

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE AGRONOMIA  
CURSO DE ZOOTECNIA**

**YURI KATAGIRI DALMORO**

**Exigências de fósforo para frangos de corte**

**Porto Alegre**

**2018**

**YURI KATAGIRI DALMORO**

**Exigências de fósforo para frangos de corte**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito para obtenção do Grau de Zootecnista, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande Do Sul.

**Orientadora:** Andréa leal Ribeiro

**Porto Alegre**

**2018**

YURI KATAGIRI DALMORO

**EXIGÊNCIAS DE FÓSFORO PARA FRANGOS DE CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do Grau Zootecnista,  
Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Data de aprovação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Banca – Titulação

\_\_\_\_\_  
Banca – Titulação

\_\_\_\_\_  
Banca – Titulação

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer a todos e a todas que conviveram comigo desde o começo da graduação, principalmente ao pessoal do LEZO com quem passei bastante tempo dessa jornada desde voluntário até bolsista de iniciação científica. Também à LEITECIA onde tive oportunidade de aprender a rotina de um laboratório de análises de alimentos.

Aos meus colegas que me proporcionaram grandes lembranças, tanto em festas dentro e fora do campus, como também discussões produtivas na sala de aula. A todos aqueles que de alguma maneira ajudaram enquanto estava no diretório acadêmico e que ajudaram quando o mesmo necessitava.

A minha família que me apoiou nessa graduação, principalmente minha tia Shisue, que me acolheu e me abrigou nesse percurso todo e sempre que precisei estava aí para me ajudar. Um agradecimento a mais para aqueles que me ajudaram a finalizar esse trabalho final de graduação, principalmente para Gabriela que passou horas e horas lendo e discutindo a distância o meu trabalho. A Mariana que perdeu alguns cabelos por corrigir algumas partes do meu trabalho. E, por último, um muito obrigado a minha banca Catiane, Kátia e minha orientadora Andréa Ribeiro que aceitaram essa tarefa de avaliação.

## **EXIGÊNCIA DE FÓSFORO PARA FRANGOS DE CORTE**

### **RESUMO**

O presente trabalho consiste em uma revisão bibliográfica acerca da exigência de fósforo em dietas de frango de corte, uma vez que o papel do fósforo na nutrição dos animais é importante na formação óssea e também para diversas rotas metabólicas. Existem vários níveis de efeitos quanto a deficiência nutricional de fósforo em frangos, expressos na diminuição dos índices zootécnicos ou até mesmo na morte dos animais. Quanto a formulação de rações o fósforo é um mineral, cujo o alto custo fica somente abaixo aos da energia, gerando assim a necessidade do alcance de exigências que se adequem ao animal e que também sejam economicamente menos onerosos. Ambientalmente, já que a fonte de fósforo provém de rochas, seu demasiado uso pode levar a escassez de recursos naturais e sua alta utilização pode contaminar solos e águas. Diversos manuais são utilizados para informar aos nutricionistas os níveis de exigência de cada nutriente necessário aos animais, como *Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos*, o manual mais frequentemente utilizado. Se comparados com outros manuais, notavelmente as exigências de fósforo nas fases iniciais não diferem muito, mas nas idades finais apresentam grandes diferenças, evidenciando que pode-se utilizar distintas estratégias para diminuição do fósforo na dieta nessas idades. Além do fósforo mineral, existem outras fontes de fósforo, como por exemplo, nos ingredientes vegetais. O complexo ácido fítico que é encontrado nos grãos, pode possuir 60 - 82% do total de fósforo do grão complexado em fitato (ácido fítico), para isso podemos utilizar enzimas que interagem com o fitato disponibilizando o fósforo e outros minerais para o animal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Nutrição animal, frangos de corte, fósforo, fitase.

## **PHOSPHORUS REQUIREMENT FOR BROILERS**

### **ABSTRACT**

The present work consists of a bibliographical review about the requirement of phosphorus in broiler diets, since the role of phosphorus in animal nutrition is important in bone formation and for several metabolisms. There are several levels of effects on the nutritional deficiency of phosphorus in chickens, expressed in the reduction of zootechnical indexes or even in the death of animals. As regards feed formulation, phosphorus is a mineral whose high cost is only below those of energy, thus generating the need to reach requirements that are appropriate for the animal and which are also economically less expensive. Environmentally, since the source of phosphorus comes from rocks, its too much use can lead to the exhaustion of its mines and its high utilization can contaminate soils and waters. Several manuals are used to inform nutritionists about the levels of requirement of each nutrient needed by animals, such as *Tabelas brasileiras de aves e suínos*, the most frequently used manual. Compared with other manuals, notably the requirements of phosphorus in the initial stages do not differ much, but in the final ages they present great differences, evidencing that different strategy can be used to decrease the phosphorus in the diet at these ages. In addition to mineral phosphorus, there are other sources of phosphorus in the ingredients, such as the complex in phytic acid that is found in grains and may contain 60-82% of the total phosphorus of the corn complexed in phytate (phytic acid), we can use phytate-interacting enzymes that provide phosphorus and other minerals to the animal.

**KEY WORDS:** Animal nutrition, broilers, phosphorus, phytase.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Metabolismo do fósforo .....	15
Figura 2. Tíbia de frangos com 28 dias de idade.....	16
Figura 3. Glândulas paratireoides aumentadas (flechas) .....	16

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Informações para equação de exigência de fósforo disponível e digestível para frangos de corte machos de desempenho regular – médio. ....	20
Tabela 2. Informações para equação de exigência de fósforo disponível e digestível para frangos de corte machos de desempenho médio – superior. ....	21
Tabela 3. Informações para equação de exigência de fósforo disponível e digestível para frangos de corte fêmeas de desempenho regular – médio. ....	22
Tabela 4. Informações para equação de exigência de fósforo disponível e digestível para frangos de corte fêmeas de desempenho médio - superior. ....	23
Tabela 5. Exigências de fósforo para frangos de corte machos com desempenho regular-médio. ....	24
Tabela 6. Exigências de fósforo para frangos de corte machos com desempenho médio-superior. ....	24
Tabela 7. Exigências de fósforo para frangos de corte fêmeas com desempenho regular-médio. ....	24
Tabela 8. Exigências de fósforo para frangos de corte fêmeas com desempenho médio-superior. ....	25
Tabela 9. Exigências de fósforo do NRC 1994. ....	25
Tabela 10. Exigências de fósforo disponível e digestível para frangos de cortes. ....	25
Tabela 11. Metas de desempenho COBB500 em sistema misto. ....	26
Tabela 12. Metas de desempenho COBB500 para fêmeas. ....	27
Tabela 13. Metas de desempenho COBB500 para machos. ....	27
Tabela 14. Exigência de fósforo disponível COBB500. ....	27
Tabela 15. Exigência de fósforo disponível ROSS 308 AP (AP95) para objetivo de peso de maior ou igual a 1,60 Kg. ....	28
Tabela 16. Exigência de fósforo disponível ROSS 308 AP (AP95) para objetivo de peso de 1,70 kg – 2,40 kg. ....	28
Tabela 17. Exigência de fósforo disponível ROSS 308 AP (AP95) para objetivo de peso de 2,5 kg – 3,00kg. ....	28
Tabela 18. Exigência de fósforo disponível ROSS 308 AP (AP95) para objetivo de peso de 3,1 kg – 3,5kg. ....	29
Tabela 19. Exigência de fósforo disponível ROSS 308 AP (AP95) para objetivo de peso de 3,6 kg – 4,0kg. ....	29



Tabela 20. Tabela de comparação de exigências de fósforo para machos de desempenho médio-superior.....	30
Tabela 21. Tabela de comparação de exigências de fósforo para fêmeas de desempenho médio-superior entre tabelas.....	31
Tabela 22. Inclusão de fitase 3 e médias equivalentes de fósforo disponível e digestível via meta análise. ....	34
Tabela 23. Inclusão de fitase 3 e médias equivalentes de fósforo disponível e digestível via meta análise. ....	35

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. HISTÓRICO DO FÓSFORO NA DIETA DAS AVES.....	13
3. METABOLISMO.....	14
4. DEFICIÊNCIA DE FÓSFORO .....	15
5. EXIGÊNCIAS DE FÓSFORO.....	17
5.1 Exigências de fósforo das Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos:.....	18
5.2 Exigências de fósforo do <i>Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition</i> .. .....	25
5.3 Exigências de fósforo retirados das <i>Necesidades nutricionales para avicultura: pollos de carne y aves de puesta (FEDNA)</i> .....	25
5.4 Exigências de fósforo dos manuais nutricionais das linhagens Ross e Cobb .....	26
5.4.1 Exigências de fósforo das linhagens Cobb ( <i>Suplemento de nutrição e desempenho do frango de corte Cobb500</i> ) .....	26
5.4.2 Exigências de fósforo das linhagens Ross ( <i>Especificações nutricionais ROSS 308 AP</i> ) .....	28
6. Comparação de exigências de fósforo para frangos de corte entre as tabelas.....	29
7. Exigências de fósforo reduzidos nas dietas .....	32
8. Uso de Fitases nas dietas de aves de corte .....	33
8.1 Redução de fósforo disponível com o uso de fitases .....	35
9. CONCLUSÃO .....	37
10. REFERÊNCIAS .....	38

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho consiste em uma revisão bibliográfica acerca da deficiência e exigência de fósforo em dietas de frango de corte. O fósforo é um dos principais minerais que constituem a alimentação das aves. Em termos de custo é inferior somente à energia e proteína (LAURENTIZ et al. 2009). Noventa e oito por cento do cálcio e 80% do fósforo são encontrados na forma de hidroxapatita, o restante do fósforo é encontrado nas células como ácidos nucleicos, fosfolipídios (J. M. MCNAB et al. 2002) e em milhares de compostos fosforilados, tal como a adenosina trifosfato (ATP) e fonte de energia (NRC, 1994).

Diversas fontes de fósforo são utilizadas tanto para agricultura como para nutrição animal. A Publicação da IHS Chemical (2016) destaca que 80 e 5% do fosfato (fonte de fósforo inorgânico) são produzidos mundialmente para agricultura e nutrição animal, respectivamente. Uma destas fontes é o fosfato retirado de rochas em minas, um recurso finito, que pode chegará exaustão em 100 anos (GUNTHER et al. 1997); SMIL et al. 2000; F. causando impactos ambientais. Sua utilização na agricultura e a excreção de fósforo via fezes e urina dos animais no meio ambiente pode levar à eutrofização das águas (SHARPLEY et al. 1994; SCHINDLER et al. 1997;).

Outra fonte é o fósforo fítico (fitato) encontrado nos vegetais, podendo chegar de 40 a 80% do fósforo complexado em fitato (LOLAS et al. 1976; B. F. HARLAND et al. 1999; J. M. MCNAB et al. 2002). Para animais monogástricos a utilização do fósforo encontrado no fitato é muito baixa. Desta forma uso de enzimas (fitases exógenas) vem como uma alternativa para melhorar a biodisponibilidade de fósforo para as aves, diminuindo o fator antinutricional do fitato (OLUKUSI et al., 2014; CATALAN et al., 2016; MANANGI et al., 2008; POWELL et al., 2011; SNOW et al., 2004).

Para a realização desta revisão bibliográfica foram elaboradas leituras e sistematizações de produções acessíveis em livros e revistas acadêmicas, assim como monografias, dissertações e teses, experimentos, guias e tabelas que contemplam o tema da exigência e deficiência de fósforo (com e sem fitase) em dietas de frango de corte.

Objetivamos com nosso estudo auxiliar a comunidade acadêmica e produtores na formulação de rações, na obtenção de informações sobre as deficiências e exigências de fósforo com e sem fitase nas dietas de frangos de corte, como também compilar informações

oriundas de pesquisas e experimentos de maneira acessível, buscando assim atingir um patamar de exigência nutricional que vise o desenvolvimento pleno das aves.

Dispomos este trabalho final de graduação em capítulos que tratam, respectivamente, do histórico do fósforo na dieta de aves, metabolização do fósforo, deficiência e exigência de fósforo, comparação das exigências de fósforo entre tabelas e trabalhos que reduzem o nível de exigência de fósforo com ou sem fitase.

## 2. HISTÓRICO DO FÓSFORO NA DIETA DAS AVES

Os primeiros registros do mineral fósforo foram realizados em meados do século XVII pelo alquimista Hennig Brandt (WEEKS, 1933), os alquimistas nesta época estavam à procura da pedra filosofal. O fósforo em sua forma pura quando em contato com o ar brilha no escuro, derivando daí o nome de fósforo do grego “phôs” para luz e “phoros” para portador. A partir do século XVIII teve propósito médico, no final deste mesmo século serviu para a fabricação de palitos de fósforos e somente no século XIX foi descoberto como nutriente para agricultura (ASHLEY et al., 2004).

Com o passar dos anos, experimentos confirmaram a sinergia entre cálcio e fósforo, que além de ter importância na estrutura óssea dos animais, participam também na constituição de tecidos moles. Howlan et al. (1922) constataram que a falta de fósforo no sangue levava crianças ao raquitismo. Também nessa época a vitamina D foi descoberta por Sir Edward Mellanby (DELUCA et al. 2014) em um contexto de grande incidência de raquitismo na Inglaterra, vitamina que, por sua vez, possui relações metabólicas com a absorção de Ca (cálcio) e P (fósforo).

A alimentação para frangos era baseada em rações que utilizavam grãos não rotineiramente suplementados com fósforo; a fonte de fósforo (encontrada nesses alimentos) é derivada do fitato dos vegetais, que não possui um grande nível de aproveitamento pelo animal devido aos efeitos antinutricionais. (CATALAN, et al. ,2016).

Massangele et al. (1928) desenvolveram um experimento que levou em consideração os efeitos de dietas com altas e baixas relações de Ca e P. Analisando o sangue das aves, Massangele et al. (1928) constataram que uma maior presença de fósforo em relação ao cálcio na dieta diminuiu a integridade das pernas dos animais. Para fins de análises, Gillis et al. (1954) concluíram que cinzas da tíbia podem ser utilizadas para análises de fósforo e cálcio nas aves. Anteriormente a esse estudo, Evans et al. (1944) já haviam confirmado que a utilização do dedo posterior para análises é satisfatória e mais rápida, Yoshida et al. (1977) encontraram uma relação de fósforo entre as cinzas do dedo do animal e a dieta. Nos dias atuais é utilizada a cinza da tíbia como análise de fósforo no animal (DELEZIE et al. 2015; ANGEL et al. 2006; ROSSEAU et al. 2016; GOMIDE 2011; POWELL et al. 2011).

### 3. METABOLISMO

O fósforo é o segundo mineral mais abundante nos animais, sendo o cálcio o primeiro; 80% do fósforo está presente na estrutura óssea e o restante está sendo utilizado em funções metabólicas. O fósforo, em comparação com o cálcio, é muito mais caro, sendo também um componente que não se encontra na natureza na forma pura por ser extremamente instável e reativo, mas é encontrado na forma de fosfatos em rochas (VITTI et al. 2010). Uma nutrição com a relação Ca:P adequada à saúde dos organismos para produção de hormônios necessários no metabolismo e conversão da vitamina D é essencial para o funcionamento do animal e para diminuição ou balanceamento dos custos na produção.

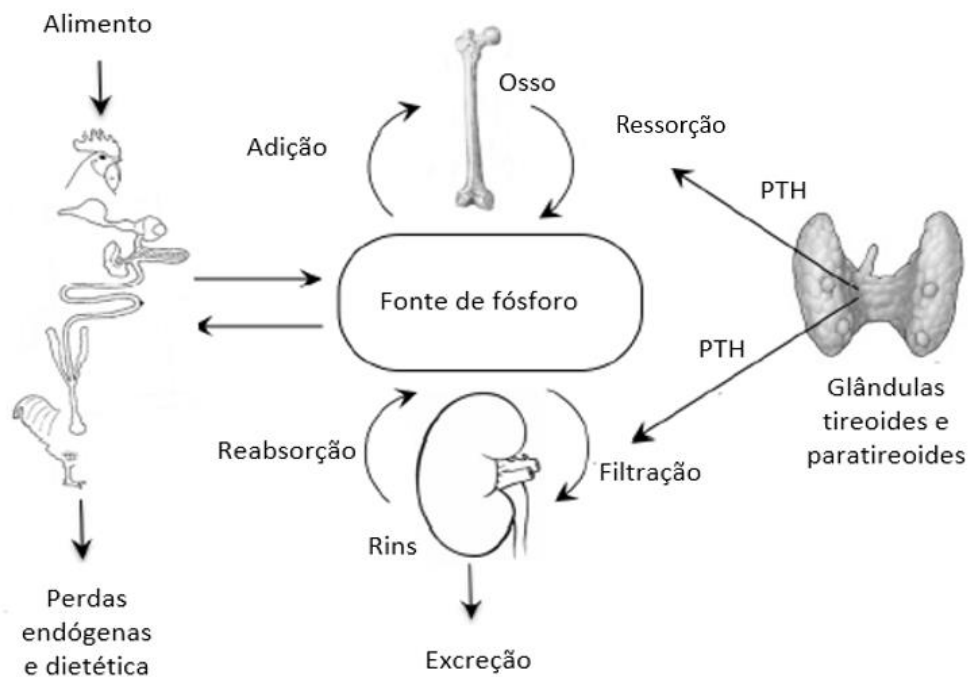
Em geral a relação Ca:P em aves de corte deve ser em torno 2:1, para aves de postura pode-se chegar a 4:1 devido ao desenvolvimento da casca dos ovos (VITTI, et al. 2010). De acordo com o trabalho de Delezie et al. (2015), o peso dos animais em dieta desbalanceada com altos níveis de Ca, baixo P e baixa inclusão de fitase foi o menor comparado a outros tratamentos. Isso pode ser explicado pela precipitação do fitato devido à complexação com o Ca que reduz a digestibilidade dos nutrientes (TAMIM et al. 2004).

A absorção do fósforo em sua forma solúvel se dá principalmente através do duodeno, via enterócitos. Se houver mais cátions solúveis devido a outros minerais, tais como magnésio, alumínio e ferro, menor será a absorção do fósforo. Nas aves, transportadores sódio-dependentes de fósforo são identificados na mucosa do jejuno e nos rins, mas em caso de deficiência afetam-se mais os transportadores do rim (VITTI, et al. 2010). Nos monogástricos, a vitamina D é importante para o aumento de absorção de Ca, pesquisas elucidam que existem relações com a absorção de P mas ainda não está totalmente entendido o mecanismo. A vitamina D deve ser em sua forma convertida em  $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ , via irradiação solar, também conhecida como calcitriol (D3) (NRC, 1994). A D3 junto com hormônios paratireoides (PTH) regulam o metabolismo e mantêm o total de Ca e, conseqüentemente, de P no plasma.

O intestino, rins e ossos coordenam o metabolismo de P, quando a concentração de Ca no sangue é reduzida causa aumento da secreção do paratormônio (PTH) pelas glândulas paratireoides. O PTH aumenta a resorção óssea e renal de Ca e juntamente aumenta a excreção renal de P. Nos rins, o PTH também estimula a formação da vitamina D3 que aumenta a absorção intestinal de Ca e, em menor grau, a absorção de P. As concentrações elevadas de Ca no sangue em resultado destes processos criam feedback para garantir a

homeostase. Caso contrário, se animais forem alimentados com altos níveis de Ca, a absorção de P será aumentada, se o animal necessitar de Ca, utilizará aquele cálcio presente nos ossos que será transportado para o sangue juntamente com o P, que circularão no corpo para atingir a homeostase. O P é excretado na urina e fezes do animal, no caso das aves, na excreta.

A mensuração pela digestibilidade ileal favorece a obtenção mais precisa da absorção de P, pois ela não é confundida com o fósforo das perdas endógenas pós-íleo.



**Figura 1. Metabolismo do fósforo**

Fonte: Li et al. (2016), adaptado pelo autor

#### 4. DEFICIÊNCIA DE FÓSFORO

A formação de ossos é a principal área de atuação do fósforo. Sua deficiência gera diversos problemas estruturais tais como raquitismo, menor crescimento e diminuição de consumo alimentar (NRC, 1994).

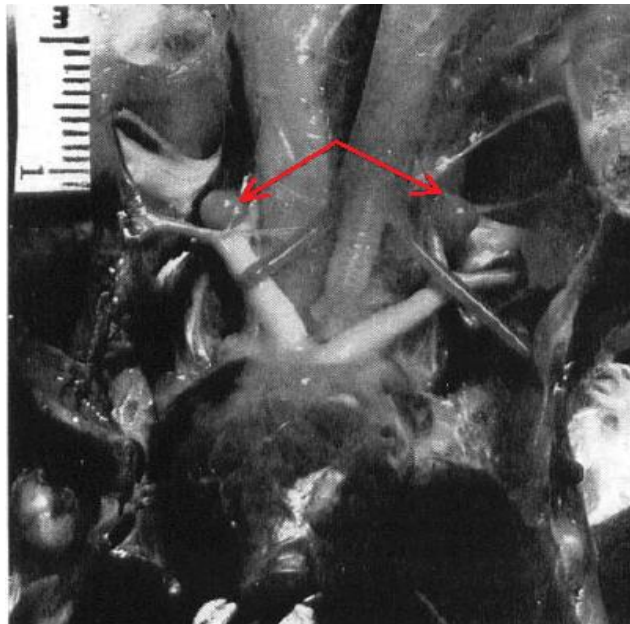
No animal, uma das principais doenças por deficiência de P é o raquitismo, que pouco mineraliza os ossos, alonga as bandas das placas de crescimento devido baixa proliferação celular e falha na remodelagem das colunas de cartilagem. Ossos mais compridos com as placas de crescimentos maiores (Figura 2) tendem a se dobrar ao invés de quebrar (NAIRN et al. 1972), além de aumentar o tamanho da glândula paratireoide (Hiperparatireoidismo

secundário) devido à liberação crônica do hormônio PTH (Figura 3), ocorrendo também aumento do peso relativo dos rins e tamanho do coração.



**Figura 2. Tíbia de frangos com 28 dias de idade.**

Fonte: NAIRN et al. (1972)



**Figura 3. Glândulas paratireoides aumentadas (flechas)**

Fonte: NAIRN, et al. (1972)

Julian et al. (1985) observaram casos de ascite em decorrência de falhas no ventrículo direito de frangos como efeitos secundários da deficiência de P. Animais de crescimento rápido como frangos dependem de muita quantidade de oxigênio, quando em situações de não



obtenção adequada de oxigenação alveolar apresentam primeiramente a hipertrofia e dilatação do ventrículo direito, e posteriormente, a ascite.

Experimento como de Parmer et al. (1987) com dietas contendo baixos níveis de fósforo – 0,05% e 0,1% –, resultaram em diversos sintomas externos evidentes como jarretes (osso sesamóide) inchados e andar cambaleante. Em alguns frangos foram observadas também fraqueza muscular severa, vários animais com tremor, além dos fatores mais comumente estudados como menor consumo de ração, menor ganho de peso e baixa conversão alimentar. De acordo com Waldroup et al. (2000), um mínimo de 0,20% de fósforo não fítico não afeta a conversão alimentar.

Os frangos quando restringidos de minerais como Ca e P podem demonstrar habilidade de se adaptar a essa deficiência (YAN et al. 2005). Ao longo da produção a necessidade de P vai diminuindo, pois as demandas são maiores no início quando a formação esquelética é maior. Rousseau et al. (2016) concluíram que aves possuem a habilidade de se adaptar a dietas com deficiência de P e Ca nas idades iniciais – 10 a 21 dias – aumentando a eficiência digestiva nas fases posteriores – 22 a 35 dias –, melhorando a mineralização dos ossos e ganho compensatório dependendo dos níveis de P e Ca.

A calbidina, uma proteína que tem direta correlação (0,99) com o aumento de absorção e deficiência de Ca e P (MORRISEY et al. 1971) é um indicador de adaptação, pois as aves submetidas a dietas com deficiência em Ca e P aumentaram a expressão do seu mRNA, codificada pelo gene CALB1 nos intestinos (BAR et al. 1990). Outros trabalhos encontraram resultados onde, na ocorrência de deficiência de Ca e P, também é estimulada a expressão de outros mRNA de transportadores de Ca como SLC8A1, ATP2B1 e transportadores de fósforo como SLC20A1 e SLC32A2 (BAR et al. 2009; CENTENO et al. 2004; PROSZKOWIEC-WEGLARZ et al. 2013).

## **5. EXIGÊNCIAS DE FÓSFORO**

Qualquer exigência específica de algum elemento para a nutrição animal como minerais, proteína, energia entre outros, que se limitam pela dieta, define o desempenho do animal. No caso do fósforo, além de possuir funções estruturais, está presente no metabolismo energético do ATP, assim como no metabolismo de carboidratos, aminoácidos e gorduras, no

equilíbrio ácido-base do sangue, no transporte de gordura e na ligação DNA-RNA (BERTECHINI et al. 2011).

Ca e P são os minerais que apresentam maiores exigências dietéticas, também os que mais afetam o desempenho dos animais (SAKOMURA et al. 2014) e estão intimamente ligados ao metabolismo. Por esse motivo é difícil trabalhar exclusivamente com um desses minerais sem considerar a presença do outro.

O fósforo inorgânico, comumente utilizado na agricultura e na pecuária, pode esgotar-se (F. GUNTHER et al. 1997; SMIL et al. 2000;). O aumento do consumo humano de proteína implica em uma maior utilização desses estoques minerais para a produção de alimentos. Um mecanismo de diminuição nas exigências desse mineral na produção animal torna-se, portanto, importante tanto econômica quanto ambientalmente.

Apesar das recomendações presentes nos manuais e tabelas como o NRC (1994) indicarem a máxima mineralização óssea, esta pode, por sua vez ser diminuída sem afetar, assim, a saúde do animal e ou seu desempenho. As exigências nutricionais de fósforo são comumente apresentadas como fósforo disponível – que é o fósforo total menos o fósforo fítico – e fósforo digestível, que é aquele absorvido na porção distal do intestino, o íleo. Layi Adeola (Purdue University) sugere que o uso de digestibilidade ileal para fósforo deveria ser padronizado, como já se faz com os aminoácidos, afirmando que “a formulação da dieta baseia-se no que é digestível” (IPS, p.39, 2010).

As exigências apresentadas a seguir foram retiradas das *Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos* de Rostagno et al. (2017), das *Necesidades nutricionales para avicultura: polos de carne y aves de puesta* (FEDNA 2008), do *Nutrient Requirements of Poultry* (NRC 1994), da *Especificações nutricionais ROSS 308 AP* (2017), do *Suplemento de nutrição e desempenho do frango de corte Cobb500* (2015), além de trabalhos com a utilização ou não de fitases.

### 5.1 Exigências de fósforo das Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos:

No Brasil a referência mais utilizada para formulação de rações para aves e suínos são as *Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos* de Rostagno et al. (2017) atualmente na 4ª edição. Nelas estão dispostas as exigências de fósforo disponível e o fósforo digestível, que são calculados pelas expressões abaixo, tanto para machos quanto para fêmeas:

#### **Fósforo Disponível:**

$$\text{De 1- 21 dias: } Y = 0,026 \times P^{0,75} + 5,2 \times G$$

De 22-56 dias:  $Y = 0,026 \times P^{0,75} + 5,5 \times G$

Y = gramas de fósforo disponível por dia

P = Peso Corporal médio (kg)

5,2 e 5,5 = grama fósforo disponível / kg ganho

G = Ganho diário (kg)

Exemplo: Frangos de Corte Machos de Desempenho Médio de 35 dias

Peso Corporal Médio: 2,262 kg; G: 0,103 kg / dia; Consumo: 197,0 g / dia

$Y = 0,026 \times (2,262)^{0,75} + 5,5 \times 0,103 = 0,614$  g.

%P disponível:  $(0,614 \times 100) / 197,0 = 0,312$  % (calculado pelo consumo diário)

% Ca na Ração:  $0,312 \times 2,13 = 0,664$  % (relação Ca:P recomendada de 2,13)

#### **Fósforo Digestível:**

De 8-2 dias:  $Y = 0,026 \times P^{0,75} + 4,53 \times G$

De 22-56 dias:  $Y = 0,026 \times P^{0,75} + 5,0 \times G$

Y = gramas de fósforo disponível por dia

P = Peso Corporal médio (kg)

4,53 e 5,0 = grama fosforo disponível / kg ganho

G = Ganho diário (kg)

Exemplo: Frangos de Corte Machos de Desempenho Médio de 35 dias

Peso Corporal Médio: 2,262 kg; G: 0,103 kg / dia; Consumo: 197,0 g / dia

$Y = 0,026 \times (2,262)^{0,75} + 5,0 \times 0,103 = 0,562$  gramas de fósforo por dia

%P digestível:  $(0,562 \times 100) / 197,0 = 0,285$  % (calculado pelo consumo diário)

% Ca na Ração:  $0,285 \times 2,35 = 0,669$  % (relação Ca:P recomendada de 2,35)

A partir das expressões acima com a utilização das Tabelas abaixo (1 a 4), que apresentam as variáveis como consumo diário, peso médio e ganho de peso diário, foram obtidas as médias de fósforo disponível (%) e fósforo digestível (%) para aves de acordo com as idades, tanto para machos quanto para fêmeas resultando as Tabelas de 5 a 10.

Informações utilizadas nas equações para calcular exigências de fósforo para frangos de corte machos de desempenho regular – médio.

**Tabela 1. Informações para equação de exigência de fósforo disponível e digestível para frangos de corte machos de desempenho regular – médio**

<b>Idade (dias)</b>	<b>Peso médio (kg)</b>	<b>Ganho de peso (kg)</b>	<b>Consumo diário (gramas)</b>
1	0,069	0,015	16,1
2	0,084	0,017	18,7
3	0,101	0,019	21,6
4	0,120	0,022	24,7
5	0,142	0,025	28,1
6	0,166	0,028	31,8
7	0,194	0,031	35,8
8	0,225	0,034	39,1
9	0,259	0,037	43,6
10	0,269	0,041	48,4
11	0,337	0,045	53,4
12	0,382	0,048	58,8
13	0,430	0,052	64,4
14	0,482	0,056	70,3
15	0,537	0,059	76,4
16	0,596	0,063	82,8
17	0,659	0,067	89,3
18	0,726	0,070	96,1
19	0,796	0,073	103,0
20	0,869	0,077	110,0
21	0,946	0,080	117,1
22	1,026	0,083	120,3
23	1,108	0,086	127,3
24	1,194	0,088	134,2
25	1,282	0,091	141,1
26	1,373	0,093	147,9
27	1,466	0,095	154,6
28	1,56	0,097	161,1
29	1,657	0,098	167,5
30	1,755	0,100	173,6
31	1,855	0,101	179,5
32	1,955	0,102	185,1
33	2,057	0,102	190,4
34	2,159	0,103	192,4
35	2,262	0,103	197,0
36	2,365	0,103	201,3
37	2,468	0,103	205,3
38	2,571	0,103	208,9
39	2,674	0,102	212,1
40	2,776	0,102	215,1
41	2,878	0,101	217,6
42	2,979	0,100	219,9
43	3,079	0,099	218,4
44	3,178	0,098	220,0
45	3,279	0,097	221,2
46	3,372	0,095	222,2
47	3,468	0,094	222,9
48	3,561	0,092	223,4
49	3,654	0,091	223,6
50	3,744	0,089	223,6
51	3,833	0,097	223,4
52	3,920	0,095	222,9
53	4,006	0,094	222,3
54	4,090	0,092	221,6
55	4,171	0,080	220,7
56	4,251	0,078	219,8

Fonte: Adaptado pelo autor, ROSTAGNO et al. (2017)

Informações utilizadas nas equações para calcular exigências de fósforo para frangos de corte machos de desempenho médio – superior.

**Tabela 2. Informações para equação de exigência de fósforo disponível e digestível para frangos de corte machos de desempenho médio – superior**

<b>Idade (dias)</b>	<b>Peso médio (kg)</b>	<b>Ganho de peso (kg)</b>	<b>Consumo diário (gramas)</b>
1	0,079	16,9	16,1
2	0,095	19,6	18,7
3	0,113	22,5	21,6
4	0,135	25,7	24,7
5	0,159	29,2	28,1
6	0,186	33,0	31,8
7	0,216	37,1	35,8
8	0,250	40,1	39,1
9	0,287	44,7	43,6
10	0,328	49,6	48,4
11	0,372	54,7	53,4
12	0,421	60,1	58,8
13	0,473	65,9	64,4
14	0,529	71,9	70,3
15	0,590	78,1	76,4
16	0,654	84,6	82,8
17	0,722	91,2	89,3
18	0,794	98,1	96,1
19	0,869	105,1	103,0
20	0,948	112,3	110,0
21	1,031	119,5	117,1
22	1,117	122,9	120,3
23	1,206	130,0	127,3
24	1,298	137,0	134,2
25	1,393	144,1	141,1
26	1,491	151,0	147,9
27	1,559	157,8	154,6
28	1,692	164,4	161,5
29	1,796	170,9	168,4
30	1,902	177,1	175,3
31	2,009	183,0	182,2
32	2,117	188,7	189,1
33	2,226	194,1	196,0
34	2,336	196,1	202,9
35	2,446	200,7	209,8
36	2,557	205,0	216,7
37	2,668	209,0	223,6
38	2,779	212,6	230,5
39	2,890	215,8	237,4
40	3,000	218,7	244,3
41	3,109	221,2	251,2
42	3,218	223,3	258,1
43	3,325	221,8	265,0
44	3,432	223,2	271,9
45	3,538	224,4	278,8
46	3,642	225,3	285,7
47	3,744	225,9	292,6
48	3,846	226,2	299,5
49	3,945	226,3	306,4
50	4,043	226,1	313,3
51	4,139	225,7	320,2
52	4,233	225,2	327,1
53	4,325	224,4	334,0
54	4,416	223,5	340,9
55	4,504	222,5	347,8
56	4,591	221,3	354,7

Fonte: Adaptado pelo autor, ROSTAGNO et al. (2017)

Informações utilizadas nas equações para calcular exigências de fósforo para frangos de corte fêmeas de desempenho regular – médio.

**Tabela 3. Informações para equação de exigência de fósforo disponível e digestível para frangos de corte fêmeas de desempenho regular – médio**

Idade (dias)	Peso médio (kg)	Ganho de peso (kg)	Consumo diário (gramas)
1	0,073	0,015	17,6
2	0,087	0,017	20,2
3	0,104	0,019	23,0
4	0,122	0,021	26,2
5	0,144	0,024	29,5
6	0,167	0,026	33,1
7	0,193	0,029	37,0
8	0,222	0,032	40,1
9	0,254	0,035	44,3
10	0,289	0,038	48,8
11	0,326	0,041	53,5
12	0,367	0,044	58,5
13	0,41	0,047	63,6
14	0,457	0,049	68,9
15	0,506	0,052	74,4
16	0,558	0,055	80,0
17	0,614	0,058	85,8
18	0,671	0,060	91,7
19	0,732	0,063	97,8
20	0,795	0,065	103,8
21	0,860	0,068	110,0
22	0,928	0,070	112,4
23	0,991	0,072	118,4
24	1,069	0,073	124,3
25	1,142	0,075	130,2
26	1,217	0,076	136,0
27	1,293	0,077	141,7
28	1,370	0,078	147,3
29	1,449	0,079	152,7
30	1,528	0,080	157,9
31	1,608	0,080	163,0
32	1,688	0,081	167,8
33	1,769	0,081	172,5
34	1,850	0,081	174,1
35	1,931	0,081	178,2
36	2,012	0,081	182,0
37	2,092	0,080	185,6
38	2,172	0,080	188,9
39	2,252	0,079	191,9
40	2,330	0,078	194,6
41	2,408	0,077	197,1
42	2,486	0,076	199,3
43	2,562	0,075	198,1
44	2,637	0,074	199,8
45	2,711	0,073	201,2
46	2,783	0,071	202,3
47	2,855	0,070	203,2
48	2,925	0,069	203,9
49	2,993	0,067	204,3
50	3,060	0,066	204,6
51	3,126	0,064	204,6
52	3,190	0,063	204,5
53	3,253	0,061	204,2
54	3,314	0,060	203,7
55	3,374	0,058	203,1
56	3,432	0,057	202,3

Fonte: Adaptado pelo autor, ROSTAGNO et al. (2017)

Informações utilizadas nas equações para calcular exigências de fósforo para frangos de corte fêmeas de desempenho médio – superior.

**Tabela 4. Informações para equação de exigência de fósforo disponível e digestível para frangos de corte fêmeas de desempenho médio - superior**

<b>Idade (dias)</b>	<b>Peso médio (kg)</b>	<b>Ganho de peso (kg)</b>	<b>Consumo diário (gramas)</b>
1	0,082	0,016	17,4
2	0,098	0,018	19,9
3	0,116	0,021	22,7
4	0,137	0,023	25,7
5	0,160	0,026	29,0
6	0,186	0,029	32,5
7	0,215	0,032	36,2
8	0,247	0,035	38,9
9	0,281	0,038	43,0
10	0,319	0,041	47,4
11	0,360	0,044	51,9
12	0,404	0,047	56,6
13	0,451	0,050	61,6
14	0,502	0,054	66,7
15	0,555	0,057	72,1
16	0,612	0,060	77,5
17	0,671	0,063	83,1
18	0,734	0,065	88,9
19	0,799	0,068	94,7
20	0,867	0,071	100,6
21	0,937	0,073	106,6
22	1,010	0,075	109,1
23	1,085	0,077	114,9
24	1,162	0,079	120,7
25	1,241	0,081	126,4
26	1,321	0,082	132,1
27	1,403	0,083	137,7
28	1,487	0,084	143,1
29	1,571	0,085	148,4
30	1,656	0,086	153,6
31	1,742	0,086	158,6
32	1,828	0,087	163,3
33	1,915	0,087	167,9
34	2,002	0,087	169,6
35	2,089	0,087	173,6
36	2,176	0,087	177,4
37	2,262	0,086	180,9
38	2,348	0,085	184,1
39	2,434	0,085	187,1
40	2,518	0,084	189,8
41	2,602	0,083	192,3
42	2,685	0,082	194,5
43	2,767	0,081	193,4
44	2,848	0,080	195,0
45	2,927	0,078	196,4
46	3,006	0,077	197,5
47	3,082	0,075	198,4
48	3,158	0,074	199,1
49	3,232	0,072	199,5
50	3,304	0,071	199,8
51	3,375	0,069	199,8
52	3,444	0,068	199,7
53	3,512	0,066	199,4
54	3,578	0,064	198,9
55	3,642	0,063	198,3
56	3,705	0,053	182,7

Fonte: Adaptado pelo autor, ROSTAGNO et al. (2017)

Rostagno et al. (2017) organizaram as exigências de fósforo pelas médias obtidas entre as idades, elaboraram as tabelas contendo exigências nutricionais das aves. Abaixo seguem dispostas apenas aquelas referentes ao fósforo.

**Tabela 5. Exigências de fósforo para frangos de corte machos com desempenho regular-médio**

Dias	1-7	8-21	22-33	34-42	43-46
<b>Fósforo Disponível (%)</b>	0,463	0,419	0,374	0,296	0,271
<b>Fósforo Digestível (%)</b>	0,407	0,368	0,324	0,271	0,249

Fonte: Adaptado pelo autor, ROSTAGNO et al. (2017)

Valores de exigência de fósforo nas dietas para frangos de corte machos com desempenho médio – superior.

**Tabela 6. Exigências de fósforo para frangos de corte machos com desempenho médio-superior**

Dias	1-7	8-21	22-33	34-42	43-46
<b>Fósforo Disponível (%)</b>	0,482	0,432	0,384	0,309	0,272
<b>Fósforo Digestível (%)</b>	0,472	0,380	0,351	0,283	0,250

Fonte: Adaptado pelo autor, ROSTAGNO et al. (2017)

Valores de exigência de fósforo nas dietas para frangos de corte fêmeas com desempenho regular-médio.

**Tabela 7. Exigências de fósforo para frangos de corte fêmeas com desempenho regular-médio**

Dias	1-7	8-21	22-33	34-42	43-46
<b>Fósforo Disponível (%)</b>	0,438	0,380	0,317	0,256	0,228
<b>Fósforo Digestível (%)</b>	0,384	0,334	0,290	0,235	0,210

Fonte: Adaptado pelo autor, ROSTAGNO et al. (2017)

Valores de exigência de fósforo nas dietas para frangos de corte fêmeas com desempenho médio -superior.



**Tabela 8. Exigências de fósforo para frangos de corte fêmeas com desempenho médio-superior**

Dias	1-7	8-21	22-33	34-42	43-46
Fósforo Disponível (%)	0,491	0,435	0,354	0,283	0,251
Fósforo Digestível (%)	0,431	0,383	0,324	0,259	0,231

Fonte: Adaptado pelo autor, ROSTAGNO et al. (2017)

### 5.2 Exigências de fósforo do *Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition*

Vários trabalhos discutem que as exigências de fósforo são menores que o necessário apresentado no *Nutrient Requirements of Poultry* (NRC 1994) (Applegate et al. 2014; Rousseau et al. 2016; Angel et al. 2006; Dhandu and Angel 2003; Waldroup et al. 2000; Waldroup 1999.). Nele as exigências de fósforo estão descritas somente como fósforo não-fítico, onde também as exigências demonstradas indicam a máxima mineralização dos ossos.

Exigência de fósforo nas dietas de frangos de corte presente no NRC.

**Tabela 9. Exigências de fósforo do NRC 1994**

Semanas	0 - 3	3 - 5	6 - 8
Fósforo não fítico (%)	0,45	0,35	0,30

Fonte: Adaptado pelo autor, NRC 1994.

### 5.3 Exigências de fósforo retirados das *Necesidades nutricionales para avicultura: pollos de carne y aves de puesta (FEDNA)*

Na tabela disponibilizada pela FEDNA as exigências de fósforo utilizam como base uma estimativa do fósforo que é recomendado pelo NRC (1994), nele apresentadas como fósforo total, fósforo disponível e fósforo digestível.

Exigências de fósforo nas dietas de frangos de corte encontradas no manual da FEDNA.

**Tabela 10. Exigências de fósforo disponível e digestível para frangos de cortes**

Dias	0-7	0-15	16-37	38-44
Fósforo Total (%)	0,69	0,65	0,60	0,56
Fósforo Disponível (%)	0,45	0,45	0,43	0,38
Fósforo digestível (%)	0,40	0,39	0,37	0,33

Fonte: adaptado pelo autor, FEDNA 2008

#### 5.4 Exigências de fósforo dos manuais nutricionais das linhagens Ross e Cobb

Manuais de manejo e nutrição de linhagens como COBB (Tabelas 13, 14, 15 e 16) e ROSS (Tabelas 17, 18, 19, 20 e 21) podem ser utilizados como orientação para exigências nutricionais das aves, principalmente se empregadas nas produções das linhagens informadas pelos manuais. Nas tabelas são dispostas as exigências nutricionais em sistema misto de criação (macho e fêmea), desempenho e também por sexo, como no caso da linhagem COBB. Lembrando que, assim como pontuam os manuais das linhagens Ross e Cobb, a avaliação de um técnico local é sempre necessária para o desenvolvimento de um programa nutricional adequado e adaptado às especificidades e condições do ambiente.

##### 5.4.1 Exigências de fósforo das linhagens Cobb (*Suplemento de nutrição e desempenho do frango de corte Cobb500*)

Na linhagem COBB as tabelas estão divididas em sistemas de criação de machos, fêmeas e misto, demonstrando uma meta de desempenho separadas por idade (Tabelas 13, 14 e 15) e as exigências de fósforo necessárias para atingir essas metas (Tabela 16).

Metas dos animais da linhagem COBB em sistema misto de produção.

**Tabela 11. Metas de desempenho COBB500 em sistema misto**

Idade (dias)	Peso para idade (g)	Ganho diário (g)	Ganho médio diário (g)	Conversão alimentar cumulativa	Consumo alimentar diário (g)	Consumo alimentar cumulativo (g)
7	185	28	26,4	0,902	35	167
14	465	53	33,2	1,165	68	542
21	943	78	44,9	1,264	111	1192
28	1524	86	54,4	1,402	152	2137
35	2191	99	62,6	1,530	189	3352
42	2857	93	68,0	1,675	216	4786
49	3506	92	71,6	1,819	235	6379
56	4111	83	73,4	1,936	245	8070
63	4649	73	73,8	2,105	245	9785

Fonte: Adaptado pelo autor, Suplemento de nutrição e desempenho do frango de corte Cobb500, 2015

Metas das aves de corte fêmeas da linhagem COBB.

**Tabela 12. Metas de desempenho COBB500 para fêmeas**

Idade (dias)	Peso para idade (g)	Ganho diário (g)	Ganho médio diário (g)	Conversão alimentar cumulativa	Consumo alimentar diário (g)	Consumo alimentar cumulativo (g)
7	184	27	26,3	0,908	35	167
14	460	53	32,9	1,166	68	537
21	914	70	43,5	1,263	103	1155
28	1463	85	52,2	1,403	144	2052
35	2083	90	59,5	1,528	169	3183
42	2671	80	63,6	1,684	199	4499
49	3226	79	65,8	1,841	209	5938
56	3741	71	66,8	1,995	225	7465
63	4230	68	67,1	2,137	225	9040

Fonte: Adaptado pelo autor, Suplemento de nutrição e desempenho do frango de corte Cobb500, 2015

Metas das aves de corte machos da linhagem COBB.

**Tabela 13. Metas de desempenho COBB500 para machos**

Idade (dias)	Peso para idade (g)	Ganho diário (g)	Ganho médio diário (g)	Conversão alimentar cumulativa	Consumo alimentar diário (g)	Consumo alimentar cumulativo (g)
7	186	29	26,6	0,898	35	167
14	470	54	33,6	1,162	70	546
21	971	87	46,2	1,265	119	1228
28	1585	88	56,6	1,402	160	2222
35	2299	107	65,7	1,531	209	3520
42	3044	106	72,5	1,667	233	5073
49	3786	106	77,3	1,805	270	6836
56	4481	95	80,0	1,940	265	8691
63	5068	78	80,4	2,081	265	10546

Fonte: Adaptado pelo autor, Suplemento de nutrição e desempenho do frango de corte Cobb500, 2015

Exigências de fósforo nas dietas para linhagem COBB.

**Tabela 14. Exigência de fósforo disponível COBB500**

Idade (dias)	0 - 10	11 - 22	23 - 42	43+
Fósforo disponível (%)	0,45	0,42	0,38	0,38

Fonte: Adaptado pelo autor, Suplemento de nutrição e desempenho do frango de corte Cobb500, 2015.

#### 5.4.2 Exigências de fósforo das linhagens Ross (*Especificações nutricionais ROSS 308 AP*)

Em tabelas dispostas pela linhagem ROSS, são divididas as exigências pelo objetivo de peso vivo por sistema de produção misto.

Exigência de fósforo nas dietas para linhagem ROSS com objetivo de peso igual ou maior a 1,60kg.

**Tabela 15. Exigência de fósforo disponível ROSS 308 AP (AP95) para objetivo de peso de maior ou igual a 1,60 Kg**

Idade (dias)	0 - 10	11 - 24	25 - abate
Fósforo disponível (%)	0,480	0,435	0,405

Fonte: Adaptado pelo autor, Especificações nutricionais ROSS 308 AP (AP95), 2017.

Exigência de fósforo nas dietas para linhagem ROSS com objetivo de peso de 1,70 – 2,40kg.

**Tabela 16. Exigência de fósforo disponível ROSS 308 AP (AP95) para objetivo de peso de 1,70 kg – 2,40 kg**

Idade (dias)	0 - 10	11 - 24	25 - abate
Fósforo disponível (%)	0,480	0,435	0,395

Fonte: Adaptado pelo autor, Especificações nutricionais ROSS 308 AP (AP95), 2017.

Exigência de fósforo nas dietas para linhagem ROSS com objetivo de peso de 2,5 – 3,00kg.

**Tabela 17. Exigência de fósforo disponível ROSS 308 AP (AP95) para objetivo de peso de 2,5 kg – 3,00kg**

Idade (dias)	0 - 10	11 - 24	25 - 39	40 - abate
Fósforo disponível (%)	0,480	0,435	0,390	0,375

Fonte: Adaptado pelo autor, Especificações nutricionais ROSS 308 AP (AP95), 2017.

Exigência de fósforo nas dietas para linhagem ROSS com objetivo de peso de 3,1 – 3,50kg.

**Tabela 18. Exigência de fósforo disponível ROSS 308 AP (AP95) para objetivo de peso de 3,1 kg – 3,5kg**

Idade (dias)	0 - 10	11 – 24	25 – 39	40 - 46	47 – abate
Fósforo disponível (%)	0,480	0,435	0,390	0,370	0,365

Fonte: Adaptado pelo autor, Especificações nutricionais ROSS 308 AP (AP95), 2017.

Exigência de fósforo nas dietas para linhagem ROSS com objetivo de peso de 3,60 – 4,00kg.

**Tabela 19. Exigência de fósforo disponível ROSS 308 AP (AP95) para objetivo de peso de 3,6 kg – 4,0kg**

Idade (dias)	0 - 10	11 – 24	25 – 39	40 – 51	52 – abate
Fósforo disponível (%)	0,480	0,435	0,390	0,370	0,360

Fonte: Adaptado pelo autor, Especificações nutricionais ROSS 308 AP (AP95), 2017.

Após demonstrado as exigências encontradas nesses manuais, no próximo capítulo abordaremos as diferenças entre as *Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos de 2017* (ROSTAGNO et al. 2017) e as exigências dos manuais apresentados acima. Como as tabelas de Rostagno et al. (2017), são as mais utilizadas nas pesquisas brasileiras para formulação de rações, preferimos fazer a comparação dessas tabelas com as demais referencias nutricionais de aves de corte apresentadas.

## 6. Comparação de exigências de fósforo para frangos de corte entre as tabelas

Utilizamos as *Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos de 2017* (ROSTAGNO et al. 2017) como parâmetro para comparação das exigências de fósforo com as outras tabelas. Um dos problemas em compararmos as tabelas é a diferença dos períodos (idades) que são apresentados em cada uma delas; para resolvê-lo foi elaborada uma média dos períodos que se encontram cada exigência. A comparação foi feita, através de duas tabelas, para machos e para fêmeas de desempenho médio – superior.

**Tabela 20. Tabela de comparação de exigências de fósforo para machos de desempenho médio-superior**

<i>Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos de 2017 – (ROSTAGNO et al. 2017)</i>						
	<b>Dias</b>	<b>1 a 7</b>	<b>8 a 21</b>	<b>22 a 33</b>	<b>34 a 42</b>	<b>43 a 46</b>
<b>Machos</b>	Fósforo Disponível %	0,482 (100%)	0,432 (100%)	0,384 (100%)	0,309 (100%)	0,272 (100%)
	Fósforo Digestível %	0,472 (100%)	0,380 (100%)	0,351 (100%)	0,283 (100%)	0,250 (100%)
<i>Nutrient Requirements of Poultry – (NRC) (1994)</i>						
	<b>Dias</b>	<b>0 a 21</b>	<b>22 a 33</b>	<b>34 a 56</b>		
<b>Machos</b>	Fósforo não fitico % (Fósforo Disponível)	0,450 (99%)	0,350 (91%)	0,300 (103%)		
<i>Necesidades nutricionales para avicultura – (FEDNA) (2008)</i>						
	<b>Dias</b>	<b>0 a 15</b>	<b>16 a 37</b>	<b>38 a 44</b>		
<b>Machos</b>	Fósforo Disponível %	0,45 (101%)	0,430 (105%)	0,380 (130%)		
	Fósforo Digestível %	0,400 (93%)	0,370 (101%)	0,330 (123%)		
<i>Suplemento de nutrição e desempenho do frango de corte Cobb500 – (COBB) (2015)</i>						
	<b>Dias</b>	<b>0 a 10</b>	<b>11 a 22</b>	<b>23 a 42</b>	<b>43+</b>	
<b>Machos</b>	Fósforo Disponível %	0,450 (98%)	0,420 (98%)	0,380 (110%)	0,380 (140%)	
<i>Especificações nutricionais ROSS 308 AP – (ROSS) (2017)</i>						
	<b>Dias</b>	<b>0 a 10</b>	<b>11 a 24</b>	<b>25 a 35*</b>		
<b>Machos</b>	Fósforo Disponível %	0,480 (105%)	0,435 (107%)	0,395 (114%)		

\*Calculado para peso de Abate de 2,446 kg na Tabelas de Rostagno et al. (2017)

**Tabela 21. Tabela de comparação de exigências de fósforo para fêmeas de desempenho médio-superior entre tabelas**

<i>Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos de 2017 – (ROSTAGNO et al. 2017)</i>						
	<b>Dias</b>	<b>1 a 7</b>	<b>8 a 21</b>	<b>22 a 33</b>	<b>34 a 42</b>	<b>43 a 46</b>
<b>Fêmeas</b>	Fósforo Disponível %	0,491 (100%)	0,435 (100%)	0,354 (100%)	0,283 (100%)	0,251 (100%)
	Fósforo Digestível %	0,431 (100%)	0,383 (100%)	0,324 (100%)	0,259 (100%)	0,231 (100%)
<i>Nutrient Requirements of Poultry – (NRC) (1994)</i>						
	<b>Dias</b>	<b>0 a 21</b>	<b>22 a 33</b>	<b>34 a 56</b>		
<b>Fêmeas</b>	Fósforo não fitico % (Fósforo Disponível)	0,450 (103%)	0,350 (99%)	0,300 (112%)		
<i>Necesidades nutricionales para avicultura – (FEDNA) (2008)</i>						
	<b>Dias</b>	<b>0 a 15</b>	<b>16 a 37</b>	<b>38 a 44</b>		
<b>Fêmeas</b>	Fósforo Disponível %	0,45 (103%)	0,430 (108%)	0,380 (142%)		
	Fósforo Digestível %	0,400 (98%)	0,370 (104%)	0,330 (134%)		
<i>Suplemento de nutrição e desempenho do frango de corte Cobb500 – (COBB) (2015)</i>						
	<b>Dias</b>	<b>0 a 10</b>	<b>11 a 22</b>	<b>23 a 42</b>	<b>43+</b>	
<b>Fêmeas</b>	Fósforo Disponível %	0,450 (97%)	0,420 (97%)	0,380 (119%)	0,380 (151%)	
<i>Especificações nutricionais ROSS 308 AP – (ROSS) (2017)</i>						
	<b>Dias</b>	<b>0 a 10</b>	<b>11 a 24</b>	<b>25 a 39*</b>		
<b>Fêmeas</b>	Fósforo Disponível %	0,480 (104%)	0,435 (110%)	0,395 (124%)		

\*Calculado para peso de Abate de 2,439 kg na Tabelas de Rostagno et al. (2017)

De uma forma geral as tabelas de Rostagno et al. (2017), se comparadas com o restante dos manuais apresentados, demonstraram uma de menor exigência de fósforo nas idades finais. Levando em conta tais divergências, percebemos que é possível diminuir a inclusão de fósforo nas dietas nessas idades. Já nas idades iniciais, observamos que as diferenças das exigências não são muito grandes, isso evidencia a importância do fósforo nos primeiros dias de desenvolvimento do frango e os cuidados que devemos ter na nutrição nessa fase.

Como descrito anteriormente, para fazer uma comparação direta entre tabelas e suas exigências foi calculada uma média das exigências encontradas no respectivo período de tempo em que cada uma destas se encontra. Podem ocorrer discrepâncias quanto a real exigência de fósforo dos animais em cada dia quando elaboradas de maneira semelhante a que realizamos. Para que seja possível estimar a diferença das exigências das tabelas de Rostagno et al. (2017) de cada dia de acordo com outro manual a que se deseja comparar, devemos utilizar as equações encontradas nesse trabalho (página 17).

## **7. Exigências de fósforo reduzidos nas dietas**

Com relação às exigências de fósforo, de acordo com Dhandu e Angel (2003) não foram encontradas diferenças de ganho de peso na fase final de frangos de corte entre as dietas formuladas com 0,31 e 0,1% de fósforo não-fítico. Skinner et al. (1992) também não encontraram diferença nas fases finais das aves (42 a 56 dias) em ganho de peso, mortalidade, consumo de ração, conversão alimentar e problemas de pernas, nas dietas contendo 0,12 e 0,24% de fósforo não-fítico em comparação com dietas contendo 0,35% fósforo não fítico. Liu et al. (2016) constataram que dietas de aves entre 1-21 dias devem conter no mínimo 0,23% de fósforo não-fítico para que não tenham problemas quanto à mortalidade, evidenciando assim uma menor sensibilidade de aves de crescimento rápido devido à deficiência de fósforo nas fases iniciais. Trabalho como de Waldroup et al. (2000) demonstra que 0,32% de fósforo disponível gerou um ótimo nível de ganho de peso, e que níveis de 0,39% de fósforo disponível resultou em uma ótima mineralização nas idades iniciais, concluem também que um mínimo de 0,20% de fósforo não fítico não afeta a conversão alimentar. Wilkinson et al. (2014) não obtiveram diferenças de consumo em animais com redução de fósforo não fítico de 2,5g de fósforo não fítico por kg de ração, comparadas com dietas contendo até 5,5g de fósforo não fítico por kg ração nos dias 28 ao 35, além de não obterem diferenças no peso final dos animais entre os tratamentos. Yan et al. (2005) relatam que animais deficientes em P até os 18 dias podem demonstrar habilidades de crescimento compensatório e também melhoramento compensatório da tíbia nas idades de 18 a 32 dias, confirmados também por resultados encontrados por Rousseau et al. (2016).

Diante desses trabalhos as exigências descritas nos manuais podem ser reduzidas, caso se leve em conta somente o desempenho dos animais. Caso o objetivo seja a mineralização dos ossos, os níveis são maiores.



## 8. Uso de Fitases nas dietas de aves de corte

O uso de enzimas com a finalidade de melhorar o aproveitamento dos nutrientes das dietas animais é amplamente empregado pelas indústrias deste ramo (BARADAN et al. 2013; KARIMI et al. 2012; LALPANMAWIA et al. 2014; SEBASTIAN et al. 2016). A utilização gera um efeito positivo no ganho de peso, conversão alimentar e uma melhora na eficiência econômica para aves (M.I. ANJUM et al. 2018) e vem sendo estudada e comumente utilizada desde a década de 1990 (ROSTAGNO et al 2017).

As fitases são enzimas responsáveis pela quebra do ácido fítico para a liberação do fósforo, diminuindo o fósforo disponível na formulação (TEIXEIRA et al, 2013; SCHOLEY et al. 2018;). O fitato (figura 4) presente nas plantas, serve como reserva de fósforo durante a germinação. O ácido fítico possui efeitos antinutricionais, que por sua vez diminuem a disponibilidade de P e Ca e também de Co, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni e Zn (ANGEL et al., 2006), Trabalhos como de Silva et al. (2006, 2008), Gehring et al. (2013), Rutherford et al. (2004) e Selle et al. (2000) utilizaram fitase para aumentar aproveitamento de carboidratos e minerais como Co, Cu, Fe, Mg, Mn, Ni e Zn , além de diminuir a excreção de Ca e P.

Para analisarmos a quantidade de fitato presente em um alimento podemos utilizar um dos três procedimentos descritos por Thompson e Erdman (1982), que seriam: método de análise por precipitação, método de diferença de sobrenadantes e método por separação por trocas de ânions. Todos os métodos podem serem utilizados, mas em questão de custos, rapidez e facilidade o método de precipitação é o mais indicado, esse método consiste na precipitação do ferro fítico utilizando ácidos e outros componentes, posteriormente analisa-se o ferro ou o fósforo precipitado e calcula-se a quantidade de fitato presente no ingrediente. O método de trocas de ânions que utiliza cromatografia é mais completo mas muito mais custoso e demorado.

A adição de enzimas nas dietas se dá de forma expressada em FTU, que é a unidade de fitase ativa, definida como a quantidade de enzima necessária para liberar 1 micromol de fósforo inorgânico por minuto em substrato de fitato, em temperatura de 37° graus e pH 5,5 (ENGELLEN et al. 1994).

De acordo com Kornegay (1996), existe mais de uma fonte de fitase para aves. Uma delas seria o próprio intestino que produz a enzima em baixas concentrações; alguns grãos podem possuir fitases para realizar a hidrólise de seu próprio fitato e disponibilizar seu fósforo. Fitases podem ser também produzidas por bactérias e fungos que trabalham de forma

diferente (figura 4): se a fonte for bacteriana há remoção do fosfato da posição 6, se for fúngica, há a liberação do fosfato da posição 3 do fitato.

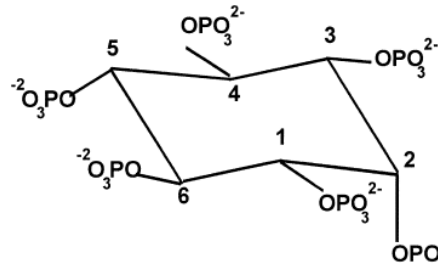


Figura 4. Fitato (BEDFORD, 2000)

Uma estimativa feita por Lott et al. (2000) revelou que mundialmente são utilizados 13 milhões de toneladas de fósforo na produção de grão, um equivalente a 65% desse fósforo é sequestrado pelos grãos em forma de ácido fítico e que com o uso de fitases grande parte desse fósforo ficaria disponível. Rostagno et al. (2017) apresentam os resultados de uso das fitases bacterianas (Tabela 22) e fúngicas (Tabela 23), assim como as médias equivalentes de fósforo disponível e fósforo digestível, utilizando meta-análise de dois trabalhos feitos por Rodrigues et al. (2012) e Lima (2016). Nestes estudos são apresentados diversos níveis de inclusão de fitases, nos quais 500FTU é o normalmente utilizado na indústria.

**Tabela 22. Inclusão de fitase 3 e médias equivalentes de fósforo disponível e digestível via meta análise**

Nível de inclusão						
Proporção	0,5	1	1,5	2,0	2,5	3,0
FTU/Kg	250	500	750	1000	1250	1500
<b>Fitase – 3</b>						
<b>Frangos de corte 1 - 42 dias</b>						
<b>Média de P disponível (%)</b>	0,066	0,084	0,105	0,130	0,161	0,193
<b>Média de P digestível (%)</b>	0,058	0,075	0,092	0,114	0,142	0,170

Fonte: Adaptado pelo autor, ROSTAGNO et al. (2017)

**Tabela 23. Inclusão de fitase 3 e médias equivalentes de fósforo disponível e digestível via meta análise**

<b>Nível de inclusão</b>						
<b>Proporção</b>	0,5	1	1,5	2,0	2,5	3,0
<b>FTU/Kg</b>	250	500	750	1000	1250	1500
<b>Fitase – 6</b>						
<b>Frangos de corte 1 - 42 dias</b>						
<b>Média de P disponível (%)</b>	0,074	0,096	0,120	0,149	0,176	0,206
<b>Média de P digestível (%)</b>	0,065	0,084	0,106	0,131	0,154	0,184

Fonte: Adaptado pelo autor, ROSTAGNO et al. (2017)

### **8.1 Redução de fósforo disponível com o uso de fitases**

Trabalhos como de Santos et al. (2011a, 2011b) utilizando 500FTU de fitase nas fases de 1 a 7 dias obtiveram diferenças de P disponível em relação a dieta controle de 0,47% resultando em uma diminuição para 0,37% de P disponível; nas idades de 8 a 21 dias, uma redução para 0,29% de P disponível comparado com a dieta controle de 0,44% de P disponível; nas fases de 22 a 35 dias, uma diminuição para 0,26% de P disponível comparada com a dieta controle de 0,41% de P disponível; e nas fases 36 a 42 dias uma redução para 0,28% de P disponível comparada com a dieta controle de 0,38% de fósforo disponível sem afetar desempenho e mineralização óssea. Baradan et al. (2013) não encontraram diferenças de performance em dietas de crescimento (22-42 dias) contendo 2,3 (0,23%) e 1,5 g/kg (0,15%) de fósforo não-fítico com adição de 1000 FTU de fitase comparando com a dieta controle de 4g/kg (0,40%) de fósforo não fítico sem fitase. Em aves alojadas em alta temperatura ambiente, Tizziani et al. (2016) obtiveram resultados que atingiram as exigências dos animais com a inclusão de 500FTU de fitase, o que reduziu de 0,354 para 0,173% e de 0,309 para 0,156% de fósforo disponível em frangos com 22-33 e 34-42 dias de idade, respectivamente, com uma relação de Ca:P de 2,1:1.

Resultados encontrados utilizando super dosagem de fitases em trabalhos como de Lee et al. (2017), utilizaram 1500FTU de fitase, relataram que um dos parâmetros mais sensíveis nessa estratégia de utilização de enzimas, é na melhora da conversão alimentar em qualquer nível de fósforo disponível, mas mais evidente em níveis com restrição de fósforo disponível. Naves et al. (2014), encontraram um valor de 0,21% de fósforo disponível na ração com a utilização de 2.250 FTU em frangos com idade de 15 a 28 dias. Manobhavan et al. (2016) compararam as dietas com baixa inclusão de fósforo disponível (0,32% nas fases iniciais e 0,28% nas fases finais) adicionando 500 FTU de fitase, com dietas contendo os mesmos níveis de fósforo disponível e altas dosagens de fitase (2500 e 5000FTU), resultando em aumento do consumo, ganho de peso médio, melhora da digestibilidade ileal do fósforo, aumento na mineralização óssea e diminuição na excreção de fósforo.

## 9. CONCLUSÃO

Existem diversos manuais disponíveis para que possamos realizar formulações de rações com os níveis adequados de fósforo na dieta. Devido ao rápido desenvolvimento genético dos frangos dificilmente um manual estará dentro das exigências desses animais por muito tempo, onde há a cada ano uma mudança quanto à genética e desempenho das aves, fazendo-as requerer diferentes quantidades de nutrientes. Para isso os manuais devem estar atualizados com as publicações científicas dos experimentos realizados em laboratórios de pesquisas, para adequarem-se ao rápido processo de mudança dos frangos de corte.

Observamos que as exigências presentes nos manuais com quais trabalhamos podem ser diminuídas principalmente nas fases finais dos frangos, onde encontramos a maioria das discrepâncias de exigência entre eles. De acordo com algumas pesquisas referenciadas nesse trabalho, podemos diminuir a inclusão de fósforo nas dietas, encontrando valores menores de exigências que não afetam a saúde dos animais.

O principal papel da inclusão de fitase é diminuir a utilização de fósforo inorgânico nas rações, pois esta enzima atua na descomplexação do fitato presente nos ingredientes de origem vegetal. O ácido fítico, por sua vez possui altos níveis de fósforo (60-82%) (RAVINDRAN et al. 1994, quando descomplexado pela fitase libera o fósforo para que seja absorvido pelas aves ao invés de ser excretado. A partir da realização dessa prática as exigências de fósforo das aves são atingidas com uma redução das necessidades de inclusão de fósforo de origem rochosa, resultando na diminuição da intervenção humana na natureza com fins de obtenção deste mineral para a nutrição animal.

## 10. REFERÊNCIAS

- ADEOLA et al. *Proceedings of the 1st International Phytase Summit*, p.39, 2010.
- B.FHARLAND; G. NARULA; *Food phytate and its hydrolysis products*. Nutrition Research, Volume 19, páginas 947-961, Outubro 1999.
- BAR et al. *Calcium transport in strongly calcifying laying birds: Mechanisms and regulation* Comparative Biochemistry and Physiology Volume 152, páginas 447-469, Novembro 2009.
- BAR et al. *Modulation of chick intestinal and renal calbindin gene expression. by dietary vitamin D, 1,25\_dihydroxyvitamin D, calcium and phosphorus*, Molecular and Cellular Endocrinology, Volume 12, páginas 23-31, Julho 1990.
- BARADARAN et al. *Effects of high non-phytate phosphorus starter diet on subsequent growth performance and carcass characteristics of broiler chickens* Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, Volume 98, páginas 643–650, Agosto 2013.
- BEDFORD, M. R. *Exogenous enzymes in monogastric nutrition – their current value and future benefits*. Animal Feed Science and Technology, Volume 86, páginas 1-13, 2000.
- BERTECHINI, Antonio Gilberto Bertechini, Nutrição de monogástricos, Lavras-SC, editor UFLA, Agosto 2012
- BLAHOS et al. *Effect of low calcium and low phosphorus diets on duodenal and ileal absorption of phosphate in chick*. Endocrinologia Experimentalis, Volume 21, páginas, 59-64, Março 1987.
- CATALAN et al. *Phytate-Phosphorus and Phytase contents on the relative weight of organs, intestinal morphometry and performace of broilers*. Ciência Rural, Santa Maria, Volume 46, Volume 10, página 1858-1864, Outubro 2016.
- CENTENO et al. *Dietary calcium deficiency increases Ca<sup>2+</sup> uptake and Ca<sup>2+</sup> extrusion mechanisms in chick enterocytes*. Comparative Biochemistry and Physiology, [Part A] 139 página 133–141, Dezembro 2004.
- COBB, Suplemento de nutrição e desempenho do frango de corte Cobb500, 2015.

- D V SCHOLEY, N K MORGAN, A RIEMENSPERGER, R HARDY, E J BURTON; *Effect of supplementation of phytase to diets low in inorganic phosphorus on growth performance and mineralization of broilers*, Poultry Science, Volume 97, , Páginas 2435–2440, Julho 2018.
- D. CORDELL et al. *The story of phosphorus: Global food security and food for thought*. Global Environmental Change, Volume 19, página 292–305, Outubro 2009.
- D. W. SCHINDLER et al. *Evolution of Phosphorus Limitation in Lakes*, Science Volume 195, Numero 4275, Janeiro 1977.
- DELUCA et al. *History of the discovery of vitamin D and its active metabolites*, Bonekey Reports Volume 3, Página 479, Janeiro 2014.
- DHANDU AS; ANGEL R. *Broiler Nonphytin Phosphorus Requirement in the Finisher and Withdrawal Phases of a Commercial Four-Phase Feeding System* Poultry Science Volume 82, Páginas 1257–1265, Agosto 2003
- E. DELEZIE, K. BIERMAN, L. NOLLET, L. MAERTENS; *Impacts of calcium and phosphorus concentration, their ratio, and phytase supplementation level on growth performance, foot pad lesions, and hock burn of broiler chickens*, The Journal of Applied Poultry Research, Volume 24, Pages 115–126, Junho 2015.
- E. DELEZIE, L. MAERTENS, G. HUYGHEBAERT; *Consequences of phosphorus interactions with calcium, phytase, and cholecalciferol on zootechnical performance and mineral retention in broiler chickens*, Poultry Science, Volume 91, Páginas 2523–2531, Outubro 2012.
- E. N. M. TEIXEIRA et al. *Suplementação da fitase em rações com diferentes níveis de fósforo disponível para frangos de corte*, Revista Ciência Agronômica Volume 44, número 2, páginas 390-397, Junho 2013.
- EDUARDO MACHADO COSTA LIMA, Lima Eduardo, *Equivalência de fósforo usando um estudo de meta-análise e transcriptômica em frangos de corte alimentados com fitase*, 94 folhas, Tese de Doutorado em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, 2016.
- ENGELLEN et al. *Simple and rapid determination of phytase activity*. Journal of AOAC international, Volume 77, Páginas 760-764, Junho 1994.

F.GUNTHER et al. *Hampered effluent accumulation process: Phosphorus management and societal structure*. Ecological Economics, Volume 21, Páginas 159-174, Maio 1997.

GEHRING et al. *Extra-phosphoric effects of phytase with and without xylanase in corn-soybean meal-based diets fed to broilers*, Poultry Science, Volume 92, Página 979–991, Abril 2013.

GOMIDE et al. *Rações com níveis reduzidos de proteína bruta, cálcio e fósforo com fitase e aminoácidos para frangos de corte*, Revista Brasileira de Zootecnia, Volume 40, Página 2405-2414, 2011.

IHS CHEMICAL *Animal Feeds: Phosphate Supplements*, Chemical Economics Handbook, February, 2016.

IPS. *Proceedings of the 1st International Phytase Summit*, Setembro 2010

J. HOWLAND et al. *Factors concerned in the calcification of bone* Tractates of the American Pediatric Society, Volume 34, Páginas 204-208, 1922.

J. L. SNOW, D. H. BAKER, C. M. PARSONS; *Phytase, Citric Acid, and 1 $\alpha$ -Hydroxycholecalciferol Improve Phytate Phosphorus Utilization in Chicks Fed a Corn-Soybean Meal Diet*, Poultry Science, Volume 83, Páginas 1187–1192, Julho 2004.

J. M. MCNAB et al. *Poultry Feedstuffs: Supply, Composition, and Nutritive Value*, volume 26, 2002.

J. T. SKINNER, M. H. ADAMS, S. E. WATKINS, P. W. WALDROUP; *Effect of Calcium and Nonphytate Phosphorus Levels Fed During 42 to 56 Days of Age on Performance and Bone Strength of Male Broilers*, The Journal of Applied Poultry Research, Volume 1, Páginas 167–171, Julho 1992.

JULIAN et al. *Right Ventricular Failure and Ascites in Broiler Chickens Caused by Phosphorus-Deficient Diets*, Avian Diseases, volume 30, Páginas 453-459, Setembro 1986.

KARIMI et al. *Assessment of potential enhancing effects of a carbohydrase mixture on phytase efficacy in male broiler chicks fed phosphorus-deficient diets from 1 to 18 days of age*, Poultry Science, Volume 92, Páginas 192–198, Janeiro 2013.



KORNEGAY, et al. *Nutrient management of food animals to enhance and protect the environment*. Lewis Publishers, Maio 1996.

LALPANMAWIA et al. *Efficacy of phytase on growth performance, nutrient utilization and bone mineralization in broiler chicken* *Animal Feed Science and Technology*, Volume 192, Páginas 81-89, Junho 2014.

LAURENTIZ et al. Desempenho, composição da cama, das tíbias, do fígado e das excretas de frangos de corte alimentados com rações contendo fitase e baixos níveis de fósforo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, volume 38, número 10, página 1938-1947, 2009

LEE et al. *Effect of phytase superdosing, myo-inositol and available phosphorus concentrations on performance and bone mineralisation in broilers*, *Animal Nutrition* 3 p.247 – 251, Setembro 2017.

LEI et al. *Phytase, a New Life for an “Old” Enzyme*, *Annual Reviews Animal Bioscience* Volume 1, páginas,1.1–1.27, Janeiro 2013.

LI et al. *Phosphorus Bioavailability: A Key Aspect for Conserving this Critical Animal Feed Resource with Reference to Broiler Nutrition*, *Agriculture*, Volume 6, Página 25, Maio 2016

LIU et al. *Dietary non-phytate phosphorus requirement of broilers fed a conventional corn-soybean meal diet from 1 to 21 d of age*, *Poultry Science*, Páginas1–9, Janeiro 2016.

LOLAS et al. *The phytic acid-total phosphorus relationship in barley, oats, soybean and wheat*. *Cereal chemistry*, Volume 53, Páginas 867-871, 1976.

M. E. NAIRN A. R. A; WATSON M.R.C.V.S. et al. *Leg weakness of poultry - a clinical and pathological characterisation*, *Australian Veterinary Journal*, Volume 48, Dezembro 1972.

M. K. MANANGI, C. N. COON; *Phytate Phosphorus Hydrolysis in Broilers in Response to Dietary Phytase, Calcium, and Phosphorus Concentrations*, *Poultry Science*, Volume 87, Páginas 1577–1586, Agosto 2008.

M.I. ANJUM et al. *Effect of Supplementing Microbial Phytase on Broiler Chicks Fed Low Di-calcium Phosphate Diets*, *Pakistan Journal of Zoology*, Volume 50, Páginas 347-351, 2018.

MANOBHAVAN et al. *Effect of super dosing of phytase on growth performance, ileal digestibility and bone characteristics in broilers fed corn–soya-based diets* Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, Volume 100, Páginas 93–100, Abril 2016

MONIKA PROSZKOWIEC-WEGLARZ, ROSELINA ANGEL; *Calcium and phosphorus metabolism in broilers: Effect of homeostatic mechanism on calcium and phosphorus digestibility*, The Journal of Applied Poultry Research, Volume 22, Pages 609–627, Outubro 2013.

MORRISSEY et al. *Calcium absorption and calcium-binding protein in chicks on differing calcium and phosphorus intakes*, journal of physiology, Volume 220, páginas 1509-1515, Maio 1971.

MUTUCUMARANA et al. *Measurement of true ileal digestibility and total tract retention of phosphorus in corn and canola meal for broiler chickens*, Poultry Science Volume 93, Páginas 412–419, Fevereiro 2014.

N.M. TAMIM, R. ANGEL, M. CHRISTMAN; *Influence of dietary calcium and phytase on phytate phosphorus hydrolysis in broiler chickens*, Poultry Science, Volume 83, Páginas 1358–1367, August 2004

NRC *Nutrient Requirements of Poultry: Ninth Revised Edition*, Nacional Research Council, 1994.

O. A. OLUKOSI; F. FRU-NJI. *The interplay of dietary nutrient specification and varying calcium to total phosphorus ratio on efficacy of a bacterial phytase: Growth performance and tibia mineralization*, Poultry Science, Volume 93, Páginas 3037–3043, Dezembro 2014.

O. N. MASSENGALE; *The Effect of Feeding Rachitic Diets, Containing Different Ratios of Calcium to Phosphorus on the Calcium and Inorganic Phosphorus of the Blood Serum of Chicks*, Poultry Science, Volume 8, Páginas 335–343, Agosto 1929.

PESTI, Gene M Pesti, *Poultry Nutrition and Feeding*, Georgia US, Editora Athens Ga, 2005.

R. ANGEL, W. W. SAYLOR, A. D. MITCHELL, W. POWERS, T. J. APPLGATE; *Effect of dietary phosphorus, phytase, and 25-hydroxycholecalciferol on broiler chicken*

*bone mineralization, litter phosphorus, and processing yields*, Poultry Science, Volume 85, Issue 7, Página 1200–1211, July 2006

R. LÁZARO et al. *Necesidades nutricionales para avicultura: Pollos de carne y aves de puesta*, normas FEDNA, 2008

RAVINDRAN, V.; RAVINDRAN, G.; SILVALOGAN, S. *Total and phytate phosphorus contents of various foods and feedstuffs of plant origin*. Food Chemistry, Volume 50, Páginas 133-136, Agosto 1994.

ROBERT JOHN EVANS, J. S. CARVER; *The Toe Ash as a Measure of Calcification in Chicks*, Poultry Science, Volume 23, Pages 351–352, July 1944

RODRIGUES, P.B.; ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T.; LIMA, R.R.; NAVES, L.P.; SILVA, L.F. Desempenho e equivalência de fósforo para frangos de corte de 8 a 21 dias recebendo rações com fitase. Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, Volume 49. Anais Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2012.

ROSS, Especificações nutricionais ROSS 308 AP (AP95), 2017.

ROSTAGNO et al. Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos, 4º edição, 2017

RUTHERFURD et al. *Effect of Microbial Phytase on Ileal Digestibility of Phytate Phosphorus, Total Phosphorus, and Amino Acids in a Low-Phosphorus Diet for Broilers*, Poultry Science, Volume 83, Páginas 61–68, Janeiro 2004.

S. POWELL, T. D. BIDNER, L. L. SOUTHERN; *Phytase supplementation improved growth performance and bone characteristics in broilers fed varying levels of dietary calcium*, Poultry Science, Volume 90, Páginas 604–608, Março 2011.

SAKOMURA, Nilva Kazue Sakomura, *Nutrição de não ruminantes*, editora FUNEP 2014.

SANTOS et al. Níveis de cálcio e fósforo disponível em rações com fitase para frangos de corte nas fases pré-inicial e inicial, Revista Brasileira Zootecnia, Volume 40, Páginas 2476-2485, 2011a.

SANTOS et al. Níveis de fósforo disponível e cálcio em rações suplementadas com fitase para frangos de corte nas fases de crescimento e final, Revista Brasileira Zootecnia, Volume 40, Páginas 2486-2495, 2011b.

SELLE et al. *Phytate and phytase: consequences for protein utilisation*, Nutrition Research Reviews, Volume 13, Páginas 255 – 278, Dezembro 2000.

SHARPLEY et al. *Managing agricultural phosphorus for protection of surface waters: Issues and options*, Journal of Environment Quality, Volume 23, Páginas 437-451, Maio 1994.

SILVA et al. Níveis de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte, na fase de 14 a 21 dias de idade: Valores energéticos e digestibilidade de nutrientes Revista Brasileira de Zootecnia, Volume 37, Páginas 469-477, 2008.

SILVA et al. Redução de proteína e fósforo em dietas com fitase para frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade, Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia, Volume 64, Páginas 127-136, 2012.

SILVA et al. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama Revista Brasileira de Zootecnia, Volume 35, Páginas 840-848, 2006.

SMIL et al. *Phosphorus in the environment: natural flows and human interferences* Energy Environment, Volume 25, Páginas 53–88, 2000.

SP JOG et al. *Alkaline phytase from lily pollen: Investigation of biochemical properties*, Archives of Biochemistry and Biophysics, Volume 440, Páginas 133–140, Agosto 2005.

SUTTLE, Neville Suttle. *Mineral Nutrition of Livestock, 4th Edition*, 2010

T. G. PARMER, L. B. CAREW, F. A. ALSTER, C. G. SCANES; *Thyroid Function, Growth Hormone, and Organ Growth in Broilers Deficient in Phosphorus*, Poultry Science, Volume 66, Páginas 1995–2004, December 1987.

THOMPSON, D.B.; ERDMAN, JR., J.W. *Phytic Acid Determination in Soybeans*. Journal of Food Science, Volume 47, Páginas 513-517, Março 1982.

TIZZIANI et al. *Available phosphorus levels in diets supplemented with phytase for male broilers aged 22 to 42 days kept in a high-temperature environment*, Revista Brasileira de Zootecnia, Volume 45, Páginas 48-55, 2016.

TODD J. APPLGATE, ROSELINA ANGEL; *Nutrient requirements of poultry publication: History and need for an update*, The Journal of Applied Poultry Research, Volume 23, Páginas 567–575, Setembro 2014

VITTI et al. dorina m.s.s. *Phosphorus and calcium utilization and requirements in farm animals*, 2010.

VOGEL, Andreas Vogel, *Purple acid phosphate*, Handbook of Metalloproteins, Abril 2006.

WALDROUP et al. *Nonphytate Phosphorus Requirement and Phosphorus Excretion of Broiler Chicks Fed Diets Composed of Normal or High Available Phosphate Corn with and Without Microbial Phytase*, Poultry Science, Volume 79, Páginas 1451–1459, Outubro 2000.

WALDROUP, *Nutritional Approaches to Reducing Phosphorus Excretion by Poultry* Poultry Science, Volume 78, Páginas 683–691, Maio 1999.

WEEKS, *The discovery of the elements. xxi. supplementary note on the discovery of phosphorus* Journal of Chemical Education, Volume 10, Página 302, 1933,

WILKINSON et al. *Effect of dietary nonphytate phosphorus and calcium concentration on calcium appetite of broiler chicks* Poultry Science, Volume 93, Páginas 1695–1703, Julho 2014.

XAVIÈRE ROUSSEAU, ANNE-SOPHIE VALABLE, MARIE-PIERRE LÉTOURNEAU-MONTMINY, NATHALIE MÊME, ESTELLE GODET, MICHEL MAGNIN, YVES NYS, MICHEL J. DUCLOS, AGNÈS NARCY; *Adaptive response of broilers to dietary phosphorus and calcium restrictions*, Poultry Science, Volume 95, Páginas 2849–2860, Dezembro 2016.

YAN et al. *Evaluation of the Broiler's Ability to Adapt to an Early Moderate Deficiency of Phosphorus and Calcium*, Poultry Science, Volume 84, Páginas 1232–1241, Agosto 2005.