995.