



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Ilha Solteira

LUIZ GUSTAVO NASCIMENTO ROSTICHELLI

Médico Veterinário

**VALORIZAÇÃO E ASSOCIAÇÃO DAS MATRIZES
NUTRICIONAIS DA ENZIMA FITASE E EMULSIFICANTE
PARA FRANGOS DE CORTE**

Ilha Solteira

2018

LUIZ GUSTAVO NASCIMENTO ROSTICHELLI

**VALORIZAÇÃO E ASSOCIAÇÃO DAS MATRIZES
NUTRICIONAIS DA ENZIMA FITASE E EMULSIFICANTE
PARA FRANGOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia – UNESP, Câmpus de Ilha Solteira como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Animal.

Prof. Dr. Antonio Carlos de Laurentiz
Orientador

Ilha Solteira

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

R839v Rostichelli, Luiz Gustavo Nascimento.
Valorização e associação das matrizes nutricionais da enzima fitase e emulsificante para frangos de corte / Luiz Gustavo Nascimento Rostichelli. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2018
47 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Produção Animal, 2018

Orientador: Antonio Carlos de Laurentiz
Inclui bibliografia

1. Fitase. 2. Lecitina. 3. Emulsificante. 4. Energia metabolizável. 5. Conversão alimentar.

Raiane da Silva Santos
Raiane da Silva Santos

Supervisora Técnica de Seção
Setor Técnico de Referência, Atendimento ao Usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CRB/8 - 9999



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Ilha Solteira

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Valorização e associação das matrizes nutricionais da enzima fitase e emulsificante para frangos de corte


AUTOR: LUIZ GUSTAVO NASCIMENTO ROSTICHELLI

ORIENTADOR: ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em CIÊNCIA E TECNOLOGIA ANIMAL, área: PRODUÇÃO ANIMAL pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ANTONIO CARLOS DE LAURENTIZ
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Profa. Dra. ROSEMEIRE DA SILVA FILARDI
Departamento de Biologia e Zootecnia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira


Profa. Dra. CRISTIANE SOARES DA SILVA ARAÚJO
Departamento de Nutrição e Produção Animal / Universidade de São Paulo

Ilha Solteira, 01 de agosto de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Luiz Gustavo Nascimento Rostichelli, nascido em Murutinga do Sul em 12 de abril de 1985, médico veterinário formado na Fundação Educacional de Andradina (2007). Atualmente faz parte do quadro de docentes da ETEC Sebastiana Augusta de Moraes. Possui experiência na área de zootecnia, com ênfase em produção animal.

“Escreva algo que valha a pena ler ou faça algo que valha a pena escrever”
(Benjamin Franklin)

DEDICATÓRIA

Dedico a DEUS e a meus Pais “in memoriam “

Eles são a verdadeira inspiração para a realização de meus sonhos.

Sei que cada conquista minha só foi possível através do exemplo dado por eles.

AGRADECIMENTOS

Início agradecendo a Deus por mais esta conquista, é ele nosso criador e dono do possível e impossível, ele me deu o dom do entendimento, discernimento e sabedoria para chegar à conclusão de mais uma etapa. Me protege a cada instante e nos momentos mais difíceis da força para seguir em frente.

Agradeço a Universidade Estadual Paulista (UNESP), por abrir as portas onde pude realizar um sonho, pois, concluir o mestrado e melhorar meus conhecimentos era um dos meus objetivos.

Ao centro Paula Souza que através do convênio com a UNESP proporcionou está oportunidade para o meu progresso profissional.

Ao diretor da ETEC Sebastiana Augusta de Moraes prof. Marcio Torrente pelo seu grande desprendimento em ajudar.

Agradeço aos meus Pais, Walter Rostichelli e Osmarina Rostichelli “in memoriam”, que me trouxeram a vida e que dedicaram parte das suas em minha educação. Tudo que me ensinaram foi fundamental para minha caminhada.

A minha esposa, uma grande colaboradora e incentivadora, está ao meu lado em todas as ocasiões sejam elas felizes, estressantes ou dolorosas.

Minha Irmã, que de forma tão afetuosa me transmite apoio para vencer as dificuldades e posso dizer que superei mais uma.

Ao meu orientador Prof. Dr. Antônio Carlos de Laurentiz, que compartilhou comigo seus conhecimentos, com ele divido a alegria desta importante conquista para mim e minha carreira profissional.

Professora Dra. Rosemeire da Silva Filardi, pelas orientações, dando assim auxílio necessário ao desenvolvimento do trabalho.

Aos amigos de curso que estiveram comigo nesta longa jornada agradeço pelo apoio e ajuda.

Aos companheiros de trabalho meu muito obrigada pela compreensão.

Aos alunos da ETEC que não mediram esforços para auxiliar na organização e coleta de dados do experimento; Em especial Breno Faustino de Souza, Gustavo Henrique Gomes de Souza, Lucas Calábria, Paulo Eduardo Figueiredo, Matheus Soares da Silva, Erick Ribeiro Pelegrini, Euclides Domingos do Santos.

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo nº. 20/2016/CEUA, referente ao projeto "Viabilidade das matrizes nutricionais da fitase e de emulsificantes, sobre o desempenho de frangos de corte", sob responsabilidade do Prof. Dr. Otto Mack Junqueira, está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Engenharia da UNESP/Ilha Solteira.

Ilha Solteira, 29 de setembro de 2016.



Prof. Dr. Antonio Carlos de Laurentiz
Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais

Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Cursos: Agronomia, Ciências Biológicas, Eng. Civil, Eng. Elétrica, Eng. Mecânica, Física, Matemática e Zootecnia.
Avenida Brasil Centro, 56 Caixa Postal 31 CEP 15385-000 Ilha Solteira São Paulo Brasil
pabx (18) 3743 1000 fax (18) 3742 2735 scom@adm.feis.unesp.br www.feis.unesp.br

RESUMO

Um experimento foi realizado na UNESP – Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira Setor de Avicultura, tendo como objetivo avaliar a matriz nutricional, preconizada pela literatura, da enzima fitase e da goma de soja, isoladas e associadas em dietas para frangos de corte nas fases inicial, crescimento e final, avaliando características de desempenho zootécnico (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) nas fases de 7 a 21, 22 a 35, 36 a 42 e na fase total de 7 a 42 dias de idade, sendo estes dados utilizados para a análise econômica. Foram utilizadas 700 aves da linhagem Coob[®] (lote sexado – machos), as aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, contendo 7 tratamentos e 5 repetições de 20 aves. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando apresentaram diferenças significativas as médias foram comparadas pelo teste SNK 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR 5.1 (2001). A valorização individual da matriz nutricional da enzima fitase e da goma de soja, na formulação de ração para frango de corte é uma alternativa para reduzir custos de produção sem afetar o desempenho zootécnico, entretanto ao associar essas matrizes o efeito acumulativo não ocorre.

Palavras-chave: Fitase. Lecitina. Emulsificante. Energia metabolizável. Conversão alimentar.

ABSTRACT

An experiment was carried out at UNESP - Faculty of Engineering - Campus de Ilha Solteira Poultry Sector, with the objective of evaluating the nutritional matrix, recommended by the literature, of phytase enzyme and soybean gum, isolated and associated in diets for broiler chickens. (feed intake, weight gain and feed conversion) in stages 7 to 21, 22 to 35, 36 to 42 and in the total phase of 7 to 42 days of age , and these data are used for economic analysis. A total of 700 birds of the Coob lineage were used (batch sexed - males), the birds were distributed in a completely randomized design, containing 7 treatments and 5 replicates of 20 birds. The data were submitted to analysis of variance and when significant differences were found the mean values were compared by the SNK 5% probability test, using the statistical program SISVAR 5.1 (2001). The individual valorization of the nutritional matrix of the enzyme phytase and soybean gum in the formulation of ration for broiler chickens is an alternative to reduce production costs without affecting the zootechnical performance, however when associating these matrices the cumulative effect does not occur.

Keywords: Phytase. Lecithin. Emulsifier. Metabolizable energy. Feed conversion.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição da Lecitina.....	26
Tabela 2- Matriz nutricional estimada e determinada para enzima fitase e goma de soja utilizada na formulação das dietas.....	30
Tabela 3- Ingredientes utilizados e composição nutricional das rações experimentais, na fase inicial de 7 a 21 dias.....	31
Tabela 4- Ingredientes utilizados e composição nutricional das rações experimentais, na fase inicial de 22 a 35 dias.....	32
Tabela 5- Ingredientes utilizados e composição nutricional das rações experimentais, na fase inicial de 36 a 42 dias.....	33
Tabela 6- Resultados para consumo de ração (kg) nas diferentes fases de criação em dias.....	35
Tabela 7- Resultados para ganho de peso (kg) nas diferentes fases de criação em dias.....	38
Tabela 8- Resultados para conversão alimentar (kg/kg) nas diferentes fases de criação em dias.....	39
Tabela 9- Resultados para margem bruta de comercialização (MB) e custo médio da dieta (CMD).....	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Fluxograma de esmagamento de soja para produção de farelo, óleo de soja degomado e goma de soja.....	20
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	16
2.1	OBJETIVOS GERAIS	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1	FÓSFORO E ENZIMA FITASE.....	17
3.2	GOMA DE SOJA.....	22
3.2.1	Emulsificante	25
3.3	MATRIZ NUTRICIONAL	27
4	MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	29
4.2	INSTALAÇÕES, AVES E MANEJO	29
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
6	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, com o avanço da produção avícola, principalmente na produção de frangos de corte, torna-se cada vez mais importante a pesquisa em busca de elementos que contribuam para a diminuição dos custos de produção.

Os nutricionistas se esforçam na busca de alternativas que possibilitam a formulação de rações mais eficientes e econômicas, uma vez que a alimentação representa cerca de 70% a 80% do custo de produção do frango de corte.

É duvidoso, entretanto, que os maiores avanços na nutrição possam ocorrer com o descobrimento de novos nutrientes ou mediante o ajuste dos requerimentos nutricionais. Pelo contrário, o melhoramento na eficiência da utilização de matérias-primas e o uso de uma ampla variedade de ingredientes, atualmente considerados de qualidade inferior, possivelmente produzirão os maiores avanços na alimentação animal. Um método promissor para alcançar essas metas e que tem recebido grande atenção nos últimos anos é o uso de aditivos, destacando as enzimas exógenas e os emulsificantes.

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento MAPA (2017) aditivos destinados à alimentação animal, são definidos como: substância, microrganismo ou produto formulado, adicionado intencionalmente aos produtos, que não é utilizada normalmente como ingrediente, tenha ou não valor nutritivo e que melhore as características dos produtos destinados à alimentação animal ou dos produtos animais, melhore o desempenho dos animais sadios e atenda às necessidades nutricionais ou tenha efeito anticoccidiano. Sendo esses classificados como tecnológicos, sensoriais, nutricionais, zootécnicos e anticoccidiano.

Enzimas exógenas são classificadas como aditivo categoria zootécnicos e no grupo digestivos. Elas são proteínas com papel muito específico nas reações bioquímicas e se encontram entre as mais notáveis macromoléculas conhecidas em decorrência da sua extraordinária especificidade e do seu poder catalítico, sendo classificadas com base nas reações que catalisam.

Nas rações formuladas para aves, o fornecimento de fósforo Pd pelas fontes de origem vegetal não é suficiente para atender às exigências nutricionais a fim de proporcionar adequado desempenho e mineralização óssea, havendo necessidade

de suplementação com fontes de fósforo inorgânicas que, geralmente, são obtidas pela utilização de fosfato bicálcico ou farinhas de carne e ossos.

Geralmente, as rações de aves são formuladas basicamente com milho e farelo de soja e, nesses ingredientes, assim como em qualquer outro ingrediente vegetal, o conteúdo de fósforo apresenta uma disponibilidade de apenas 33%, à exceção do farelo de arroz, cuja disponibilidade do fósforo é de 20% (ROSTAGNO et al., 2000). A indisponibilidade de quase 2/3 do fósforo contido nos ingredientes de origem vegetal ocorre porque ele se encontra ligado ao inositol, formando a molécula do ácido fítico ou hexafosfato de inositol, um ânion reativo que pode formar complexos orgânicos minerais nutricionalmente importantes, como o cálcio, zinco, manganês, cobre e ferro, representando um dos principais fatores antinutricionais que afetam a disponibilidade desses nutrientes para monogástricos (BIEHL et al., 1995; RAVIDRAN et al., 1995; PERSSON et al., 1998; BATAL et al., 2001 e BANKS et al., 2004).

Com essas preocupações a utilização de enzimas exógenas vem se tornando uma vertente de estudo na nutrição de frango de corte, sendo a fitase uma das mais estudadas, por ser responsável pela hidrólise do ácido fítico, liberando o fósforo que estava complexado e assim obtendo um maior aproveitamento desse nutriente resultando numa menor inclusão de fósforo inorgânico na dieta (BERTECHINI, 2006).

Assim, é fundamental a realização de trabalhos de pesquisa visando conhecer o efeito da adição de enzimas exógenas microbianas ou fúngicas e os efeitos sobre a disponibilidade de nutrientes. De todas as enzimas exógenas disponíveis na literatura, existem mais informações sobre o uso de fitase. Seu uso foi muito influenciado pela necessidade de buscar alternativas para reduzir a excreção de fósforo, poluente do meio ambiente, pelo custo relativo do fósforo na dieta e pelo risco que, a longo prazo, as fontes de fósforo disponíveis estarão esgotadas (PENZ JÚNIOR, 1998).

Outro aditivo de destaque são os emulsificantes, sendo esses classificados na categoria dos tecnológicos e no grupo dos emulsificantes. Os emulsificantes são compostos por moléculas anfifílicas, ou seja, moléculas que apresentam uma porção

polar que é solúvel em água (hidrofílica) e uma porção apolar que é insolúvel em água (hidrofóbica), mas interage com a fase oleosa.

Devido a sua estrutura os emulsificantes reduzem a tensão superficial na interface das fases imiscíveis permitindo assim que as duas fases se interajam formando assim a emulsão, razão pela qual o emulsificante é caracterizado por promover interações na interface de duas substâncias imiscíveis (ARAÚJO, 2008).

Amplamente utilizados pela indústria de alimentos os emulsificantes são aditivos funcionais que possuem a finalidade de promover várias alterações nos produtos, como melhora da textura, maciez, estabilidade, homogeneidade e aeração (RADUJKO *et al.*, 2011).

Na digestão, a emulsificação das gorduras para permitir a atuação das lipases e a posterior formação de micelas com os ácidos graxos são fundamentais para o processo de absorção dos nutrientes lipossolúveis (SILVA JUNIOR, 2009).

Sua ação emulsificante baseia-se em aumentar a superfície ativa nas gorduras alimentares para a ação da lipase, facilitando a hidrólise das moléculas de triglicerídios em ácidos graxos e monoglicerídios, além de favorecer a formação de micelas de produtos da lipólise (RABER, *et al.* 2009) assim, aumentando a digestibilidade e potencializando absorção de gorduras.

Durante o processamento da soja, vários são os produtos obtidos do seu processamento, entre eles temos o farelo de soja, parte sólida utilizada como principal fonte proteica em rações de aves e suínos. O óleo de soja degomado, parte líquida, é destinado para alimentação humana, animal, ou produção de biocombustíveis. É através da degomagem desse óleo que se obtém a goma de soja, subproduto do grão de soja, subproduto esse com elevada concentração de lecitina.

Ao utilizar a enzima fitase e de goma de soja (como fonte de lecitina – emulsificante) nas dietas para aves, isso proporciona uma melhor digestibilidade dos nutrientes presente nos alimentos e conseqüentemente pode ser estimada uma matriz nutricional para esses aditivos. Surgindo assim, a necessidade de testar a matriz nutricional preconizada pelos fabricantes, avaliar essas isoladamente e associadas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Avaliar a matriz nutricional, preconizada pela literatura, da enzima fitase e da goma de soja, isolada e associada em dietas para frangos de corte nas fases inicial, crescimento e final, avaliando características de desempenho zootécnico e viabilidade econômica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Avaliar o desempenho zootécnico (consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar) nas fases de 7 a 21, 22 a 35, 36 a 42 e na fase total de 7 a 42 dias de idade;
- b) Avaliar a viabilidade econômica das dietas experimentais;

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 FÓSFORO E ENZIMA FITASE

O fósforo tem funções mais conhecidas do que qualquer outro elemento mineral no organismo animal. Entre os macrominerais, o fósforo é considerado o primeiro em custo e o terceiro no contexto global dos nutrientes, ficando atrás somente da energia e da proteína (particularmente aminoácidos sulfurados e lisina) no custo da formulação de rações para aves e suínos (BORGES, 1997). É, provavelmente, o mineral mais encontrado em todas as células corporais e está envolvido em inúmeras reações metabólicas do organismo. Cerca de 80% do fósforo no organismo encontra-se combinado com o cálcio nos ossos e dentes. Aproximadamente 10% estão combinados com as proteínas, lipídios, carboidratos e outros compostos no sangue e músculo. Os 10% restantes estão largamente distribuídos por vários compostos químicos.

Além de participar da formação e manutenção do tecido esquelético, o fósforo participa do metabolismo energético (ATP, ADP, AMP, GTP), do metabolismo de carboidratos, aminoácidos e gorduras. Está envolvido na manutenção do balanço ácido-base e da pressão osmótica do organismo, juntamente com outros minerais, como sódio e cloro. O fósforo faz parte estrutural dos ácidos nucleicos (DNA e RNA) responsáveis pelo crescimento, diferenciação celular e hereditariedade (WALDROUP, 1989; ESMINGER *et al.*, 1990).

Pelo envolvimento do fósforo em várias e importantes reações bioquímicas e funções biológicas do organismo, torna-se de vital importância fornecer quantidades adequadas desse mineral na ração, sempre considerando a proporção Ca: P: vitamina D. Segundo MAYNARD *et al.* (1984), a nutrição adequada de fósforo depende de três fatores: 1) ingestão suficiente de fósforo e cálcio; 2) proporção adequada entre ambos; 3) presença de vitamina D. Esses fatores, segundo o autor estão inter-relacionados.

Na literatura, verifica-se que a exigência nutricional de Pd para frangos de corte, nas diferentes fases de criação, varia de 0,17 a 0,14%; de 0,11 a 0,13% e de 0,09 a 0,11% de Pd/Mcal de energia metabolizável, respectivamente, para as fases

inicial (1 a 21 dias), de crescimento (22 a 42 dias) e final (43 a 49 dias), para diferentes autores (ROSTAGNO et al., 1988; NRC, 1994; ROSTAGNO et al., 1996 e ROSTAGNO et al., 2000).

Ao determinar a exigência de Pd para frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade, Runho *et al.* (2001) observaram que tanto a deficiência quanto o excesso de Pd foram prejudiciais para o desenvolvimento das aves. PARMER et al. (1987) verificaram também que a deficiência de Pd acarretou severa redução no peso no consumo de ração e sugeriram que a queda no desempenho das aves está principalmente relacionada com a diminuição do consumo de ração, porém há severa redução na síntese e liberação de hormônio de crescimento e hormônio da tireóide, principalmente T₃. Além disso, o excesso de cálcio e fósforo na dieta pode resultar em redução na disponibilidade desses minerais pela formação de fosfatos de cálcio, insolúveis no trato digestível, o que, conseqüentemente, reduz a absorção de ambos.

Nas rações formuladas para aves, o fornecimento de 5 pelas fontes de origem vegetal não é suficiente para atender às exigências nutricionais a fim de proporcionar adequado desempenho e mineralização óssea, havendo necessidade de suplementação com fontes de fósforo inorgânicas que, geralmente, são obtidas pela utilização de fosfato bicálcico ou farinhas de carne e ossos.

Quanto à fonte de fósforo utilizada, Junqueira *et al.* (1993), ao compararem a farinha de carne e ossos com o fosfato bicálcico como fonte de fósforo na ração para frangos de corte, verificaram que essas procedências não afetaram o desenvolvimento das aves de 1 a 28 dias, quando se utilizou o nível de 0,7% de Pd.

O fósforo pode ser ingerido na forma inorgânica como, mono, di ou trifosfato, ou na forma orgânica, como fitatos, fosfolipídios ou fosfoproteínas, sendo absorvido no intestino delgado das aves na forma de ortofosfato ($PO_4^{=4}$) por difusão simples, seguindo gradiente de concentração ou transporte ativo com gasto de energia, sendo esse processo, estimulado pela presença da vitamina D e dependente de Na (transporte ativo secundário), semelhante ao que ocorre com o Ca. A relação cálcio e fósforo da dieta parece ter bastante influência sobre a absorção de fósforo (MAIORKA; MACARI, 2002).

Outros fatores, como pH, viscosidade intestinal, nível de disponibilidade do fósforo dietético, presença de vitamina D, relação cálcio e fósforo, forma e grau de pureza das fontes empregadas, idade das aves e a presença de íons (Fe, Mg, Al e Ca), os quais proporcionam a formação de sais pouco solúveis, contribuem para a redução na disponibilidade de fósforo (RAVINDRAN *et al.*, 1995).

A presença do fósforo complexado ao ácido fítico, resistente à hidrólise nos monogástricos, além de não permitir o uso do fósforo por esses animais, compromete a absorção de Ca, de outros minerais como o Zn, e ainda de alguns aminoácidos. Diversos estudos (EDWARDS, 1993; BROZ *et al.*, 1994; DENBOM *et al.*, 1995; YI *et al.*, 1996a; LAN *et al.*, 2002; VIVEROS *et al.*, 2002; CASEY; WALSH, 2004; RUTHERFURD *et al.*, 2004) têm demonstrado que esses efeitos podem ser amenizados com a utilização de enzimas exógenas, como a fitase, que é capaz de catalisar o fósforo fítico, liberando o fósforo e outros elementos também.

Desse modo, o fitato é considerado um fator anti-nutricional que diminui significativamente a disponibilidade de fósforo de ingredientes de origem vegetal, para os monogástricos. Além disso, reduz também a solubilidade e digestibilidade de outros nutrientes.

O fósforo contido nos ingredientes de origem vegetal é encontrado na forma de fitato ou sais de ácido fítico, e a proporção vai variar de um ingrediente para outro. O fitato ou hexafosfato de inositol ($C_6H_{18}O_{24}P_6$ – IP6), descoberto por Pfeffer, em 1872 (BILLINGTON, 1993), é a forma primária de armazenamento do fósforo nos vegetais, como cereais, legumes e sementes oleaginosas (MAENZ; CLASSEN, 1998).

O conceito de adição de enzimas microbianas na ração destinada aos animais é bem conhecido e, ao longo de várias décadas, muitos experimentos têm sido desenvolvidos com o objetivo de aumentar a digestibilidade e a utilização dos nutrientes.

Há cinco décadas, Nelson *et al.* (1968) foram os primeiros a mostrarem o efeito da fitase produzida por *Aspergillus ficuum*, adicionada a uma ração líquida de soja para pintos de um dia de idade, e obtiveram como resultados um considerável aumento na porcentagem de cinzas nos ossos, constatando, assim, a hidrólise do fósforo fítico presente nos vegetais.

A enzima fitase é amplamente distribuída em plantas, animais e microorganismos, sendo descritas na literatura quatro fontes distintas desta: fitase intestinal (encontrada em secreções digestivas); fitase originada de microorganismos no trato gastrintestinal; fitase endógena (presente nas plantas); fitase exógena (sintetizada por microorganismos e com finalidade comercial) (SCOTTÁ *et al.*, 2014).

A fitase é uma enzima usada em rações para melhorar o aproveitamento do fósforo contido em todos os ingredientes derivados de plantas, tendo como substrato o ácido fítico (RAVINDRAN, 2013 *apud* TIZZIANI, 2014).

Todos os animais utilizam as enzimas durante a digestão dos alimentos, produzidas pelo próprio animal, ou por microorganismos presentes no intestino. No entanto, o processo digestivo não é 100% eficiente, as aves, por exemplo, não podem digerir cerca de 15 a 25% dos alimentos que consomem, devido aos ingredientes da ração possuírem fatores antinutricionais não digestíveis e/ou devido a esses animais não produzirem enzimas capazes de quebrar certos componentes do alimento (BEDFORDAND; PARTRIDGE, 2011 *apud* SALDANHA, 2014).

A enzima fitase é a responsável por quebrar as ligações dos nutrientes que estão presos ao ácido fítico. O resultado disso é maior disponibilidade de fósforo orgânico e de outros elementos, como cálcio e magnésio, e consequente melhoria nutricional da dieta (VIEIRA, 2010 *apud* DALÓLIO, 2014).

Um marco importante na produção de enzimas exógenas foi a utilização de novas tecnologias, como a engenharia genética, melhorando as condições ideais para a produção dos microorganismos hospedeiros, o que favoreceu a produção das enzimas em grande escala, reduzindo o seu custo e tornando viável sua utilização nas dietas para monogástricos.

Vários são os trabalhos (NELSON *et al.*, 1968; RAVINDRAN *et al.*, 1995; SEBASTIAN *et al.*, 1996, BANKS *et al.*, 2004; LAURENTIZ *et al.*, 2007; LAURENTIZ *et al.*, 2009) que verificaram que a suplementação de fitase, nas dietas com ingredientes de origem vegetal com baixo Pd, foi capaz de modificar os requerimentos nutricionais de fósforo e outros nutrientes para frangos de corte nas diferentes fases de criação.

Alguns trabalhos têm mostrado o efeito positivo da utilização da fitase, não só sobre o fósforo como também sobre outros nutrientes da ração, como os

aminoácidos (YI *et al.*, 1996b; NAMKUNG; LEESON, 1999; RAVINDRAN *et al.*, 1999 e RAVINDRAN *et al.*, 2001). Em um ensaio de digestibilidade utilizando a adição de fitase em dietas semipurificadas, Ravindran *et al.*, (1999) observaram uma melhora significativa na digestibilidade ileal de proteína e aminoácidos em diferentes ingredientes. Segundo os autores, os ingredientes que naturalmente apresentavam baixa digestibilidade ileal apresentaram melhora na digestibilidade com a adição de fitase. Entretanto, Sebastian *et al.* (1997) constataram que, quando utilizaram fitase em dietas á base de milho e farelo de soja, ocorreu melhora na digestibilidade ileal somente de alguns aminoácidos. Em outros experimentos (ZHANG *et al.*, 2000; PETER; BAKER, 2001), foi verificado que a suplementação de dietas com fitase não melhorou a digestibilidade ileal dos aminoácidos testados.

Desse modo, Rutherford *et al.* (2004), que realizaram experimento com machos na fase de 1 a 21 dias de idade, utilizando a fitase em dietas com baixo fósforo para frangos de corte, observaram o efeito positivo da enzima sobre a digestibilidade ileal dos aminoácidos e concluíram que, em experimentos futuros, com a utilização de fitase sobre a digestibilidade de aminoácidos, deve-se verificar o ponto-chave que está afetando os resultados, como os ingredientes, os animais ou outros fatores.

Quanto ao efeito da enzima fitase sobre a disponibilidade do fósforo complexado em ingredientes de origem vegetal, Tejedor *et al.* (2001), em um experimento com frangos de corte utilizando duas fontes distintas de fitase, comprovaram que as adições de ambas as fontes aumentaram os coeficientes de digestibilidade de proteína bruta em 1 e 1,7%; de energia bruta em 1 e 1,2%; de cálcio em 3,5 e 5% e de fósforo em 3,5 e 4%, respectivamente, para as fontes de fitase um e dois. Sobre os parâmetros de desempenho, a adição de fitase melhorou o ganho de peso e a conversão alimentar na fase inicial.

Sebastian *et al.* (1996), em um experimento com frangos de corte na fase de 1 a 21 dias de idade, verificaram que rações com baixo nível de fósforo, 30% abaixo da recomendação do NRC (1994) para fósforo total, resultaram em queda no desempenho e nas características dos ossos. Entretanto, ao suplementar com enzima fitase (600FTU/kg de ração) a dieta deficiente em P, constataram desempenho equivalente e valores de retenção de P, Ca, Zn e Cu superiores.

Em outros trabalhos realizados por (LEESON *et al.*, 2000; VIVEROS *et al.*, 2002; YAN *et al.*, 2003; YU *et al.*, 2004; LELIS *et al.*, 2012; TIZZIANI *et al.*, 2016), também foi verificado o efeito positivo da utilização da enzima fitase em dietas com baixo nível de fósforo. Entretanto, deve-se tomar cuidado ao reduzir drasticamente o nível de Pd na ração, o que foi comprovado por VIVEROS *et al.* (2002), que, ao reduzirem o nível de Pd da dieta de 0,45 para 0,35 e 0,22%, na fase de 1 a 21 dias, e de 0,37 para 0,27 e 0,14%, na fase de 22 a 42 dias de idade, verificaram que para o menor nível de fósforo dentro de cada fase a adição de 500 FTU de fitase/kg de ração não determinou melhora nos resultados.

Na tentativa de aproveitar o fósforo complexados em produtos de origem vegetal, Meneghetti *et al.* (2011), sugerem níveis elevados de inclusão da enzima fitase, variando de 1000 a 5000 FTU/kg da ração, conseqüentemente os valores de digestibilidade foram alterados, entretanto o melhor nível deverá levar em consideração uma análise econômica do custo da inclusão da enzima fitase na dieta.

3.2 GOMA DE SOJA

Goma de soja, um dos subprodutos resultados do processamento da soja, é um dos compostos obtidos durante a degomagem do óleo de soja, que é o refino do óleo bruto para óleo degomado, sendo obtida através da centrifugação do óleo bruto após este ser hidratado (AKECHI, 2015).

A degomagem consiste em remover do óleo bruto os fosfatídeos, dentre eles a lecitina, proteínas e as substâncias coloidais. A quantidade de fosfatídeos no óleo bruto de soja pode alcançar teor em torno de 3%. Os fosfatídeos e as substâncias coloidais chamadas “gomas”, na presença de água, são facilmente hidratáveis e tornam-se insolúveis no óleo, o que possibilita sua remoção (EMBRAPA, 2001).

Segundo Araújo (2008), o processo de degomagem apresenta um rendimento de 97%, ou seja, a cada tonelada de óleo de soja bruto temos 970 kg de óleo degomado e 30 kg de goma. Considerando que o rendimento do óleo bruto é de 22%, a cada tonelada de soja produzida na safra de 2017/2018 serão produzidas 25,73 milhões de toneladas de óleo bruto de soja, acarretando na produção de 771,9 mil toneladas de goma de soja, somente no Brasil.

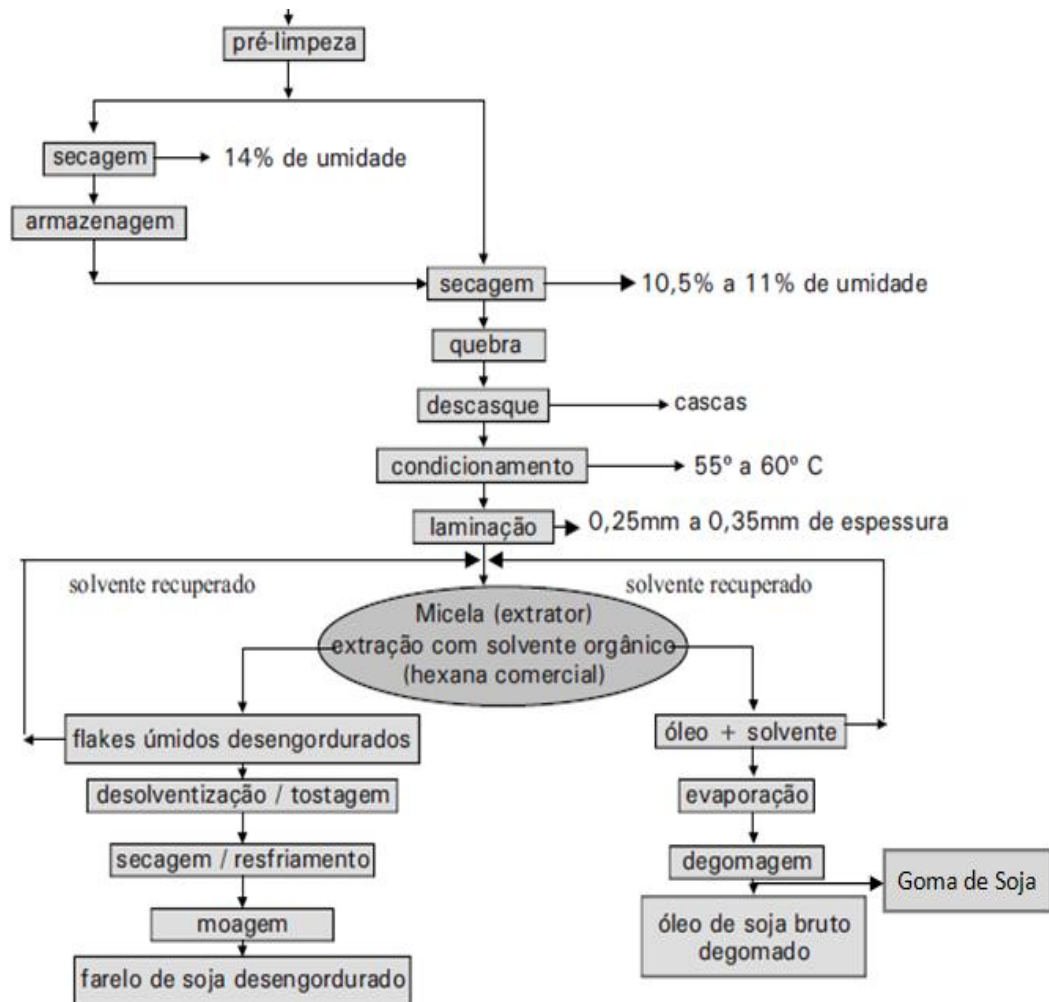
O aproveitamento da goma de soja como fonte energética e a presença de lecitina na nutrição animal pode ser uma alternativa viável para a utilização desse subproduto de soja, cujo seu uso pode promover grandes benefícios devido a diminuição do impacto ambiental. A destinação adequada deste subproduto da soja, que é uma fonte lipídica alternativa às demais e com boa qualidade e menor custo, além de proporcionar um aumento na digestão e absorção desse nutriente, pode resultar em grandes vantagens econômicas ao produtor agregando valor a um produto que seria descartado.

O processamento da soja (Figura 1) resulta em uma grande variedade de produtos, entre eles temos o farelo de soja, parte sólida utilizada como principal fonte proteica em rações de aves e suínos. O óleo de soja degomado, parte líquida, é destinado para alimentação animal, humana, ou produção de biocombustíveis. É através da degomagem desse óleo que se obtém a goma de soja, subproduto do grão de soja.

A soja em grão ao chegar na fábrica sofre um processo de pré-limpeza, que consiste na retirada das impurezas como palha, matérias verdes, terra entre outros. Nesta etapa ocorre o emprego da máquina de pré-limpeza, composta por peneiras vibratórias e uma corrente de ar que removem as impurezas. Logo após a pré-limpeza a soja é direcionada para os secadores, onde ocorre a redução da umidade do grão, na sequência, os grãos seguem para a armazenagem ou diretamente para o setor de esmagamento.

No setor de esmagamento a soja é direcionada aos quebradores de rolo onde os grãos são reduzidos a 1/8 do tamanho original. Nesse momento parte da casca da soja é retirada através de um fluxo de ar, procedimento importante pois a casca de soja possui um elevado teor de fibra e a não retirada acarretará em um aumento no teor de fibra, queda no teor de proteína bruta do farelo de soja e menor eficiência da retirada do óleo da soja. Durante o processo de quebra do grão há liberação das enzimas celulares lipase e peroxidase o que prejudica a qualidade do óleo e do farelo. Para evitar que esses problemas aconteçam, as etapas posteriores do processo devem ser realizadas o mais rapidamente possível (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA, 2001).

Figura 1 - Fluxograma de esmagamento de soja para produção de farelo, óleo de soja degomado e goma de soja.



Fonte: Adaptado de Embrapa (2001).

Logo após a quebra, a soja é encaminhada para o condicionador, equipamento que além de cozinhar também fornece umidade a soja com o intuito de ajustar a umidade da massa e alterar características físicas proporcionando plasticidade ideal e redução na formação de finos e poeira, resultando em um produto de qualidade para a próxima etapa do processo. O cozimento além de coagular e desnaturar as proteínas e inativa parcialmente as enzimas lipolíticas (EMBRAPA, 2001). A inativação dessas enzimas inibi a quebra dos triglicerídeos em

ácidos graxos livres, diminuindo com isso a acidez do óleo, proporcionando melhor qualidade do óleo degomado no final do processo (AKECHI, 2015).

A massa que sai do condicionador é conduzida para o laminador onde é prensada até obter pequenos flocos com espessura previamente determinada que possibilita o aumento da superfície de contato com o solvente. Na extração são realizados dois processamentos, o primeiro através da prensagem para retirar parcialmente o óleo e no segundo onde os flocos são introduzidos no extrator e o óleo é retirado com uso de um solvente orgânico, normalmente o hexano. O óleo dissolvido no solvente, chamado de micela, é direcionado para a destilação, enquanto o sólido nesse ponto é chamado de farelo branco e é direcionado para um equipamento chamado dessolventizador e tostador (DT) (AKECHI, 2015).

A micela é direcionada para três evaporadores com o intuito de recuperar o solvente. Após o processo de aquecimento, o óleo bruto é direcionado para o tanque de hidratação onde recebe água, que reage com os fosfolipídios presentes no óleo bruto para poderem ser removidos na centrifuga. Os produtos removidos por centrifugação são o óleo de soja degomado e a goma de soja (AKECHI, 2015).

3.2.1 Emulsificante

Os emulsificantes são compostos por moléculas anfifílicas, ou seja, moléculas que apresentam uma porção polar que é solúvel em água (hidrofílica) e uma porção apolar que é insolúvel em água (hidrofóbica), mas interage com a fase oleosa.

Devido a sua estrutura os emulsificantes reduzem a tensão superficial na interface das fases imiscíveis permitindo assim que as duas fases se interajam formando assim a emulsão, razão pela qual o emulsificante é caracterizado por promover interações na interface de duas substâncias imiscíveis (ARAÚJO, 2008).

Amplamente utilizados pela indústria de alimentos os emulsificantes são aditivos funcionais que possuem a finalidade de promover várias alterações nos produtos, como melhora da textura, maciez, estabilidade, homogeneidade e aeração (RADUJKO *et al.*, 2011).

Alguns exemplos de emulsificantes são os oligossacarídeos, celulose, gomas, pectinas, caseína, gelatina ésteres de ácidos graxos, monoglicerídeos, diglicerídios e lecitina (BELLAVÉR, 2000).

Na digestão, a emulsificação das gorduras para permitir a atuação das lípases e a posterior formação de micelas com os ácidos graxos são fundamentais para o processo de absorção dos nutrientes lipossolúveis (SILVA JÚNIOR, 2009).

Importante emulsificante natural, pode ser obtida a partir da gema do ovo e de diversas fontes de óleos vegetais, a fonte mais comum é a soja (2 a 3%). A lecitina (Tabela 1), e conseqüentemente a goma de soja, é um complexo natural de fosfolipídios. Dentre seus componentes a fosfatidilcolina estabiliza emulsão óleo/água e a fosfatidiletanolamina e o fosfatidilinositol estabilizam emulsão água/óleo (ARAÚJO, 2008).

Sua ação emulsificante baseia-se em aumentar a superfície ativa nas gorduras alimentares para a ação da lipase, facilitando a hidrólise das moléculas de triglicerídios em ácidos graxos e monoglicerídios, além de favorecer a formação de micelas de produtos da lipólise (RABER *et al.*, 2009) assim, aumentando a digestibilidade e potencializando absorção de gorduras.

Tabela 1- Composição da Lecitina

FOSFOLIPÍDIOS	%
Fosfatidilcolina	20
Fosfatidiletanolamina	15
Fostidilinositol	20
Outros Fosfatídios	5
Carboidratos e esteróis	5
Triglicerídios	35
Total	100

Fonte: Araújo (2008).

Acredita-se que os fosfolipídios são essenciais para a utilização das gorduras pelo organismo animal. Dentre as propriedades dos fosfolipídios pode-se citar: aumentar a emulsão dos lipídios no intestino delgado, preparar a atividade da lipase pancreática, incorporar ácidos graxos apolares na fase micelar, melhorar a digestibilidade da gordura, controlar a absorção do colesterol (OVERLAND *et al.*, 1994; AL-MARZOOQUI; LEESON, 1999).

De acordo com Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a lecitina de soja é um aditivo tecnológico, classificada como um antioxidante, estabilizante e emulsificante, sem restrições quanto ao seu uso, através da Instrução Normativa nº 42, de 16 de dezembro de 2010, que disponibiliza uma lista de ingredientes e aditivos utilizados na alimentação humana com emprego na alimentação animal (BRASIL, 2010).

Todavia, os resultados utilizando-se essa substância não são unânimes. Azman e Ciftici (2004) não obtiveram aumento da digestibilidade devido ao aumento gradual da inclusão da lecitina nas dietas. Rocha *et al.* (2007) trabalhando com frangos de corte na fase pré-inicial, não observaram alteração no ganho de peso, no consumo de ração e na conversão alimentar quando utilizaram 0, 3, 6, 9 e 12 g de lecitina/kg de ração, o que também foi constatado por Oliveira (2009) ao utilizar um composto comercial com a presença de lecitina. Martinez (2012), testando a utilização da lecitina em conjunto com o óleo de soja degomado, também não encontrou melhores resultados de desempenho em relação ao tratamento controle.

3.3 MATRIZ NUTRICIONAL

O termo matriz nutricional é utilizado pelo nutricionista durante a formulação das rações, a composição dos nutrientes presentes nos alimentos, obtida durante a análise bromatológica no laboratório, gera valores de nutrientes sendo denominada assim a matriz nutricional do ingrediente (composição dos nutrientes presentes nos alimentos), esses visam atender a demanda nutricional de vários nutrientes para os animais de diferentes categorias e nas diferentes fases de criação, portanto atender as exigências nutricionais dos nutrientes para os animais, outra matriz nutricional.

A eficiência na formulação da ração também é essencial para que se possa obter o máximo do potencial produtivo, contribuindo positivamente para redução no custo de produção, bom retorno econômico e diminuição do impacto ambiental dos dejetos destes animais. Devido a isto, é altamente importante saber a matriz nutricional, conhecimento e a quantificação dos nutrientes que o compõe, e energética dos alimentos a serem utilizados.

Já, no caso das enzimas, a matriz nutricional pode ter uma outra definição, já que estas não apresentam nenhum nutriente ou pequena quantidade, neste caso ela

indica a quantidade de nutrientes que será liberada a mais quando a enzima é acrescentada a ração, melhorando a digestibilidade dos outros ingredientes presentes na ração, assim podemos estimar valor de nutrientes para a matriz nutricional da enzima, goma ou outro aditivo que melhore a digestibilidade.

Para os diferentes tipos de enzimas utilizadas como aditivos na nutrição animal existem vários trabalhos comprovando que essas aumentam a disponibilidade do nutriente no trato intestinal, melhorando sua absorção e aproveitamento pelo animal, conseqüentemente os nutricionistas vão estimar matrizes nutricionais para as enzimas ou outros aditivos. A enzima mais conhecida é a fitase e um dos seus maiores benefícios é a capacidade de liberar o P fítico presente nos alimentos de origem vegetal, melhorando sua digestibilidade e diminuindo significativamente a necessidade de inclusão de fontes inorgânicas de P nas rações para atender as exigências nutricionais dos animais. Entretanto, outros benefícios com a inclusão das fitases nas dietas, como a liberação de outros nutrientes, também são relatados, como por exemplo, aminoácidos, proteínas, carboidratos, Ca²⁺ e microminerais eventualmente complexados (RIBEIRO JUNIOR *et al.*, 2015).

A goma proporcionou melhora na digestibilidade do extrato etéreo como indicado nos estudos realizados por Akechi (2015) e Ouros (2016), como a proposta do uso de enzima nas dietas para melhorar a digestibilidade dos nutrientes e conseqüentemente a estimativa de uma matriz nutricional, assim também pode ser estimada uma matriz nutricional para Goma valorizando sua energia metabolizável. Nesse contexto, Mello (2017), ao realizar um ensaio de digestibilidade para poedeiras comerciais estimou matriz nutricional para a goma de 11.000kcal/kg de energia metabolizável.

No cenário atual da economia onde cada vez mais no custo de produção a ração representa valores significativos, estimar a matriz nutricional para aditivos é uma ferramenta para os nutricionistas conseguirem uma formulação mais adequada dentro do cenário econômico e da sustentabilidade, na produção animal, realizando uma formulação mais adequada para cada realidade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

O experimento foi conduzido no UNESP – Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira - Setor de Avicultura, na fase de 7 a 42 dias de idade.

4.2 INSTALAÇÕES, AVES E MANEJO

Foram utilizadas 700 aves da linhagem Cobb® (lote sexado - machos) criados de 1 a 42 dias em um galpão convencional, sendo o período experimental na fase de 7 a 42 dias de idade. As aves foram alojadas em um galpão de alvenaria, com cobertura de telha de cerâmica, piso de concreto, paredes laterais com 0,30 m de altura completadas com tela de arame até o telhado, com 3,20 m de pé direito e cortinado externo móvel, dividido em 35 boxes de 4 m² separados por telas de 0,70 m de altura.

Na primeira semana de idade das aves, foram utilizados comedouros e bebedouros infantis, os quais, foram substituídos por comedouros tubulares adultos com capacidade para 20 kg de ração e bebedouros adultos pendulares, após a primeira semana de idade. Tanto a água como a ração foram fornecidas à vontade, com período de iluminação ajustado de acordo com o crescimento do lote. O aquecimento inicial foi realizado através de lâmpadas incandescentes de 250 watts, procurando manter o ambiente em situação de conforto térmico.

Para adequado controle da temperatura ambiente e umidade relativa do ar, foi adotado o manejo de cortinas e ventiladores, anotações diárias da temperatura máxima e mínima da parte interna do galpão, com o uso do termo-higrômetro digital.

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, contendo 7 tratamentos e 5 repetições de 20 aves. Os tratamentos consistiram em 7 tratamentos, sendo esses:

- **TC** – tratamento controle – ração padrão para cada fase de criação;
- **MF-CF** – ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da enzima fitase, com a inclusão de enzima na formulação;

- **MF-SF** – ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da enzima fitase, sem a inclusão de enzima na formulação, reduzindo assim na média em 1,60% a Energia Metabolizável, em 19,18% os níveis de Ca e em 32,38% os níveis de Pd;
- **MG-CG** – ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da goma de soja, com a inclusão de goma na formulação;
- **MG-SG** – ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da goma de soja, sem a inclusão de goma na formulação, reduzindo assim na média em 7,06% a Energia Metabolizável;
- **MFG – CFG** – ração para cada fase de criação, valorizando a associação das matrizes nutricionais dos aditivos, com a inclusão dos mesmos;
- **MFG – SFG** – ração para cada fase de criação, valorizando a associação das matrizes nutricionais dos aditivos, sem a inclusão dos mesmos, reduzindo assim na média em 8,66% a Energia Metabolizável, em 19,18% os níveis de Ca e em 32,38% os níveis de Pd.

Os tratamentos consistiram em diferentes formulações utilizando a matriz nutricional da enzima fitase e da goma de soja, a valorização da matriz nutricional preconizada para essas são descritas na (Tabela 2). A enzima fitase utilizada foi a Ronozyme Hyphos® 10.000 FTU, com uma inclusão de 1000 FTU/kg de ração, ou seja, 100g de enzima por tonelada de ração (0,01%).

Tabela 2 - Matriz nutricional estimada e determinada para enzima fitase e goma de soja utilizada na formulação das dietas

	Energia Kcal/kg	Fosforo disponível % Pd	Cálcio % Ca
Enzima fitase	500.000	1.168	1.420
Goma de soja	11.000	0,64	

Fonte: Elaborado pelo autor.

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja (Tabela 3, 4 e 5), seguindo a composição dos ingredientes (ROSTAGNO et al., 2011) e as recomendações nutricionais preconizadas pelo manual da linhagem Cobb.

Tabela 3 - Ingredientes utilizados e composição nutricional das rações experimentais, na fase inicial de 7 a 21 dias

INGREDIENTES	Rações Experimentais						
	TC	Matriz da Enzima		Matriz da Goma		Matriz da Enzima e Goma	
		MF-CF	MF-SF	MG-CG	MG-SG	MFG-CFG	MFG-SFG
Milho grão	54,07	56,44	56,44	55,27	55,27	57,1	57,1
Soja farelo 46%	36,07	35,67	35,67	35,78	35,78	35,46	35,46
Calcário	0,89	0,93	0,93	0,93	0,93	0,97	0,97
Fosfato bicálcico	1,56	0,93	0,93	1,49	1,49	0,86	0,86
Óleo soja	4,08	2,71	2,71	1,19	1,19	0,00	0,00
Sal comum	0,509	0,509	0,509	0,508	0,508	0,507	0,507
Suplemento m/v*	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
DI-metionina	0,029	0,028	0,027	0,029	0,029	0,028	0,028
L-lisina	0,186	0,194	0,194	0,193	0,193	0,199	0,199
Fitase	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000
Goma	0,000	0,000	0,000	2,00	0,00	2,00	0,00
Inerte	2,006	1,979	1,99	2,01	4,01	2,266	4,276
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100
Custo / kg de ração	0,989	0,951	0,950	0,968	0,912	0,932	0,875
Composição Calculada							
EM Mcal/kg ração	3,00	3,00	2,95	3,00	2,78	3,00	2,73
PB (%)	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00
Cálcio (%)	0,82	0,82	0,68	0,82	0,82	0,82	0,68
Fósforo disp. (%)	0,40	0,40	0,28	0,40	0,40	0,40	0,28
Fósforo total (%)	0,63	0,50	0,50	0,63	0,63	0,50	0,50
Gordura (%)	6,41	5,12	5,12	3,59	3,59	2,46	2,46
Lisina digest. (%)	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
Metionina digest. (%)	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46

*Suplemento mineral e vitamínico, níveis de nutrientes por quilograma de ração: Vit. A 10.020 UI, Vit. D₃ 2.010 UI, Vit. E 15 mg, Vit. K₃ 2,50 mg, Vit. B₁ 1,5 mg, Vit. B₂ 5,01 mg, B₆ 1,5 mg, Vit. B₁₂ 12 mcg, Ácido Fólico 0,6 mg, Biotina 0,05 mg, Niacina 35 mg, Pantotenato de Cálcio 11,22 mg, Cobre 6 mg, Cobalto 0,10 mg, Iodo 1,02 mg, Ferro 50 mg, Manganês 65 mg, Zinco 45 mg, Selênio 0,21 mg, Cloreto de Colina (50%) 700 mg, Coccidicida 80 mg, Melhorador de desempenho 80 mg, Antioxidante 12 mg e Veículo (52,8%).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 - Ingredientes utilizados e composição nutricional das rações experimentais, na fase inicial de 22 a 35 dias

INGREDIENTES	Rações Experimentais						
	TC	Matriz da Enzima		Matriz da Goma		Matriz da Enzima e Goma	
		MF-CF	MF-SF	MG-CG	MG-SG	MFG-CFG	MFG-SFG
Milho grão	57,80	60,18	60,18	59,01	59,01	61,38	61,38
Soja farelo 46%	31,11	30,70	30,70	30,81	30,81	30,40	30,40
Calcário	0,83	0,86	0,86	0,87	0,87	0,91	0,91
Fosfato bicálcico	1,33	0,70	0,70	1,27	1,27	0,63	0,63
Óleo soja	5,62	4,25	4,25	2,74	2,74	1,36	1,36
Sal comum	0,459	0,458	0,458	0,458	0,458	0,458	0,458
Suplemento m/v*	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
DL-metionina	0,023	0,021	0,021	0,022	0,022	0,021	0,021
L-lisina	0,221	0,228	0,228	0,228	0,228	0,235	0,235
Fitase	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Goma	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00
Inerte	2,007	1,993	2,003	1,992	3,992	1,996	4,006
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100
Custo / kg de ração	1,000	0,961	0,960	0,979	0,923	0,940	0,883
Composição Calculada							
EM Mcal/kg ração	3,15	3,15	3,10	3,15	2,930	3,15	2,88
PB (%)	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00
Cálcio (%)	0,73	0,73	0,59	0,73	0,73	0,73	0,59
Fósforo disp.(%)	0,35	0,35	0,24	0,35	0,35	0,35	0,24
Fósforo total (%)	0,56	0,45	0,45	0,56	0,56	0,45	0,45
Gordura (%)	8,00	6,71	6,71	5,17	5,17	3,89	3,89
Lisina digest. (%)	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
Metionina digest. (%)	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43

*Suplemento mineral e vitamínico, níveis de nutrientes por quilograma de ração: Vit. A 8.010 UI, Vit.D₃ 1.800 UI, Vit. E 12 mg, Vit. K₃ 2 mg, Vit. B₁ 1 mg, Vit. B₂ 4,02 mg, B₆ 1,02 mg, Vit. B₁₂ 10,02 mcg, Ácido Fólico 0,402 mg, Biotina 0,042 mg, Niacina 28,02 mg, Pantotenato de Cálcio 11,22 mg, Cobre 6 mg, Cobalto 0,102 mg, Iodo 1,02 mg, Ferro 50 mg, Manganês 65 mg, Zinco 45 mg, Selênio 0,21 mg, Cloreto de Colina (50%) 500 mg, Coccidicida 60 mg, Melhorador de desempenho 60 mg, Antioxidante 12 mg e Veículo (57,8%).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5 - Ingredientes utilizados e composição nutricional das rações experimentais, na fase inicial de 36 a 42 dias

INGREDIENTES	Rações Experimentais						
	TC	Matriz da Enzima		Matriz da Goma		Matriz da Enzima e Goma	
		MF-CF	MF-SF	MG-CG	MG-SG	MFG-CFG	MFG-SFG
Milho grão	61,14	63,48	63,48	62,31	62,31	64,68	64,68
Soja farelo 46%	28,36	27,96	27,96	28,07	28,07	27,66	27,66
Calcário	0,76	0,80	0,80	0,81	0,81	0,84	0,84
Fosfato bicálcico	1,09	0,45	0,45	1,02	1,02	0,39	0,39
Óleo soja	5,62	4,25	4,25	2,74	2,74	1,36	1,36
Sal comum	0,446	0,445	0,445	0,446	0,446	0,445	0,445
Suplemento m/v*	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
DI-metionina	0,089	0,089	0,089	0,089	0,089	0,088	0,088
L-lisina	0,200	0,221	0,221	0,220	0,220	0,223	0,223
Fitase	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
Goma	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00
Inerte	1,995	1,995	2,005	1,995	3,995	2,004	4,014
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100
Custo / kg de ração	0,936	0,899	0,898	0,916	0,860	0,877	0,821
Composição Calculada							
EM Mcal/kg ração	3,20	3,20	3,15	3,20	2,98	3,20	2,930
PB (%)	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Cálcio (%)	0,64	0,64	0,50	0,64	0,64	0,64	0,50
Fósforo disp. (%)	0,30	0,30	0,19	0,30	0,30	0,30	0,19
Fósforo total (%)	0,51	0,40	0,40	0,51	0,51	0,40	0,40
Gordura (%)	8,07	6,79	6,79	5,25	5,25	3,97	3,97
Lisina digest. (%)	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
Metionina digest. (%)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41

*Suplemento mineral e vitamínico, níveis de nutrientes por quilograma de ração: Vit. A 5010 UI, Vit. D₃ 1005 UI, Vit. E 7 mg, Vit. K₃ 1,2 mg, Vit. B₁ 0,3 mg, Vit. B₂ 2,4 mg, B₆ 0,6 mg, Vit. B₁₂ 6 mcg, Ácido Fólico 0,201 mg, Biotina 0,021 mg, Niacina 17 mg, Pantotenato de Cálcio 6 mg, Cobre 6 mg, Cobalto 0,081 mg, Iodo 0,81 mg, Ferro 50 mg, Manganês 52 mg, Zinco 36 mg, Selênio 0,21 mg, Cloreto de Colina (50%) 300 mg, Antioxidante 6 mg e Veículo (51%).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os parâmetros de desempenho zootécnico foram: consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, nas fases de 7 a 21, 22 a 35, 36 a 42 e na fase total de 7 a 42 dias de idade, sendo que o fornecimento e sobras de ração, assim como

as aves, foram pesados ao início e ao final de cada período, para real determinação do desempenho nas respectivas fases.

Para análise econômica, foi determinado o custo médio da dieta (CMD) e a margem bruta de comercialização (MB) como proposto por Trevisan (2013). O CMD levou em consideração o consumo de ração e o custo médio das mesmas. Os preços dos ingredientes foram obtidos no mercado em junho de 2018 e o custo total das dietas estão descritos nas tabelas de composição das mesmas. A MB foi calculada do seguinte modo:

$$MB = \frac{GPT}{CRT} \times \frac{PC}{CD}$$

Onde, PC representa o preço do kg do frango vivo, GPT o ganho de peso total, CD o custo da dieta e CRT o consumo de ração total.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando apresentaram diferenças significativas as médias foram comparadas pelo teste de SNK 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR 5.1 (2011).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância dos parâmetros de desempenho estão apresentados nas Tabela 6, 7 e 8, respectivamente para consumo de ração (CR) kg/ave, ganho de peso (GP) kg/ave e conversão alimentar (CA), para as fases em dias de 7-21, 22-35, 36-42 e fase total de 7-42 dias de idade.

Para consumo de ração, Tabela 6, foram observadas diferenças significativas ($P < 0,01$) para quase todas as fases, somente na fase de 7-21 dias não foram observadas diferenças ($P > 0,05$).

Tabela 6 – Resultados para consumo de ração (kg) nas diferentes fases de criação em dias

Tratamentos	Consumo de ração (kg)			
	nas diferentes fases de criação em dias			
	7 - 21	22 – 35	36 – 42	7 – 42
TC	0,936 a	2,264 a	1,184 a	4,384 ab
MF-CF	0,938 a	2,175 a	1,136 ab	4,249 bc
MF-SF	0,945 a	2,285 a	1,143 ab	4,373 ab
MG-CG	0,930 a	2,317 a	1,074 b	4,321 b
MG-SG	0,926 a	2,174 a	1,140 ab	4,240 bc
MFG-CFG	0,969 a	2,339 a	1,210 a	4,518 a
MFG-SFG	0,909 a	2,005 b	1,217 a	4,131 c
CV (%)	3,64	4,56	4,78	2,28
Valor de P (%)	0,23	$P < 0,01$	$P < 0,01$	$P < 0,01$

Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Descrição dos tratamentos: TC – Tratamento controle, ração padrão para cada fase de criação;

MF – CF – Ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da enzima fitase, com a inclusão da enzima na formulação; MF – SF – Ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da enzima fitase, sem a inclusão da enzima na formulação; MG – CG – Ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da goma de soja, com inclusão da goma na ração; MG – SG – Ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da goma de soja, sem a inclusão da goma na ração; MFG – CFG – Ração para cada fase de criação, valorizando a associação das matrizes nutricionais dos aditivos, com a inclusão dos mesmos; MFG – SFG – Ração para cada fase de criação, valorizando a associação das matrizes nutricionais dos aditivos, sem a inclusão dos mesmos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A diferença de consumo de ração entre os tratamentos é o resultado da composição da ração, que é constituída de diferentes ingredientes, nos tratamentos

estudados os principais nutrientes que foram alterados, foram energia metabolizável (EM), percentagem de cálcio (Ca) e percentagem de fósforo disponível (Pd), nos tratamentos sem considerar a matriz nutricional dos aditivos a redução dos nutrientes nos tratamentos foram: tratamento MF-SF redução de 1,60% (EM); 19,80% (Ca) e 32,38% (Pd); tratamento MG-SG redução de 7,06% (EM) e no tratamento MFG-SFG redução de 8,66% (EM), 19,18% (Ca) e 32,38% (Pd).

Segundo Macari (1994 apud AMARAL, 2005), as teorias de variação no consumo de ração diferem quanto aos mecanismos físicos (forma física da ração e diâmetro geométrico médio) e químicos (teorias glicostática, lipostática e aminostática). No presente experimento, nos tratamentos, ao reduzir os níveis de (EM) em 7,06 e 8,66%, essa redução proporcionou o pior ganho de peso, conseqüentemente essa ave menor necessita de uma menor ingestão de ração, esse efeito foi observado principalmente com as aves do tratamento MFG-SFG, que apresentaram o menor consumo de ração nas diferentes fases de criação.

Ao entrar com o aditivo e valorizar a sua matriz (estimada), nos diferentes tratamentos, foi possível observar o efeito positivo do aditivo em melhorar a digestibilidade dos ingredientes disponibilizando os nutrientes necessários, conseqüentemente os tratamentos MF-CF e MG-CG, apresentaram consumo igual ao do tratamento controle, entretanto no tratamento com associação dos aditivos MFG-CFG, foi observado o maior consumo de ração, nesse tratamento é possível observar o efeito das teorias químicas de ingestão de ração e o efeito positivo dos aditivos ao disponibilizar esses nutrientes para a ave.

O efeito da fitase sobre o consumo de ração em dietas com baixos níveis de Pd foi demonstrado por LAN et al., 2002; VIVEROS et al., 2002 e YU et al., 2004, entretanto, esses autores comentam sobre a importância de se avaliar a fase de criação para determinar qual é o melhor nível de redução de Pd, isso para não afetar a variável estudada.

Runho *et al.* (2003) não constataram diferenças entre os níveis de Pd para frangos de corte, na fase de 43 a 53 dias de idade, para as variáveis de desempenho, entretanto, observaram diferenças significativas para a porcentagem de fósforo nos ossos. Yan *et al.* (2004) também não verificaram diferenças significativas para consumo de ração quando reduziram o nível de Pd da dieta

controle de 0,35% para 0,15 e 0,10% de Pd (com ou sem a adição de fitase) para frangos de corte na fase de 42 a 63 dias de idade.

Portanto, no presente experimento as aves na fase de 1 a 7 dias de idade não foram submetidas a nenhum tratamento, essa fase é considerada como delicada pelos nutricionistas, assim devemos evitar os desafios de estimar matrizes nutricionais na fase inicial.

Para ganho de peso, Tabela 7, foram observadas diferenças significativas ($P < 0,01$) para todas as fases de criação, onde o tratamento com maior redução do nível de energia metabolizável e redução dos níveis de cálcio e fósforo disponível, sem a inclusão dos aditivos (enzima e goma), tratamento MFG-SFG, proporcionou o pior ganho de peso nas diferentes fases de criação,

Na fase de 22 a 35 dias de idade, para o ganho de peso nessa fase, foi possível evidenciar que redução dos níveis nutricionais da energia metabolizável, de cálcio e fósforo disponível, sem a inclusão dos aditivos, proporcionou redução no ganho de peso e para esses mesmos tratamentos ao incluir os aditivos isolados ou em associação, o ganho de peso foi igual do tratamento controle, verificando assim o efeito positivo dos aditivos na melhora da digestibilidade dos nutrientes presentes nos ingredientes.

Tabela 7 – Resultados para ganho de peso (kg) nas diferentes fases de criação em dias

Tratamentos	Ganho de peso (kg) nas diferentes fases de criação em dias			
	7 - 21	22 – 35	36 – 42	7 – 42
TC	0,732 a	1,466 a	0,779 ab	2,976 a
MF-CF	0,741 a	1,406 ab	0,805 ab	2,952 a
MF-SF	0,706 a	1,377 b	0,789 ab	2,873 a
MG-CG	0,730 a	1,402 ab	0,777 ab	2,908 a
MG-SG	0,704 a	1,351 b	0,783 ab	2,838 a
MFG-CFG	0,736 a	1,395 ab	0,847 a	2,979 a
MFG-SFG	0,644 b	1,226 c	0,714 b	2,584 b
CV (%)	3,79	3,39	6,02	2,63
Valor de P (%)	P<0,01	P<0,01	P<0,01	P<0,01

Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Descrição dos tratamentos: TC – Tratamento controle, ração padrão para cada fase de criação;

MF – CF – Ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da enzima fitase, com a inclusão da enzima na formulação; MF – SF – Ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da enzima fitase, sem a inclusão da enzima na formulação; MG – CG – Ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da goma de soja, com inclusão da goma na ração; MG – SG – Ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da goma de soja, sem a inclusão da goma na ração; MFG – CFG – Ração para cada fase de criação, valorizando a associação das matrizes nutricionais dos aditivos, com a inclusão dos mesmos; MFG – SFG – Ração para cada fase de criação, valorizando a associação das matrizes nutricionais dos aditivos, sem a inclusão dos mesmos

Fonte: Elaborado pelo autor.

O fato dos níveis de Pd reduzidos em 32,38% apresentarem ganho de peso igual ao tratamento controle na fase de 36 a 42 dias de idade, talvez seja devido a uma maior atividade enzimática do sistema digestivo das aves mais velhas, fazendo com que o fósforo fítico proveniente dos alimentos vegetais torne-se mais disponível, ou devido à baixa exigência de fósforo das aves para os parâmetros de desempenho na fase final de criação. Runho *et al.* (2003) e Yan *et al.* (2004), ao realizarem experimentos com diferentes níveis de Pd para frangos de corte na fase final de criação, de 42 a 63 dias e de 43 a 53 dias de idade, respectivamente, não verificaram diferenças significativas para os parâmetros de desempenho.

Quanto à produção de fitase endógena pelas aves existem controvérsias, sugere-se que aves adultas poderiam sintetizar alguma fitase intestinal, entretanto vários pesquisadores (NELSON *et al.*, 1968; SIMONS *et al.*, 1990; MAENZ; CLASSEN, 1998) afirmaram que a capacidade do frango de corte para o

aproveitamento de fósforo fítico é limitada, e a produção de fitase endógena é insignificante.

Entretanto, o tratamento com maior redução dos níveis nutricionais, sem a inclusão da associação dos aditivos - MFG-SFG, na fase de 36 a 42 dias de idade, proporcionou o menor ganho de peso, destacando que a energia da dieta foi o fator limitante para o desempenho das aves

Para conversão alimentar, Tabela 8, foram observadas diferenças significativas ($P < 0,01$) para quase todas as fases, somente na fase de 22-35 dias não foram observadas diferenças ($P > 0,05$).

Tabela 8 – Resultados para conversão alimentar (kg/kg) nas diferentes fases de criação em dias

Tratamentos	Conversão alimentar (kg/kg) nas diferentes fases de criação em dias			
	7 – 21	22 – 35	36 – 42	7 – 42
TC	1,279 b	1,547 b	1,525 b	1,473 ab
MF-CF	1,266 b	1,548 b	1,413 b	1,439 c
MF-SF	1,337 b	1,647 a	1,468 b	1,522 b
MG-CG	1,274 b	1,654 a	1,385 b	1,486 ab
MG-SG	1,315 b	1,610 a	1,458 b	1,494 ab
MFG-CFG	1,317 b	1,678 a	1,430 b	1,517 b
MFG-SFG	1,416 a	1,636 a	1,707 a	1,599 a
CV (%)	4,10	4,33	5,89	2,71
Valor de P (%)	$P < 0,01$	0,032	$P < 0,01$	$P < 0,01$

Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Descrição dos tratamentos: TC – Tratamento controle, ração padrão para cada fase de criação;

MF – CF – Ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da enzima fitase, com a inclusão da enzima na formulação; MF – SF – Ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da enzima fitase, sem a inclusão da enzima na formulação; MG – CG – Ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da goma de soja, com inclusão da goma na ração; MG – SG – Ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da goma de soja, sem a inclusão da goma na ração; MFG – CFG – Ração para cada fase de criação, valorizando a associação das matrizes nutricionais dos aditivos, com a inclusão dos mesmos; MFG – SFG – Ração para cada fase de criação, valorizando a associação das matrizes nutricionais dos aditivos, sem a inclusão dos mesmos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A conversão alimentar é o resultado da divisão entre o consumo de ração pelo ganho de peso, verifica-se assim a mesma tendência dos resultados anteriores, destacando que na fase total de 7 a 42 dias de idades e na fase de 22 a 35 dias, fases de maior consumo de ração, o melhor resultado foi obtido para o tratamento MF-CF, evidenciando que a matriz estimada para a enzima fitase é eficiente e esses

nutrientes são disponibilizados dos ingredientes da ração para atender as exigências nutricionais dos frangos de corte.

Para margem bruta de comercialização (MB) e custo médio da dieta (CMD), os resultados são apresentados na Tabela 9. Os tratamentos MF-CF e MG-CG, apresentam os melhores resultados ($P<0,01$) entre os tratamentos, para MB e CMD. Este resultado se deve a redução de fosfato bicálcico e óleo de soja, dois ingredientes de alto custo, conseqüentemente com a inclusão de aditivos nesses tratamentos, foi possível obter resultados de desempenho zootécnico igual do tratamento controle, comprovando assim o efeito positivo do uso de aditivos com matrizes nutricionais estimadas.

Tabela 9 – Resultados para margem bruta de comercialização (MB) e custo médio da dieta (CMD)

Tratamentos	MB	CMD
TC	1,811 b	1,437 a
MF-CF	1,924 a	1,349 b
MF-SF	1,827 b	1,425 a
MG-CG	1,934 a	1,342 b
MG-SG	1,835 b	1,418 a
MFG-CFG	1,871 ab	1,390 ab
MFG-SFG	1,891 ab	1,375 ab
CV (%)	2,64	2,73
Valor de P (%)	$P<0,01$	$P<0,01$

Médias com letras diferentes na mesma coluna, diferem entre si ($p<0,05$) pelo teste de Tukey.
 Descrição dos tratamentos: TC – Tratamento controle, ração padrão para cada fase de criação;
 MF – CF – Ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da enzima fitase, com a inclusão da enzima na formulação; MF – SF – Ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da enzima fitase, sem a inclusão da enzima na formulação; MG – CG – Ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da goma de soja, com inclusão da goma na ração; MG – SG – Ração para cada fase de criação, valorizando a matriz nutricional da goma de soja, sem a inclusão da goma na ração; MFG – CFG – Ração para cada fase de criação, valorizando a associação das matrizes nutricionais dos aditivos, com a inclusão dos mesmos; MFG – SFG – Ração para cada fase de criação, valorizando a associação das matrizes nutricionais dos aditivos, sem a inclusão dos mesmos

Fonte: Elaborado pelo autor.

6 CONCLUSÃO

A valorização individual da matriz nutricional da enzima fitase e da goma de soja, na formulação de ração para frango de corte é uma alternativa para reduzir o custo de produção sem afetar o desempenho zootécnico, entretanto, ao associar essas matrizes o efeito acumulativo não ocorre.

REFERÊNCIAS

- AKECHI, B. V. **Goma de soja na alimentação de frangos de corte: digestibilidade e desempenho.** 2015. 43 f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia Animal) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2015.
- AL-MARZOOQUI, W; LEESON, S.; Evaluation of dietary supplements of lipase, detergent, and crude porcine pâncreas on fat utilization by Young broiler chicks. **Poultry Science**, Oxford, v. 78, n. 11, p. 1561–1566, 1999.
- AMARAL, R. **Efeito do tipo e da forma física da ração pré-inicial e da idade das matrizes sobre o desempenho de frangos de corte.** 2005. 103 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- ARAUJO, J. M. A. **Química de alimentos, teoria e prática.** 4. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2008. p. 596.
- BANKS, K.M.; THOMPSON K.L.; JAYNES, P.; APPLGATE, T.J. The effects of copper on the efficacy of phytase, growth, and phosphorus retention in broiler chicks. **Poultry Science**, Cary, v. 83, p. 1335-1341, 2004.
- BIEHL, R.R.; BAKER, D.H.; DeLUCA, H.F. 1 α -Hydroxylated cholecalciferol compounds act additively with microbial phytase to improve phosphorus zinc and manganese utilization in chicks fed soy-based diets. **Journal Nutrition**, Glendale, v. 125, p. 2407-2416, 1995.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos.** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 255 p.
- BORGES, F.M.O. Utilização de enzimas em dietas avícolas. **Caderno Técnico da escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, n. 20, p. 5-30, 1997.
- BRASIL. **Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento.** Instrução Normativa nº 42, de 16 de dezembro de 2010 D.O.U., Brasília, 17 de dezembro de 2010. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=401297954>. Acesso em: 25 maio 2018.
- BROZ, J.; OLDALE, P.; PERRIN-VOLTZ, AH.; RYCHEN, G.; SCHULZE, J.; NUNES, CS. Effect of supplemental phytase on performance and phosphorus utilization in broiler chickens fed a low phosphorus diet without addition of inorganic phosphates. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 35, p. 273-280, 1994.
- CASEY, A.; WALSH, G. Purification and characterization of extracellular phytase from *Aspergillus niger* ATCC 9142. **Bioresource Technology**, Amsterdam, v. 86, p. 183-188, 2004.

COMPANHIA BRASILEIRA DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2017/2018**. Brasília, DF: Conab, 2018. v. 4, n. 7. p. 182.

DALÓLIO, F.S. **Frangos de corte submetidos às dietas contendo complexo enzimático SSF (solid state fermentation)**. 2014. 43 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2014.

DENBOM, D.M. et al. Improving phosphorus availability in soybean meal for broilers by supplemental phytase. **Poultry Science**, Cary, v. 74, p.1831-1842, 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos**. Londrina. 2001. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPSO/18455/1/doc171.pdf>. Acesso em: 14 jul. 2018.

EDWARDS JUNIOR, H.M. CARLOS, A.B.; KASIM, A.B.; TOLEDO, R.T. Effects os steam pelleting and extrusion of feed on phytase phosphorus utilization in broiler chickens. **Poultry Science**, Cary, v. 78, p. 96-1001, 1999.

ESMINGER, M.E.; OLDFIELD, J.E.; HEINEMANN, W.W. **Feeding poultry. Feeds & nutrion**. 2 ed. Califórnia: Esminger Publishing, 1990. Cap. 24, p.1009-64

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011

JUNQUEIRA, O.M.; KNOOP. R.; SAKOMURA, N.K. Meat and bone meal and dicalcium phosphate as phosphorus sources in broilers diets. **Poultry Science**, Cary, v. 72, p. 123 (Suppl.1), 1993.

LAN, G.Q. ABDULLAH, N.; JALALUDIN, S.; HO, Y.W. 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**, Cary, v. 81, 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**, Goiania, v. 8, p. 207-216, 2007.

LAURENTIZ, A. C.; JUNQUEIRA, O. M.; FILARDI, R. S.; FERREIRA, K. D.; ASSUENA, V.; SGAVIOLI, S. 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**, Vicosa, MG, v. 38, p. 1938-1947, 2009.

MAIORKA, A.; MACARI, M. Absorção de minerais. **Fisiologia Aviária Aplicada a Avicultura**. 2. ed. Ampliada. Jaboticabal. Editora FUNEP/UNESP, 2002. Cap. 13, p.167-173, 375 p.

MACÊDO, J. A. B. **Águas & Águas**. Água-reaproveitamento, fonte, legislação e características. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 505p.

MAENZ, D.D.; CLASSEN, H.L. Phytase activity in the small intestinal brush border membrane of the chicken. **Poultry Science**, v. 77, p. 557-563, 1998.

MAYNARD, L.A.; LOOSI, J.K.; HINTZ, H.F.; WARNER, R.G. **Nutrição animal**. 3. ed. Rio de Janeiro: Biblioteca Freitas Bastos, 1984. 726p.

NAMKUNG, H.; LEESON, S. Effect of phytase enzyme on dietary nitrogen-corrected apparent metabolizable energy and the ileal digestibility of nitrogen and amino acids in broiler chicks. **Poultry Science**, v. 78, p. 1317-1319, 1999.

NELSON, T.S.; SHIEH, T.R.; WODZINSKI R.J.; WARE, J.H. The availability of phytase phosphorus in soybean meal before and after treatment with mold phytase. **Poultry Science**, v.47, p.1842-1848, 1968.

NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of poultry**. 9. ed. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 156 p.

OUROS, C. C. **Potencial de emulsificação do resíduo do óleo de soja (goma de soja) sobre a digestibilidade de dietas com inclusão de diferentes fontes lipídicas**. 2016. 60 f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia Animal) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2016.

OVERLAND, M.; TOKACH, M.D.; CORNELIUS, S.G.; PETTIGREW, J.E.; WILSON, M.E. Lecithin in swine diets: II growing-finishing pigs. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 5, p. 1194-1197, 1993.

PARMER, T.G.; KIRBY, L.K.; JOHNSON, Z.B. Function, growth hormone, and organ growth in broiler deficient in phosphorus. **Poultry Science**, Cary, v. 66, p. 1995-2004, 1987.

PENZ JUNIOR, A. M. Enzima em rações para aves e suínos. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35a. SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO-RUMINANTES, 1998, Botucatu. **Anais [...]** Botucatu-SP: SBZ, 1998. p. 165-178.

PERSSON, H. TÜRK, M.; NYMAN, M.; SANDBERG, A.S. Binding of Cu, Zn, and Cd to inositol Tri-, Tetra-, Penta-, and hexaphosphates. **Journal of Agricult Food Chemistry**, Washington, v. 46, p. 3194-3200, 1998.

PETER, C.M.; BAKER, D.H. Microbial pitase does not improbé protein-amino acid utilization in soybean meal fed to young chickens. **Journal of Nutrition**, New York, v. 131, p. 1792-1797, 2001.

RABER, M. R.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; ARNAIZ, V. Suplementação de glicerol ou de lecitina em diferentes níveis de ácidos graxos livres em dietas para frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiania, v. 10, n. 3, p. 745-753, 2009.

RAVINDRAN, V.; SELLE, P. H.; RAVINDRAN, G.; MOREL, P. C. H.; KIES, A. K.; BRYDEN, W. L. Microbial phytase improves performance, apparent metabolizable energy, and ileal amino acid digestibility of broilers fed a lysine-deficient diet. **Poultry Science**, Cary, v. 80, p. 338-344. 2001.

RAVINDRAN, V.; CABAHUG, S.; RAVINDRAN, G.; BRYDEN, W.L. Influence of microbial pitase on apparent ileal amino acid digestibility of feedstuffs for broiler. **Poultry Science**, Cary, v. 78, p. 699-706, 1999.

RIBEIRO JUNIOR, V.; RIBEIRO, C. L. N; MESSIAS, R. K. G.; ROCHA, T. C. Importância da enzima fitase na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 12, n. 04, p.4127-4139,2015. Disponível em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/ARTIGO311B.pdf. Acesso em: 10 jul. 2018.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L, T. **Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011. 252 p. (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos).

ROSTAGNO, H.S. ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S. L, T. **Composição de alimentos e exigências nutricionais. (Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos)**. Viçosa, MG: UFV, 2000. 141 p.

ROSTAGNO, H.S.; SAKOMURA, N.K.; GOMES, P.C. Exigências nutricional de fósforo e sua disponibilidade em fosfato de rocha e fosfato parcialmente desfluorinado para pintos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Vicoso, MG, v. 17, n. 3, p. 249-257, 1988.

RUTHERFURD, S.M.; CHUNG, T.K.; MOREL, P.C.; MOUGHAN, P.J. Effect of microbial phytase on ileal digestibility of phytase phosphorus, total phosphorus, and amino acids in a low-phosphorus diet for broilers. **Poultry Science**, Cary, v. 83, p. 61-68, 2004.

RUNHO, R. C.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; LOPES, P.S.P.; POZZA, C. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, DF, v. 30, p. 187-196, 2001.

SALDANHA, M. M. **Fitase na alimentação de frangos de corte**. 2015. 52 f. Dissertação (Mestrado Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R.; LAGUE, P.C. The effects of supplemental microbial phytase on the performance and utilization of dietary calcium, phosphorus, copper and zinc in broiler chickens fed corn-soybean diets. **Poultry Science**, Cary, v. 75, p. 729-736, 1996.

SEBASTIAN, S.; TOUCHBURN, S.P.; CHAVEZ, E.R.; LAGUE, P.C. Apparent digestibility of protein and amino acids in broiler chickens fed a corn-soybean diet supplemented with microbial phytase. **Poultry Science**, Cary, v. 76, p. 1760-1769, 1997.

SILVA JUNIOR, A. Interações químico-fisiológicas entre acidificantes, probióticos, enzimas e lisofosfolípidios na digestão de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, DF, v. 38, n. 1, p. 238-245, 2009.

SCOTTÁ, B A.; GOMIDE, A.P.C.; CAMPOS, P.F.; BARROCA, C. C.; SILVA, A. F.; FERREIRA, S. V. Utilização de fitase na alimentação de aves e suínos. **PUBVET**, [S. l.], v. 8, p. 0084-0229, 2014.

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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, DF, v. 30, p. 802-808, 2001.

TIZZIANI, T. **Níveis de fósforo disponível em rações suplementadas com fitase para frangos de corte dos 22 aos 42 dias mantidos em ambiente de alta temperatura**. 2014. 62 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2014.

VIVEROS, A.; BRENES, A.; ARIJA, I.; Centeno C. Effects of microbial pitase supplementation on mineral utilization and serum enzyme activities in broiler chicks fed different levels of phosphorus. **Poultry Science**, Cary, v. 81, p. 1172-1183, 2002.

WALDROUP, P.W. Phosphorus in broiler nutrition. *In*: SYMPOSIUM ON FEED PHOSPHATES IN MONOGASTRIC NUTRITION, 1989, Texas. **Anais [...]** [S. l.: s. n.], 1989.

YAN, F.; KERSEY, J. H.; FRITTS, C. A.; WALDROUP, P. W. Phosphorus requirements of broiler chicks six to nine weeks of age as influenced by phytase supplementation. **Poultry Science**, Cary, v. 82, p. 294-300, 2003.

YI, Z.; KORNEGAY, E.T.; DENBOW, D.M. Effect of microbial phytase on nitrogen and amino acid digestibility and nitrogen retention of tukey poult fed corn-soyben meal diets. **Poultry Science**, Cary, v. 75, p. 979-990, 1996.

YU, B.; JAN, Y. C.; CHUNG, T. K.; LEE, T. T.; CHIOU, P. W. S. Exogenous phytase activity in the gastrointestinal tract of broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 117, p. 295-303, 2004.

ZHANG, Z.; MARQUARDT, R.R.; GUENTER, W.; CHENG, JI-SHU.; HAN, Z. Prediction of the effect of enzymes on chick performance when added to cereal-based diets: use of a modified log-linear model. **Poultry Science**, Cary, v. 79, p. 1757-1766, 2000.