

Aline Fernandes de Batista

**Fitase em dietas para frangos de corte – melhor
desempenho e sustentabilidade para a produção animal**

**Araçatuba
2014**



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Araçatuba

Fitase em dietas para frangos de corte – melhor desempenho e sustentabilidade para a produção animal

Trabalho Científico apresentado como parte do Trabalho de Conclusão de Curso à Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, campus de Araçatuba, para obtenção do grau de Médico Veterinário.

Aluno: Aline Fernandes de Batista

Supervisor: Manoel Garcia Neto

**Araçatuba
2014**

ENCAMINHAMENTO

Encaminhamos o presente Trabalho Científico, como parte do Trabalho de Conclusão de Curso, para que o Conselho de Estágios Curriculares tome as providências cabíveis.

Aline Fernandes de Batista

Manoel Garcia Neto

ARAÇATUBA
Novembro de 2014

AGRADECIMENTOS

Serei eternamente grata à toda minha família e amigos, aos meus pais Almir e Rosângela, por me apoiarem durante toda minha caminhada em busca de conhecimento. Minhas avós Maria Helena e Neide, por sempre me inspirar e me socorrer nos momentos difíceis. Agradeço minhas irmãs, Andréa e Amanda, por todos os bons momentos que passamos e iremos passar juntas. Agradecimentos imensuráveis para o meu namorado e conselheiro, Wagner, que sempre me ajudou em todas as coisas nas quais precisei, desde as mais simples até as mais difíceis. Agradeço a família do meu namorado por me acolher de braços abertos a qualquer momento que eu precisar. Minha gratidão a todos os professores do curso de Medicina Veterinária da Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', do Campus de Araçatuba, em especial ao meu orientador Prof. Manoel Garcia Neto, pela atenção, ajuda e orientação durante minha jornada acadêmica. Agradeço muito aos professores José Lúcio e Karla, e a toda equipe de professores do COC por transmitir conhecimento de uma forma inteligente, criativa e divertida, proporcionando a chance de tornar meu sonho de ingressar em uma instituição de ensino superior de qualidade em uma realidade atual e feliz. Um agradecimento especial à minha supervisora de estágio, Luana, e aos colegas de trabalho Heloísa, Tiago, Isabel, Armínia. Meus agradecimentos ao gerente Marcelo P. Barbosa, aos supervisores e extensionistas dos setores que visitei durante o estágio, e à todos os amigos que fiz na BRF S. A., que direta ou indiretamente, contribuíram para esclarecer dúvidas e foram prestativos para me ajudar em diferentes situações dentro da empresa.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
1 - INTRODUÇÃO	1
2 – MATERIAL E MÉTODOS.....	2
3 – DISCUSSÃO E RESULTADOS	6
3.1 - ÁCIDO FÍTICO	6
3.1.1 – Terminologia.....	6
3.1.2 - Estrutura.....	7
4 – INFLUÊNCIAS DO ÁCIDO FÍTICO	8
4.1 – CONSEQUÊNCIAS NA UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES	8
4.2 – CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS	8
5 – FITASE	10
5.1 – FONTES DE FITASE	10
5.2 – SÍTIO DE ATIVIDADE DA FITASE	11
5.3 – HIDRÓLISE DA MOLÉCULA DE ÁCIDO FÍTICO.....	11
5.4 – FATORES QUE AFETAM A HIDRÓLISE DE ÁCIDO FÍTICO	12
6 – INFLUÊNCIAS DA FITASE EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE	13
6.1 – INFLUÊNCIA DA FITASE NA DIGESTIBILIDADE DE PROTEÍNAS E AMINOÁCIDOS.....	14
6.2 – INFLUÊNCIA DA FITASE NA DIGESTIBILIDADE E APROVEITAMENTO DA ENERGIA.....	15
7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	15
8 - REFERÊNCIAS.....	16

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso é composto por uma revisão bibliográfica sobre a fitase e um relatório sobre o estágio supervisionado realizado na BRF S. A. em Rio Verde/GO. A busca por medidas de sustentabilidade, e a preocupação das indústrias e granjas avícolas com o meio ambiente ligadas ao fator econômico torna a utilização da fitase cada vez mais difundida entre a avicultura moderna. O uso da suplementação enzimática com fitase nas dietas dos frangos de corte diminui a necessidade de utilizar fontes inorgânicas de fósforo, reduzindo os custos com a produção das rações. A fitase também beneficia as aves com uma maior biodisponibilidade de macro e micronutrientes, por hidrolisar o ácido fítico. A utilização da fitase pode ser um adjuvante nas dietas para frangos de corte em diferentes fases de criação, melhorando índices zootécnicos e contribuindo para a redução da poluição ambiental por reduzir elementos como o fósforo e o nitrogênio das excretas das aves.

Palavras chave: ácido fítico, enzimas, fósforo, suplementação, avicultura, nutrição

1 - INTRODUÇÃO

A avicultura vem recebendo aprimoramentos em relação às suas atividades de manejo sanitário e nutricional, e inúmeras pesquisas tem sido realizadas para o melhoramento genético das aves. Porém, para que as linhagens de frango de corte possam expressar seu potencial produtivo, é necessária a adequação das instalações, e cumprir as exigências nutricionais das aves, com o fornecimento apropriado de nutrientes nas rações (RUNHO et al., 2001).

O fornecimento de ração para os frangos de corte responde por 70% dos custos de toda produção, sendo uma das causas que mais onera para uma granja avícola. Os principais nutrientes, que mais oneram na fabricação das rações, são a energia e a proteína (em especial com a compra de aminoácidos sulfurados e lisina). Entre os minerais, o fósforo é responsável por 2% a 3% dos custos totais de uma ração (SCHOULTEN et al. , 2003).

O fósforo presente nos grãos e cereais da ração encontra-se na forma de ácido fítico, com aproximadamente 28,2% de fósforo. Porém, as aves não conseguem aproveitar esse fósforo, pois elas não tem a enzima fitase, que é necessária para metabolizar e liberar o fósforo do ácido fítico, para que esse mineral seja assimilado pelo organismo (SILVA et al., 2008).

Para reverter a deficiência de fósforo na dieta, e atingir as necessidades nutricionais das aves, as rações são formuladas com adição de vitaminas e suplementação mineral, com fontes orgânicas de fósforo (farinha de carne e osso), e inorgânica (fosfato bicálcico). Os fosfatos são responsáveis pela despesa de quase 50% dos gastos com a suplementação das dietas (PIZZOLANTE; TEIXEIRA; SANTOS, 2002).

Segundo Ferket (1993) aproximadamente 70% do fósforo (P) contido nos cereais está na forma de fitato (inositol hexafosfato), uma forma química de baixa disponibilidade biológica para aves, a qual além de deixar indisponível o P, quelata cátions bivalentes (Ca^{2+} , Fe^{+2} , Mg^{2+} , Zn^{2+} e Cu^{2+}), reduzindo a

digestibilidade da proteína e energia, aumentando assim a excreção de minerais e nitrogênio no ambiente.

Pela incapacidade das aves em metabolizar o fósforo fítico, os resíduos que são eliminados pelas excretas são fontes altamente poluidoras para o meio ambiente, pois podem contaminar o solo e a água através dos processos de lixiviação e de eutrofização, causando sérios danos ambientais, como por exemplo, a morte de peixes por causa do crescimento excessivo de algas, em decorrência da eutrofização (LELIS, 2009).

Um dos maiores desafios da atualidade para a criação e produção animal é alcançar e praticar medidas para diminuir os impactos ambientais (VALLE, 2010). De acordo com o IBGE (2011), o Brasil abate cerca de 4,8 bilhões de unidades de frango por ano, e sabendo que cada ave produz em média 2,5 kg de cama de frango (em base de matéria natural), estima-se que são gerados cerca de 12 bilhões de toneladas de cama de frango.

Vários pesquisadores realizaram experimentos para otimizar a qualidade das dietas para frangos de corte, visando a melhoria da digestibilidade e eficiência dos ingredientes utilizados na ração, e consequente diminuição de excreção de resíduos poluidores através das excretas das aves. A utilização de enzimas exógenas (fitase, xilanase, etc.), a redução da proteína bruta (PB), e a diminuição do fósforo disponível, são exemplos das inovações na área da nutrição animal, agregando benefícios econômicos e promovendo a sustentabilidade para a avicultura (SILVA et al., 2008).

2 – MATERIAL E MÉTODOS

Com o objetivo de avaliar a eficiência e os benefícios da utilização de fitase como suplementação enzimática nas dietas para frangos de corte, foi realizada uma revisão bibliográfica na literatura acadêmica, através de artigos, publicações e dissertações de relevância para a elaboração da presente revisão.

A literatura consultada foi obtida através de livros, revistas, e sites de busca de artigos acadêmicos e científicos. Os termos fitase e enzimas foram

empregados para a procura das publicações nos sites da Scielo – Scientific Electronic Library Online, da PubVet e da PubMed.

Entre os artigos encontrados, foram excluídos os que se referiam a suinocultura de um modo geral, e os que citavam outras enzimas nas rações. Foram considerados para a revisão bibliográfica apenas os artigos com afinidade na avicultura, preferencialmente, relatando o uso de fitase em dietas para frangos de corte.

Em algumas etapas da elaboração da presente revisão foi necessária a pesquisa e tradução de alguns artigos nos idiomas inglês e espanhol, porém, preferencialmente foram utilizadas publicações no idioma português.

Para realizar a formulação de uma dieta para frangos de corte, com a inclusão da fitase, foi utilizado o PPFR (Programa Prático de Formulação de Ração), desenvolvido e criado pelo professor Manoel Garcia Neto. A versão utilizada para verificar as variações de preço na produção das dietas foi a versão não linear, visando lucro máximo. Sendo assim, as formulações foram realizadas com o objetivo de atingir o valor ótimo, visando-se chegar ao valor ótimo global (Figura 1).

Verificou-se que a adição de fitase na dieta para frangos de corte influenciou o custo final para a produção da ração (Tabela 1), gerando redução do custo, variando conforme o valor comercial da enzima, diferindo entre os laboratórios e empresas fornecedoras de ração e suplementos para a nutrição animal. A fitase também pode ser encontrada em várias apresentações no comércio (500 FTU/kg, 750 FTU/kg, 1000 FTU/kg, 5000 FTU/kg). e a escolha de determinada marca e sua forma (líquida ou sólida) podem interferir no resultado final. Outros fatores que também influenciam no preço final da ração são os valores dos ingredientes (dependendo da região geográfica e abundância do produto), a cotação do preço do frango e a idade do animal. Os custos para a formulação também foram verificados pelo relatório de sensibilidade, relatório de respostas e relatório de limites, disponível nas ferramentas do Programa PPFR (Figura 2).

Foi observado que a retirada da fitase da formulação da ração, fez o programa escolher outro ingrediente para realizar a formulação final da dieta. No exemplo demonstrado, foi observada a adição de fosfato bicálcico.

FRANGOS DE CORTE MACHOS DE DESEMPENHO MÉDIO PRÉ-INITIAL		
INGREDIENTES NA RAÇÃO (KG)	COM FITASE	SEM FITASE
Milho	559,266	524,774
Soja Farelo	379,353	363,664
Milho Far. Glúten	23,591	44,555
Óleo de soja	--	19,234
Calcário calcítico	11,573	11,286
Fosfato bicálcico	9,282	19,234
Sal comum	5,063	5,083
L - Lisina	2,601	3,160
Premix minerais pré - inicial	1,563	1,563
Premix vitaminas	4,167	4,167
DL Metionina	2,973	2,854
L - Treonina	0,529	0,549
Fitase	0,040	--
CUSTO (R\$)/100KG	74,34	78,15

Fonte: PPFR - Programa Prático para Formulação de Ração, 2014

Tabela 1. Simulação de formulação de 1000kg de ração avaliando a presença da fitase e o custo final da ração (custo/100kg)

PPFR p/ Frangos de Corte Custo/100kg = R\$ 78,15

Identificação da ração: Frangos de Corte Machos de Desempenho Médio / Pré- Inicial Dias de Idade*1 a 7

SOLVER

MENU

Ingredientes

Nutrientes

Gráficos

Ficha de mistura

Especificação da ração

Níveis de inclusão

Ingrediente	Custo R\$/kg	Min. %	Quantidade %	Máx. %	Nutriente	Exigência	Fornecido	Máximo	Unidade
Inerte			100,00		Energia Met. Aves	2950,0	2950,0	10000	kcal/kg
Milho (7,8%)	0,43	52,48	100,00		Proteína Bruta (PB)	22,20	22,81	100	%
Milho Far. Glúten (8%)	1,35	4,48	100,00		Calcio	0,32	1,08	100	%
Óleo de Soja	1,00	1,91	100,00		P Disponível	0,47	0,47	100	%
Soja Farelo (8%)	0,95	36,37	100,00		Relação Ca:P disponível	2,13	2,13	100	%
Fosfato Bicálcico	1,27	1,92	100,00		Potássio	0,58	0,82	100	%
Sal Comum	0,15	0,51	100,00		Sódio	0,22	0,27	100	%
Agente Anticoccid.	3,40		100,00						
Antibiótico	10,00		100,00						
Cl. de Colina - 70%	3,30		100,00						
L.Lisina HCl	10,00	0,32	100,00						
Premix Mineral Inicial	2,50		100,00						
Premix Vitaminas	4,00	0,42	100,00						
Farelo de Outras	1,00		100,00						
DL Metionina	10,00	0,29	100,00						
Carna e Ossos Far. (4%)	1,00		100,00						
L. Treonina	10,00	0,05	100,00						
Calcário Calcítico	0,14	1,13	100,00						
Polvo Farelo (5%)	1,50		100,00						
L. Triptofano	15,00		100,00						
Elicac. sódico/NaHCO3	3,20		100,00						
Cloreto de K HCl	14,00		100,00						
Sulfato de Potássio K2SO4	4,00		100,00						
Cloreto de Ca CaCl2	18,00		100,00						
Premix Mineral Crescimento	3,00		100,00						
Premix Mineral Retração	2,00		100,00						
Suplemento Carotenóide Yellow (4%)	200,00		100,00						
Suplemento Carotenóide Red (10%)	150,00		100,00						
Sono/Raben Tachin.	0,01		100,00						

PPFR

O Solver encontrou uma solução: Todas as restrições e condições otimizadas foram atendidas. Solver found a solution. All constraints and optimality conditions are satisfied.

OK

Leucina Dig. 1,40 1,62 100 %

Histidina Dig. 0,49 0,57 100 %

Fenilalanina Dig. 0,83 1,14 100 %

Fenilalanina + Treonina Dig. 1,51 1,97 100 %

Lisina Total 1,44 1,42 100 %

Metionina Total 0,55 0,64 100 %

Metionina + Cistina Total 1,04 1,03 100 %

Treonina Total 0,98 0,96 100 %

Triptofano Total 0,25 0,27 100 %

Arginina Total 1,52 1,50 100 %

Cistina + Carnosina Total 2,57 2,30 100 %

Figura 1. PPFR – Programa Prático para Formulação de Ração. Disponível em <http://www.fmva.unesp.br/ppfr>

Microsoft Excel 14.0 Relatório de Sensibilidade
 Planilha: [PPFRFrango PNL Custo Mínimo.xls]Formular
 Relatório Criado: 29/06/2014 22:29:49

Formular

Células Variáveis

Célula	Nome	Final Valor	Reduzido Gradiente
\$E\$8	Inerte %	0	0
\$E\$9	Milho (7,88%) %	52,47744511	0
\$E\$10	Milho Far. Glúten (60%) %	4,45549612	0
\$E\$11	Óleo de Soja %	1,911181546	0
\$E\$12	Soja Farelo (45%) %	36,36635204	0
\$E\$13	Fosfato Bicalcico %	1,923428437	0
\$E\$14	Sal Comum %	0,5082763	0
\$E\$15	Agente Anticoccid. %	0	0
\$E\$16	Antibiótico %	0	0
\$E\$17	Cl. de Colina - 70% %	0	0
\$E\$18	L-Lisina HCl %	0,315953497	0
\$E\$19	Premix Minerais Inicial %	0	0
\$E\$20	Premix Vitaminas %	0,416666667	0
\$E\$21	Farinha de Ostras %	0	0
\$E\$22	DL-Metionina %	0,285444765	0
\$E\$23	Carne e Ossos Far. (41%) %	0	0
\$E\$24	L- Treonina %	0,054855908	0
\$E\$25	Calcário Calcítico %	1,128649617	0
\$E\$26	Peixe Fariha (61%) %	0	0
\$E\$27	L-Triptofano %	0	0
\$E\$28	Bicar. sódioNaHCO3 %	0	0
\$E\$29	Cloreto de K KCl %	0	0
\$E\$30	Sulfato de Potássio K2SO4 %	0	0
\$E\$31	Cloreto de Ca CaCl2 %	0	0
\$E\$32	Premix Minerais Crescimento %	0	0
\$E\$33	Premix Minerais Retirada %	0	0
\$E\$34	Suplemento Carotenóide Yellow (4%) %	0	0
\$E\$35	Suplemento Carotenóide Red (10%) %	0	0
\$E\$36	Sorgo Baixo Tanino %	0	0
\$E\$37	RONOZYME HiPhos (M) - Broilers / 50000 FYT/g %	0	0
\$E\$38	Premix Minerais Pré-Inicial %	0,15625	0
\$E\$39	Fitase (5000 FTU/g) %	0	0
\$E\$40		0	0

Figura 2. Relatório de sensibilidade. Fonte: PPFR. Disponível em <http://www.fmva.unesp.br/ppfr>

3 – DISCUSSÃO E RESULTADOS

3.1 - ÁCIDO FÍTICO

As plantas utilizam minerais para o seu crescimento e amadurecimento, uma das formas de armazenamento do fósforo é através da integração do mesmo com a molécula de ácido fítico (nome químico: mio-inositol hexafosfato) (DE CARLI et al., 2006).

3.1.1 – Terminologia

Na nomenclatura, além da denominação de ácido fítico, também se utiliza os termos 1,2,3,4,5,6-hexaquis (dihidrogênio) fostato mio-inositol, fitato, fitina, fitin, e fósforo fítico (P fit.). O termo fitato é utilizado para a forma de sal livre, resultante da quebra da molécula (CRUZ, 2013; QUIRRENBACH et al., 2009).

O termo mio-inositol ou ácido fítico é empregado para a forma livre do anel aromático do fitato, sem os grupamentos fosfato (PO_4^{3-}); já a fitina refere-se especificamente ao complexo de mio-inositol hexafosfato com potássio, magnésio e cálcio, tal como ocorre nas plantas (SELLE e RAVINDRAN, 2007)(Figura 3).

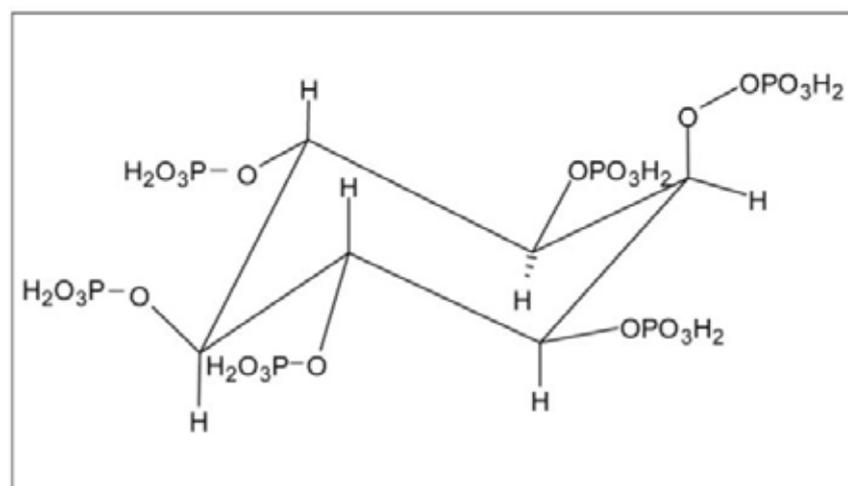


Figura 3 – Estrutura do Ácido fítico Fonte: internet, domínio público.

3.1.2 - Estrutura

O ácido fítico é uma forma orgânica de obtenção de fósforo, sendo constituído de 6 moléculas de fósforo (P) e uma molécula de mio inositol (C₆H₁₈O₂₄P₆). Os fitatos são sais (contendo fósforo) derivados do ácido fítico. Durante a digestão dos grãos e sementes, os fitatos são parcialmente desfosforilados, já que as aves, assim como outros monogástricos, não possuem enzimas para digerir essa molécula.(LELIS et al., 2009)

Conforme Benevides et al. (2011), no processo de fermentação e digestão de sementes, uma pequena porção do ácido fítico (IP₆, ou hexafosfato de mio inositol) é fosforilada, resultando em estruturas que tem propriedades anti-nutricionais, tais como o monofosfato (IP₁), inositol difosfato (IP₂), trifosfato (IP₃), tetrafosfato (IP₄) e penta-fosfato (IP₅).

A quantidade e os compostos nutricionais que sofrem ação negativa para a biodisponibilidade intestinal são dependentes do nível de fosforilação alcançado na molécula de ácido fítico. O penta-fosfato (IP₅) possui ação negativa para a biodisponibilidade de nutrientes durante o processo de digestão, pois forma complexos de ligações com minerais, como o cálcio (Ca), zinco (Zn), magnésio (Mg), ferro (Fe), cobre (Cu), dando origem a precipitados minerais que não são absorvidos pelo organismo (BENEVIDES et al., 2011).

Diversos autores (COUSINS, 1999; DE CARLI et al., 2006; CONTE et al., 2003; TEJEDOR et al., 2001; LAURENTIZ et al., 2007; SILVA et al., 2008) intitulam a molécula de ácido fítico como um fator anti – nutricional, pois, dependendo do pH em que ela se encontra, ela forma precipitados com alguns minerais, além de outros compostos, também formando complexos com proteínas, enzimas e cátions. Conseqüentemente, essas formações de quelantes não são aproveitadas e absorvidas pelo organismo animal, sendo assim, os nutrientes são eliminados nas fezes e urina (FUKAYAMA et al., 2008).

4 – INFLUÊNCIAS DO ÁCIDO FÍTICO

4.1 – CONSEQUÊNCIAS NA UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES

Para otimizar o desempenho dos frangos de corte, e usufruir o potencial de ganho de peso rápido, com linhagens que passaram por melhoramento genético, é preciso fornecer uma dieta balanceada e que atenda as exigências nutricionais para cada fase da criação (NRC, 1994).

O fitato presente nos grãos, cereais e sementes de plantas leguminosas e oleaginosas é um ânion que tem propriedades reativas na presença de ions minerais, como o Ca, Zn, Fe, Mg, Cu, entre outros minerais nutricionalmente importantes para a dieta das aves (COUSINS, 1999).

Além da sua capacidade de se complexar com macro e microminerais, o fitato, no pH dos alimentos presentes na ração, e no pH encontrado normalmente no trato digestório das aves, é responsável por formar complexos com amidos, proteínas e enzimas como, por exemplo, as proteases (OLIVEIRA et al., 2008).

Por causa da propriedade antinutricional do fitato, a biodisponibilidade dos nutrientes da dieta fica reduzida para a absorção intestinal, e essa parcela que se torna indisponível para o aproveitamento do organismo das aves é totalmente eliminada nas fezes e urina, que se acumulam no material da cama do frango, onde se encontra grande quantidade de nitrogênio (proveniente da proteína), fósforo, cálcio, entre outros elementos, que posteriormente podem causar aumento da população de bactérias patogênicas para a saúde e prejudicar o desempenho das aves (MENDES et al, 2004).

4.2 – CONSEQUÊNCIAS AMBIENTAIS

As excretas das aves contém grande quantidade de nitrogênio e fósforo, que não são absorvidos pelo organismo da ave, pelo fato dos animais monogástricos não apresentarem a enzima fitase Essa enzima é responsável

por hidrolisar o ácido fítico e os sais de fitato presente nos grãos da ração, aumentando a eficiência e utilização dos nutrientes (LIGEIRO, 2007).

Antigamente, a cama de frango era usada na alimentação de ruminantes como uma suplementação de nitrogênio protéico e não protéico. Porém, em decorrência de problemas sanitários e com a publicação da Instrução Normativa nº 8 de 25/03/2004 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) ficou proibida a utilização desse material na alimentação de ruminantes (VALLE, 2010).

Comumente emprega-se a cama de frango como fertilizante para solos e lavouras, devido às suas concentrações de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) (OVIEDO-RONDON, 2008; MENDES et al., 2004).

No meio ambiente, o fósforo que está na forma de fitato é processado pelas bactérias e fungos presentes no solo. Esses resíduos presentes nas excretas, quando em excesso no meio ambiente, não são absorvidos e aproveitados pelas plantas, o que causa acúmulo de fósforo e nitrogênio, além de outros elementos, que conseqüentemente, geram poluição para o solo, lençóis freáticos e fontes de água (COSTA et al., 2007; GOMIDE et al., 2007; CRUZ, 2013; LELIS et al., 2007).

O fósforo e o nitrogênio presente nos dejetos e efluentes de granjas de frangos e outras unidades industriais do setor avícola são os nutrientes essenciais para o crescimento de grande quantidade de algas e plantas aquáticas (CRUZ, 2013).

O excesso de nitrogênio e de fósforo que não são absorvidos pelas plantas aquáticas torna-se substrato para vários microrganismos. Para sobreviver, esses microrganismos precisam do oxigênio proveniente da água ou o oxigênio produzido pelas plantas. Por causa da grande disponibilidade de nutrientes as plantas proliferam-se muito rápido, diminuindo o espaço disponível e necessário para a sobrevivência de espécies menores e mais sensíveis. O desequilíbrio entre as plantas pela competição de espaço e

nutrientes, acarreta na morte das espécies mais vulneráveis, gerando material orgânico em decomposição (LELIS et al., 2007).

Os microrganismos presentes na água são responsáveis pela decomposição do material orgânico (plantas e peixes mortos) e para realizar essa função ocorre um aumento da demanda bioquímica de oxigênio, pois é necessário uma maior quantidade de oxigênio para realizar a oxidação e consequente degradação da matéria orgânica. O material degradado pelas bactérias também é uma fonte de nutrientes para o crescimento de mais plantas aquáticas (LELIS, et al., 2007).

O consumo do oxigênio pelas bactérias presente na água prejudica a respiração dos peixes, causando distúrbios metabólicos e a morte de muitos animais, consequentemente, gerando um ciclo de consumo e reaproveitamento do nitrogênio, do fosforo, e do oxigênio. (LELIS et al., 2007)

5 – FITASE

Segundo o Conselho Brasileiro de Alimentação Animal – CBAA (1998) a fitase é uma fosfatase que catalisa o desdobramento do ácido fosfórico do inositol, liberando o ortofosfato para ser absorvido. A fitase é classificada como um pró – nutriente e sua atividade é expressa em unidade de fitase (FTU), ou unidade de fitase por quilo (FTU/kg) ou simplesmente U/kg.

Os animais monogástricos não possuem a enzima fitase, pois ela é produzida apenas por vegetais e alguns microrganismos como os fungos, leveduras e bactérias. O *Aspergillus sp.* é um fungo que é usado em grande escala comercial para a obtenção de fitase. (COUSINS, 1999)

5.1 – FONTES DE FITASE

As principais fontes de fitase são encontradas nos vegetais e nos microrganismos (SILVA e TRUGO, 1996). A atividade de fitase vegetal varia conforme a espécie de planta e conforme o solo em que esta se encontra. A atividade da fitase foi comprovada em uma grande quantidade de sementes,

grãos e cereais, que são rotineiramente usados para a fabricação de rações para frangos de corte, como por exemplo o milho, soja, trigo, arroz, cevada, entre outros vegetais. Porém, a atividade de fitase vegetal é muito baixa para suprir as necessidades dos animais (BEDFORD e PARTRIDGE, 2001).

Partindo-se desse conhecimento as fitases comercializadas atualmente são obtidas a partir de fungos ou bactérias. A tecnologia para a produção e obtenção de fitase em escala comercial evoluiu muito, esses avanços foram conquistados pelas inúmeras pesquisas das áreas de biotecnologia e engenharia genética (VALLE, 2010 ; CRUZ, 2013). Segundo Valle (2010) isso permite que tenhamos enzimas produzidas por vários microrganismos geneticamente modificados ou não, resultantes de muitos casos da expressão do gene de *Aspergillus ficuum* expressado em outros fungos ou bactérias.

5.2 – SÍTIO DE ATIVIDADE DA FITASE

As fitases podem ser classificadas como ácidas ou alcalinas, de acordo com o pH ótimo de atividade enzimática. O pH do trato digestivo das aves é ácido, portanto, deve-se fornecer o tipo de fitase com capacidade para catalisar e hidrolisar o fitato em pH ácido (MONTEIRO, 2011).

5.3 – HIDRÓLISE DA MOLÉCULA DE ÁCIDO FÍTICO

A fitase tem a propriedade de hidrolisar o fitato gerando uma série de fosfatos menores denominados de mio – inositol. Para produzir e liberar o fósforo dos fitatos é necessária a desfosforilação de uma série de fosfatos (IP6, IP5, IP4, IP3, IP2 e IP1), gerando seis fósforos disponíveis para a absorção pelo trato intestinal da ave (GREINER et al., 2002).

As fitases podem ser divididas de acordo com o local onde sua hidrólise é iniciada, sendo classificadas como 6 –fitase e 3 – fitase. Nesse caso, por exemplo, 3-fitase e 6-fitase iniciam a hidrólise do anel de mio-inositol hexafostafa nas posições 3 e 6, respectivamente (VALLE, 2010).

Para Greiner et al. (2002) os dois tipos de fitases tem a capacidade de hidrolisar o fosfato, mas a habilidade de desfosforilar o restante da molécula inositol fosfato varia substancialmente. A qualidade de fator anti-nutricional do fitato pode ser revertida a cada perda seqüencial de um grupo fosfato, mas o maior benefício é atingido com a máxima hidrólise do IP6, IP5 e IP4.

A hidrólise do fitato melhora a digestibilidade da proteína bruta, matéria seca e energia bruta, bem como de minerais como o cálcio e o P. Entretanto, há relatos de que a inclusão de fitase em dietas para frangos não melhora a digestibilidade de alguns nutrientes (PETER e BAKER, 2001; POURREZA e CLASSEN, 2001; JUANPERE et al., 2004; SILVERSIDES et al., 2004).

5.4 – FATORES QUE AFETAM A HIDRÓLISE DE ÁCIDO FÍTICO

Diversos fatores interferem na atividade das fitases e entre os fatores mais importantes estão a quantidade de fibra da ração, concentração e a fonte do substrato, relação Ca:P, temperatura na qual a ração foi fabricada, temperatura corporal dos animais, idade dos animais, conteúdo de vitamina D nas dietas e pH. De acordo com Bedford (2000), não há quebra de 100% do fitato presente nos vegetais, bem como não ocorre a hidrólise completa das moléculas de fitato.

A exigência nutricional de fósforo muda conforme a idade da ave. Aves na fase inicial e de crescimento estão em processo de desenvolvimento da estrutura óssea e massa muscular, necessitando quantidades maiores de nutrientes e energia. Na fase final de criação, as aves podem aumentar o aproveitamento do fósforo complexado ao ácido fítico, em consequência da plena atividade enzimática do sistema digestivo (LAURENTIZ et al., 2007).

Um dos fatores mais importantes é a relação de cálcio e fósforo na dieta, que deve estar em torno de 2:1, pois a elevação do nível de cálcio na ração influencia negativamente a atividade da fitase, pois o excesso de cálcio forma um precipitado de fitato de cálcio que não pode ser quebrado pela ação da enzima fitase. Esse fator prejudica as diferentes fases de criação de frangos,

pois não ocorre o fornecimento adequado desses minerais para atender as necessidades fisiológicas e produtivas das aves (OLIVEIRA, 2011).

6 – INFLUÊNCIAS DA FITASE EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE

Um experimento realizado por Silva et al (2008) sugere que a suplementação de rações com fitase e aminoácidos sintéticos permite a redução dos níveis nutricionais de proteína bruta (PB), fósforo disponível (Pd) e cálcio (Ca), além de melhorar os índices energéticos da ração.

Jacobb et al. (2000), obtiveram resultados semelhantes trabalhando em condições parecidas de redução de PB e Pd, obtendo resultados de menores taxas de fósforo excretado pelas fezes das aves.

Camden et al. (2001), trabalhando com frangos de corte na fase inicial de produção, concluíram que a adição de fitase em dietas com valores reduzidos de cálcio e fósforo disponível melhorou a retenção de nitrogênio e fósforo, diminuindo a quantidade desses elementos nas excreções das aves.

Segundo Fukayama et al. (2008), alguns trabalhos indicam que os níveis elevados de cálcio na ração reduzem a absorção de Ca, P, Zn e Mn, mesmo com a adição da enzima fitase na dieta e com o baixo teor de P total; assim, além da redução de suplementação de fósforo inorgânico nas rações, há também necessidade de reduzir a suplementação de cálcio.

Em um experimento realizado por Fukayama et al. (2008), foram avaliados a uniformidade das aves, o consumo de ração, o ganho de peso, a conversão alimentar, a resistência óssea e a concentração de matéria mineral, Ca e P, das tíbias de frangos de corte no período de 1 a 20 dias de idade, recebendo dietas suplementadas com fitase. Entre os níveis testados, o de 750 uft/kg de ração possibilitou o máximo desempenho das aves, além de boas características de mineralização óssea e de digestibilidade.

Nesse experimento, foi relatado uma melhora da digestibilidade de fósforo com a adição da fitase nas dietas. Houve melhora no consumo e aproveitamento das dietas, com redução da excreção de fósforo nas fezes das aves. A suplementação das rações com fitase também aumentou a porcentagem de ganho de peso e a taxa de conversão alimentar. Na avaliação da composição em matéria mineral de cálcio e fósforo dos ossos das tíbias, observou-se que esses elementos foram depositados em maior quantidade nos ossos das aves que receberam dietas suplementadas com fitase, agregando uma melhora na resistência óssea. (FUKAYAMA et al., 2008)

6.1 – INFLUÊNCIA DA FITASE NA DIGESTIBILIDADE DE PROTEÍNAS E AMINOÁCIDOS

O conceito de proteína ideal proporcionou uma maior variação para a formulação de rações e está sendo amplamente empregado para melhor atender as necessidades nutricionais das aves, priorizando o fornecimento da quantidade certa de proteínas e aminoácidos para cada fase de criação das aves, visando à máxima digestibilidade e aproveitamento dos nutrientes, reduzindo a excreção de elementos poluentes no meio ambiente e gerando menores custos para a fabricação de rações (OLIVEIRA, 2011).

Vieira et al.(2007) observaram que a utilização de planos ou programas nutricionais com o conceito de proteína ideal, por fases de criação de frango de corte, permitiu melhores ajustes nas exigências dietéticas do animais, melhorando índices zootécnicos e a deposição e o rendimento de carne na carcaça.

A suplementação das rações com enzimas tem sido objeto de estudo para vários autores. Atualmente o uso de enzimas como a fitase permite o melhor aproveitamento dos nutrientes, melhora a digestibilidade das proteínas e possibilita minimizar os custos com a ração, proporcionando uma flexibilidade para formular dietas com ingredientes alternativos e de menor custo, em substituição ao milho e ao farelo de soja (OLIVEIRA, 2011).

6.2 – INFLUÊNCIA DA FITASE NA DIGESTIBILIDADE E APROVEITAMENTO DA ENERGIA

Os polissacarídeos não-amido (PNA) existem em várias formas na natureza e são componentes da parede celular de muitos vegetais. O conteúdo dos NSP está relacionado negativamente com a capacidade metabolizável da energia de cereais. As propriedades anti – nutricionais dos polissacarídeos fazem com que ele se ligue a grande quantidade de água no intestino, resultando em fezes mais aquosas e viscosas, acarretando em camas mais úmidas e prejudicando a saúde das aves (COUSINS, 1999).

A produção de muco no intestino das aves é devido as propriedades anti – nutricionais do fitato presente nas células vegetais. O fitato é um composto complexo, considerado um dos mais potentes fatores anti – nutricionais. É responsável por perdas significativas de nutrientes, aminoácidos e energia, por reduzir a disponibilidade ao animal bem como aumentar a produção de mucinas e intensificar o “turnover” celular no trato digestório (COWIESON et al, 2004).

Lan et al. (2002) avaliaram os valores de energia metabolizável de rações a base de milho e farelo de soja e observaram que a suplementação de fitase na quantidade de 250 e 500 FTU/kg nas rações contendo um baixo nível de fósforo permitiu o melhor incremento da energia metabolizável aparente (EMA), proporcionando valores superiores de digestibilidade aos encontrados em uma dieta com nível normal de fósforo e sem suplementação enzimática.

Em um experimento realizado por Fernandes (2002), utilizando 500 FTU/Kg de fitase nas rações de frangos de corte alimentados com sorgo e milho, foi observado que a fitase foi capaz de aumentar a disponibilidade do fósforo fítico, proteína, aminoácidos e energia, melhorando a digestibilidade dos ingredientes fornecidos.

7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Suplementar a dieta de frangos de corte com fitase é nutricionalmente viável, além dela ser uma forma de reduzir gastos para a granja com produção de rações, ela também trás benefícios para desenvolver a sustentabilidade das granjas avícolas, já que melhora a digestibilidade do fósforo presente nos grãos, diminuindo a excreção desse mineral nas excretas das aves, resultando em menor quantidade de fósforo nos dejetos produzidos na avicultura (cama de frango) e, conseqüentemente, diminuindo a poluição do meio ambiente e evitando danos ao solo e água, como por exemplo a lixiviação e eutrofização de rios.

8 - REFERÊNCIAS

BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. Enzymes in farm animal nutrition. 407 p. Oxfordshire: UK, 2001.

BENEVIDES, C. M.J.; SOUZA, M. V.; SOUZA, R. D. B.; LOPES, M.V. Fatores antinutricionais em alimentos: revisão. R. Segurança Alimentar e Nutricional, Campinas, 18 (2): 67-79,2011.

CAMDEN, B. J.; MOREL, P. C. H.; THOMAS, D. V.; RAVINDRAN, V.; BEDFORD, M. R. Effectiveness of exogenous microbial phytase in improving the bioavailabilities of phosphorus and other nutrients in maize-soya-bean meal diets for broilers. Animal Science, v. 73, p. 289-297, 2001.

CONTE, A. J.; TEIXEIRA, A. S.; FIALHO, E. T.; SCHOULTEN, N. A.; BERTECHINI, A. G. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características sseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. R. Bras. Zootec., v.32, n.5, p.1147-1156, 2003.

COSTA, F. G. P.; BRANDÃO, P. A.; BRANDÃO, J. S.; SILVA, J. H. V. Efeito da enzima fitase nas rações de frangos de corte, durante as fases pré-inicial e inicial. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 31, n. 3, p. 865-870, maio/jun., 2007.

COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. In: I Simpósio Internacional ACAV—Embrapa sobre Nutrição de Aves. Concórdia, SC. 17 e 18 de novembro de 1999.

COWIESON, A. J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M. R.; The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. *British Poultry Science*, v.45, p. 101-108, 2004.

CRUZ, R. F. A. Utilização de fitase em dietas para frangos de corte. Monografia apresentada Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial a obtenção da graduação em Medicina Veterinária. Porto Alegre, 2013.

DE CARLI, L.; ROSSO, N. D.; SCHNITZLER, E.; CARNEIRO, P. I. B. Estudo da estabilidade do complexo ácido fítico e o íon Ni. *R. Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 26(1): 19-26, jan.-mar. 2006.

FERKET, P.R. Practical use of feed enzymes for turkeys and broilers. *Journal Applied of Poultry Research*, v.2, p.75-81, 1993.

FERNANDES, E.A. Avaliação da adição de enzima fitase em dietas de frangos de corte. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*.2002.

FUKAYAMA, E. H.; SAKOMURA, N. K.; DOURADO, L. R. B.; NEME, R.; FERNANDES, J. B. K.; MARCATO, S. M. Efeito da suplementação de fitase sobre o desempenho e a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.4, p.629-635, 2008.

GARCIA NETO, M. PPFR – Programa Prático para Formulação de Ração. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Curso de Medicina Veterinária, Campus de Araçatuba/SP. Disponível em <<http://www.fmva.unesp.br/ppfr>>. Acesso em: 24 jun. 2014

GOMIDE, E. M.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T. Planos nutricionais com a utilização de aminoácidos e fitase para frangos de

corte mantendo o conceito de proteína ideal nas dietas. R. Bras. Zootec., v.36, n.6, p.1769-1774, 2007.

GREINER, R.; FAROUK, A.; ALMINGER, M. L.; CARLSSON, N. The pathway of desphosphorylation of myo-inositol hexakisphosphate by phytate-degrading enzymes of different *Bacillus* spp. Canadian Journal of Microbiology, v.48, p. 986-994, 2002.

IBGE . Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. www.ibge.gov.br. Consultado em 24 de junho de 2014.

JACOB, J.P.; IBRAHIM, S.; BLAIR, R. et al. Using enzyme supplemented, reduced protein diets to decrease nitrogen and phosphorus excretion of broilers. Asian Australasian Journal of Animal Sciences, v.13, n.11, p.1561-1567, 2000.

JUANPERE, J.; PÉREZ-VENDRELL, A.M.; BRUFAU, J. Effect of microbial phytase on broilers fed barley-based diets in the presence or not of endogenous phytase. Anim. Feed Sci. Technol., v.115, p.265-279, 2004.

LAN, G. Q.; ABDULLAH, N.; JALALUDIN, S. Efficacy of supplementation of a phytase-producing bacterial culture on the performance and nutrient use of broiler chickens fed corn-soybean meal diets. Poultry Science, Champaign, v.81, n.10, p. 1522-1532, 2002.

LAURENTIZ, A. C.; JUNQUEIRA, O. M.; FILARDI, R. S.; ASSUENA, V.; CASARTELLI, E. M.; COSTA, R. Efeito da adição da enzima fitase em rações para frangos de corte com redução dos níveis de fósforo nas diferentes fases de criação. Ciência Animal Brasileira, v. 8, n. 2, p. 207-216, abr./jun. 2007.

LELIS, G. R.; ALBINO, L. F. T.; TAVERNARI, F. C.; ROSTAGNO, H. S. Suplementação dietética de fitase em dietas para frangos de corte. Revista Eletrônica Nutritime, v. 6, nº 2, p. 875-889, março/abril, 2009.

LIGEIRO, E. C. Efeito da utilização da fitase sobre o desempenho, qualidade dos ovos, avaliação econômica e excreção de fósforo e nitrogênio de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo ingredientes alternativos. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Jaboticabal, 2007.

MENDES, A. A. Produção de frangos de corte. 356 p. FACTA, Campinas, 2004.

MONTEIRO, P. S. Produção e caracterização bioquímica de fitases de *Rhizopus stolonifer* e *Aspergillus niger* UFV – 1 e suas aplicações em ração animal. Tese apresentada a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Bioquímica Agrícola, para obtenção do título de Doctor Scientiae. Viçosa, 2011.

NRC - National Research Council, Nutrient requirements of poultry, Washington: National Academy Press, 9th revised ed., 1994.

OLIVEIRA, M. C.; GRAVENA, R. A.; MARQUES, R. H.; GUANDOLINI, G. C.; MORAES, V. M. B. Utilização de nutrientes em frangos alimentados com dietas suplementadas com fitase e níveis reduzidos de fósforo não-fítico. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.60, n.2, p.436-441, 2008.

OVIEDO-RONDON, Edgar O.. Technologies to mitigate the environmental impact of broiler production. *R. Bras. Zootec.*, Viçosa , v. 37, n. spe, July 2008.

PETER, C.M.; BAKER, D.H. Microbial phytase does not improve protein-amino acid utilization in soybean meal fed to young chickens. *J. Nutr.*, v.131, p.1792-1797, 2001.

PIZZOLANTE, C. C.; TEIXEIRA, A. S.; SANTOS, C. D. Utilização da fitase na alimentação de frangos de corte: desempenho. In: CONFERÊNCIA

APINCO 2000 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2000, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, p. 45, 2002.

POURREZA, J.; CLASSEN, H.L. Effects of supplemental phytase and xylanase on phytate phosphorus degradation, ileal protein and energy digestibility of a corn-soybean-wheat bran diets in broiler chicks. *J. Agric. Sci. Tech.*, v.3, p.19-25, 2001.

QUIRRENBACH, H. R.; KANUMFRE, F.; ROSSO, N. D.; FILHO, M. A. C. Comportamento do ácido fítico na presença de Fe (II) e Fe (III). *Ciências e Tecnologia de Alimentos*, v. 29, p. 24-32, 2009.

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. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, n.1, p. 187-196, 2001.

SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; Freitas, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; CONTE, A. J.; SILVA, H. O. Níveis de cálcio em rações de frangos de corte na fase inicial suplementadas com fitase. *R. Bras. Zootec.*, v.32, n.5, p.1190-1197, 2003.

SELLE, P. H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, v. 135, p. 1-41, 2007.

SILVA, L.G.; TRUGO, L.C. Characterization of fitase activity in lupin seed. *Journal of Food Biochemistry*, v.20, p. 329-340, 1996.

SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T.; FASSANI, E. J.; PEREIRA, C. R. 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. *R. Bras. Zootec.*, v.35, n.3, p.840-848, 2006.

SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; ZANGERONIMO, M. G.; FIALHO, E. T. 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. R. Bras. Zootec., v.37, n.3, p.469-477, 2008.

SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T.A.; BEDFORD, M.R. The effect of phytase enzyme and level on nutrient extraction by broilers. Poultry Sci., v.83, p.985-989, 2004.

TEJEDOR, A. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; VIEITES, F. M. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. Rev. bras. zootec., v.30, n 3, p. 802-808, 2001.

VALLE, F. L. P. Uso de fitase em dietas comerciais para frangos de corte contendo ou não ingrediente de origem animal. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Área de Concentração em Nutrição Animal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias. Curitiba, 2010.

VIEIRA, A.R.; RABELLO, C.B.V.; LUDKE, M.C.M.M. et al. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. Acta Scientiarum Animal Science, Maringá, v.29, n.3, p.267-275, 2007.