

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

Vânia Pacagnan Plácido

Enzimas exógenas utilizadas na dieta de aves: Revisão bibliográfica

Curitibanos

2019

Vânia Pacagnan Plácido

Enzimas exógenas utilizadas na dieta de aves: Revisão bibliográfica

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Medicina Veterinária do Centro de Ciências rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientadora: Prof. Dr.^a Aline Félix Schneider Bedin

Curitibanos

2019

Ficha de identificação da obra

Plácido, Vânia Pacagnan

Enzimas exógenas utilizadas na dieta de aves: Revisão bibliográfica / Vânia Pacagnan Plácido ; orientador, Aline Félix Schneider Bedin, 2019.

35 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Medicina Veterinária,
Curitibanos, 2019.

Inclui referências.

1. Medicina Veterinária. 2. Avicultura. 3. Enzimas. 4. Fitase. 5. Carboidrase. I. Bedin, Aline Félix Schneider .
II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Medicina Veterinária. III. Título.

Vânia Pacagnan Plácido

Enzimas exógenas utilizadas na dieta de aves: Revisão bibliográfica

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Médico Veterinário” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Medicina Veterinária

Curitiba, 25 de junho de 2019.

Prof. Dr.

Alexandre de Oliveira Tavela

Banca Examinadora:

Prof.^a. Dra. Aline Félix Schneider Bedin

Orientadora

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Álvaro Menin

Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a. Dra. Caroline Pissetti

Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus queridos pais
Valda e Renei, a minha irmã Renata e a Leandro Dill

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por nunca permitir que eu perdesse o foco e desistisse do meu objetivo.

A minha família por sempre me apoiar e me dar forças para continuar, em especial minha mãe Valda, meu pai Renei e minha irmã Renata.

Ao Leandro Dill por sempre estar presente e me ajudar a levar a vida acadêmica de forma mais leve.

A Professora Aline Félix Schneider Bedin pelas excelentes aulas, conselhos, dicas e sugestões, sempre disposta a ajudar e tirar as dúvidas que surgem ao longo do caminho, se tornando um exemplo de pessoa e profissional pra mim.

Aos amigos que fiz não longo da caminhada, e que se tornaram minha família nestes anos em Curitiba, em especial, Andreia, Luana e Priscila.

Aos amigos que fiz durante este estágio, Fernanda, Victória e Diego que tornaram o período fora de casa mais leve e descontraído,

Ao supervisor do centro de pesquisa Fernando Augusto de Souza e demais estagiários do centro de pesquisa, e aos colaboradores que não mediram esforços para tirar as dúvidas e passar seus conhecimentos.

Ao Professor Álvaro Menin pelos excelentes conselhos e aulas se tornando um exemplo de pessoa para mim.

A Universidade Federal de Santa Catarina em especial o campus Curitiba, que me proporcionou 6 anos de estudo com a melhor qualidade.

Aos mestres e professores que se fizeram presente sempre nos mostrando seus conhecimentos e qual caminho seguir.

Ao coordenador do curso Alexandre de Oliveira Tavela por nunca medir esforços para auxiliar os alunos sempre da melhor forma possível.

Não existe nada de completamente errado no mundo, mesmo um relógio parado, consegue estar certo duas vezes por dia.
(Paulo Coelho, 2011)

RESUMO

Na produção de frangos de corte a alimentação é responsável por 70% dos custos de produção, fator este que torna fundamental a aplicação de alternativas para aprimoramento da nutrição animal. Este trabalho tem como objetivo revisar as principais enzimas utilizadas na alimentação de aves, com o intuito de minimizar fatores antinutricionais dos alimentos, aumentar a disponibilidade de nutrientes e consequentemente a digestibilidade das rações. As enzimas são substâncias proteicas de estrutura terciária ou quaternária que atuam como catalisadores de reações. Seu emprego possibilita o melhor aproveitamento dos ingredientes da dieta permitindo a liberação de nutrientes como fósforo, cálcio, e aminoácidos, além de reduzir as perdas de energia, através da atuação sobre os fatores antinutricionais encontrados nos alimentos. Os fatores antinutricionais são compostos ou classes de compostos que se encontram nos alimentos de origem vegetal, e quando consumidos, reduzem o valor nutritivo dos alimentos. Dentre as enzimas utilizadas na nutrição de aves, destaca-se a fitase, a qual não é produzida pelos monogástricos e, quando suplementada nas dietas atua quebrando as moléculas de fitato, aumentando o teor de fósforo disponível. As enzimas carboidrases realizam a quebra dos polissacarídeos não amiláceos, a amilase é capaz de degradar o amido, em produtos menores; já as xilanases realizam a degradação de hemiceluloses. As proteases são utilizadas para reduzir os níveis de inibidores de tripsina e lectinas, melhorando a digestibilidade da proteína. Complexos enzimáticos são compostos formados por mais de uma enzima obtendo como alvo diversos substratos. Os alimentos utilizados nas dietas de aves possuem diferentes antinutrientes que podem ser minimizados com as suplementações enzimáticas. A inclusão de enzimas nas dietas promove redução nos custos da alimentação, melhora o aproveitamento dos nutrientes, e menor excreção destes nutrientes no solo.

Palavras-chave: Alimentos, Avicultura, Carboidrases, Fitases, Nutrição Animal.

ABSTRACT

In the production of broilers, food is responsible for 70% of production costs, which makes it essential to apply alternatives to improve animal nutrition. The aim of this work is to review the main enzymes used in poultry feed, in order to minimize antinutritional factors of the feed, increase the availability of nutrients and consequently the digestibility of diets. Enzymes are tertiary or quaternary structure proteins that act as reaction catalysts and their use allows the better use of diets ingredients, allowing the release of nutrients such as phosphorus, calcium, amino acids and also reduce energy losses through on the antinutritional factors found in diets. Antinutritional factors are compounds or classes of compounds found in foods of vegetable origin, and when consumed, reduce the nutritional value of diets. Phytase, which is not produced by monogastrics, is one of the enzymes used in poultry nutrition, and when supplemented in diets, it breaks down the phytate molecules, increasing the available phosphorus content. The carbohydrase enzymes carry out the breakdown of the non-starch polysaccharides, the amylase is able to degrade the starch in smaller products; already the xylanases perform the degradation of hemicelluloses. Proteases are used to reduce levels of trypsin and lectin inhibitors, improving protein digestibility. Enzyme complexes are compounds formed by more than one enzyme targeting various substrates. Foods used in poultry diets have different antinutrients that can be minimized with enzymatic supplements. The inclusion of enzymes in diets promotes a reduction in feed costs, improved nutrient utilization, and lower excretion of these nutrients in the soil.

Keywords: Animal Nutrition, Carbohydrases, Fitases, Food, Poultry.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais ingredientes utilizados nas dietas avícolas e seus efeitos antinutricionais	17
Tabela 2: Conteúdo de Polissacarídeos Não Amiláceos dos alimentos, com base na matéria natural.....	17
Tabela 3: Teor de fósforo total, disponível e fítico dos principais alimentos utilizados na ração de aves.....	18

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 ENZIMAS – DEFINIÇÃO E MECANISMOS DE AÇÃO.....	15
2.1 FATORES ANTINUTRICIONAIS.....	16
2.2 FITASE	19
2.3 CARBOIDRASES.....	21
2.3.1 Amilase.....	21
2.3.2 Xilanase	22
2.4 PROTEASE.....	23
2.5 COMPLEXOS ENZIMÁTICOS.....	25
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	28
4 REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

Na produção de frangos de corte a alimentação é responsável por 70% dos custos de produção, fator que torna necessário a aplicação de alternativas para aumentar a eficiência de utilização dos alimentos (ROSA *et al.*, 2018), e desta forma a utilização de enzimas exógenas tem um papel fundamental, auxiliando no melhor aproveitamento metabólico dos ingredientes que compõem a ração.

A utilização de enzimas na indústria vem ocorrendo há aproximadamente 20 anos (KRABBE, 2012). A produção de enzimas em escala comercial se dá através de diferentes tipos de bactérias e leveduras por meio de diversas técnicas de recombinação de ácido desoxirribonucleico (DNA) e mutações (CAMPESTRINI *et al.*, 2005).

As enzimas são substâncias proteicas de estrutura terciária ou quaternária que atuam como catalisadores biológicos (FIREMAN; FIREMAN, 1998). Podendo auxiliar na quebra de moléculas específicas contidas nos alimentos (KRABBE, 2012), favorecendo o aproveitamento do fósforo, cálcio, aminoácidos e energia, refletindo no melhor desempenho produtivo, e em economia no custo final da produção, além de benefícios ao meio ambiente (BARBOSA *et al.*, 2014).

Existem quatro grupos principais de enzimas utilizadas em monogástricos: enzimas degradadoras de ácido fítico (fitase), enzimas degradadoras de proteínas (proteases), enzimas de degradação de fibras (xilanasas) e enzimas de degradação de amido (amilases) (HERBOTS *et al.*, 2008). As enzimas exógenas vêm sendo utilizadas para complementar a ação das enzimas endógenas (proteases, amilases e fitases), ou de forma aditiva, para suplementar as enzimas necessárias para o organismo dos animais (β -glucanases, pentosanas, e α -galactosidases) (CAMPESTRINI *et al.*, 2005).

A utilização de complexos enzimáticos na nutrição de aves tem se tornado uma alternativa eficiente, através da combinação de várias enzimas, permitindo ação em diversos tipos de substratos utilizados na fabricação de rações (DALOLIO, 2016).

Este trabalho tem como objetivo revisar as principais enzimas exógenas utilizadas como aditivos na alimentação de aves, bem como seus principais efeitos

sobre os fatores antinutricionais dos alimentos que compõem as dietas e consequente benefícios à nutrição das principais aves de interesse zootécnico.

2 ENZIMAS – DEFINIÇÃO E MECANISMOS DE AÇÃO

As enzimas são eficientes catalisadores biológicos e seu emprego possibilita melhorar a digestibilidade dos nutrientes, o que favorece o aproveitamento do fósforo, cálcio, aminoácidos e energia. Refletindo na melhor eficiência produtiva, representando economia no custo final da alimentação e benefícios ao meio ambiente (BARBOSA *et al.*, 2014).

É produzida por fontes vegetais, animais e microorganismos (fungos e bactérias), sendo a maioria adquirida por meio dos processos fermentativos (CAMPESTRINI *et al.*, 2005). As características da enzima como temperatura, pH, estabilidade e a composição dos ingredientes são fatores que influenciam os efeitos da adição de enzimas à alimentação animal (CAMPESTRINI *et al.*, 2005; PEIXOTO-NOGUEIRA *et al.*, 2013).

No mecanismo de ação, as enzimas têm sítio ativo que contém aminoácidos, os quais através das cadeias laterais ligam-se ao substrato específico, formando complexo de enzima substrato que permanece ativo por algum tempo, atuando na ruptura de determinada ligação química (NELSON; COX, 2014).

As enzimas exógenas são preconizadas para complementar a ação das enzimas endógenas (proteases, amilases e fitases), ou de forma aditiva, para suplementar as não sintetizadas ou sintetizadas em quantidades insuficientes pelo organismo dos animais (β -glucanases, pentosanas, e α -galactosidases) (CAMPESTRINI *et al.*, 2005).

Com a inclusão de enzimas exógenas se reduz a síntese das endógenas e, em consequência, o organismo teria a disposição maior quantidade de aminoácidos para a síntese proteica (LIMA, 2007). Além disso, com o uso de enzimas obtém-se o aumento da digestibilidade dos alimentos e dos polissacarídeos não amiláceos, disponibilizando nutrientes para a absorção, com aumento do valor energético de ingredientes, aumentando o aproveitamento da proteína, energia e fósforo, possibilitando emprego de alimentos com menor qualidade nutricional (DOURADO *et al.*, 2014; PESSOA, 2010).

Existem duas formas de se incorporar enzimas exógenas nas formulações das dietas. A primeira delas chama-se “*over the top*”, onde se suplementa com enzimas uma dieta padrão, sem alterar os níveis nutricionais, com o objetivo de aumentar o desempenho. A segunda alternativa é através da formulação com redução de nutrientes e a adição de enzimas para equilibrar a dieta padrão, com níveis nutricionais adequados e de forma econômica (DOURADO *et al.*, 2014).

Dentre as principais enzimas de uso na alimentação animal, podemos citar as amilases, xilanases, proteases, fitases, glucanases e lipases, sendo que a recomendação de uso varia de acordo com a composição dos ingredientes presentes na dieta animal (DOURADO *et al.*, 2014).

2.1 FATORES ANTINUTRICIONAIS

Fatores antinutricionais por definição são aqueles presentes em alimentos *in natura* que são gerados pelo metabolismo normal da espécie da qual o material se origina e, por diversos mecanismos: decomposição ou inativação de alguns nutrientes, diminuição da utilização digestiva ou metabólica do alimento, exercendo efeitos contrários a nutrição adequada (COUSINS, 1999). O termo fator antinutricional tem sido utilizado para descrever compostos ou classes de compostos que se encontram nos alimentos de origem vegetal, e quando consumidos, reduzem o valor nutritivo dos alimentos (SANTOS, 2008). Os fatores antinutricionais podem não ser tóxicos para os animais, mas ocasionam crescimento reduzido, conversão alimentar ruim, alterações hormonais e lesões esporádicas nos órgãos (COUSINS, 1999).

Os principais fatores antinutricionais associados aos ingredientes utilizados nas rações avícolas estão apresentados na Tabela 1. Os fatores antinutricionais presentes no milho são a presença do fitato, do amido resistente e das lectinas. Já no farelo de soja são os PNAs (Polissacarídeos não amiláceos), os oligossacarídeos, os inibidores de tripsina e as lectinas. As lectinas e os inibidores de tripsina na maioria das vezes, são inativados parcialmente pela tostagem da soja (KOCHER *et al.* 2002).

Tabela 1: Principais ingredientes utilizados nas dietas avícolas e seus efeitos antinutricionais.

Ingredientes	Fatores antinutricionais
Milho	Lectinas, fitato, amido resistente
Farelo de soja	Oligossacarídeos, PNAs, inibidores de tripsinas e lectinas
Farelo arroz	Fitato e arabinoxilanos
Farelo de trigo	Arabinoxilanos, hemoglobulina, fitato, amido resistente
Cevada	B-glucanos, amido resistente.

Fonte: adaptada de Acamovic, 2001.

As rações para frangos de corte são produzidas utilizando como ingredientes principais milho e farelo de soja (TEIXEIRA *et al.*, 2013), sendo estes insumos os responsáveis por grande parte do custo de produção (MIRANDA *et al.*, 2017). Além destes, outros alimentos como trigo, cevada, ou subprodutos animais, podem ser utilizados como ingredientes das rações (COUSINS, 1999).

Alimentos como milho e farelo de soja possuem em sua composição fatores antinutricionais, os Polissacarídeos Não Amiláceos (PNA's) (Tabela 2) (CARDOSO *et al.*, 2011). Os teores de PNA's encontrados no farelo de soja variam de 20 a 27%, e no milho de 8% (ABREU *et al.*, 2018). Os PNA's estão presentes na parede celular vegetal sendo eles: celulose, hemicelulose, quitina e pectinas, que podem interferir no desempenho dos animais, por não poder ser degradado por enzimas endógenas, eles alteram o tempo de permanência e viscosidade do alimento no trato digestivo dos animais monogástricos (CAMPESTRINI *et al.*, 2005).

Tabela 2: Conteúdo Polissacarídeo Não Amiláceos dos alimentos, percentual em matéria natural.

Alimentos	Polissacarídeos Não Amiláceos (%)		
	Solúvel	Insolúvel	Total
Farelo de soja	3,85	12,62	16,47
Milho grão	0,85	5,98	6,83
Cevada grão	5,40	9,70	15,10
Trigo farelo	3,04	23,83	26,87
Farelo de girassol	5,20	29,40	34,60

Fonte: Adaptado de ROSTAGNO *et al.* 2017.

Os PNA's se definem como uma cadeia de açúcares ligados por algumas ligações beta, responsáveis pela indigestibilidade dos polissacarídeos na alimentação de monogástricos (RIZZOLI, 2009), sendo eles classificados em solúveis e insolúveis. As fibras solúveis são compostas basicamente pela hemicelulose (arabinosilanos, β -glucanas), que no intestino, promove aumento da viscosidade da digesta através da absorção de grandes quantidades de água, formando substância gelatinosa (CONTE *et al.*, 2003), diminuindo a digestibilidade, e aumentando o tempo de permanência no trato gastrointestinal, alterando a absorção dos nutrientes e diminuindo o desempenho zootécnico das aves (BRITO *et al.*, 2008). A fração insolúvel atua como barreira entre a enzima e o nutriente (WYATT *et al.*, 2008).

O fósforo é um mineral essencial para aos animais e para o desenvolvimento ósseo tendo como fonte, origem vegetal, animal e mineral (KRABBE; LORANDI, 2012), sendo considerado o terceiro nutriente mais oneroso na alimentação de monogástricos, estando atrás somente da proteína e energia (ROSTAGNO *et al.*, 2011). A maior parte do fósforo armazenado nos grãos é encontrado na forma de fósforo fítico (Tabela 3) (KRABBE; LORANDI, 2012) também conhecido como fitato (DELMASCHIO, 2018), que é pouco disponível para monogástricos (HAN *et al.*, 2009). Em torno de 65% do fósforo presente nos grãos utilizados na alimentação está indisponível para as aves na forma de fósforo fítico, sendo que apenas 35% da fração total está disponível, levando a alta suplementação deste mineral nas dietas, seja com a adição de farinha de ossos, fosfatos de rocha e fosfatos mono e bicálcico (KRABBE; LORANDI, 2012). Esta prática tem como consequência dietas com alto teor de fósforo total e altas excreções do mineral na natureza, onde pode tornar-se um grave poluente (ROSTAGNO *et al.*, 2011).

Tabela 3: Teor de fósforo total, disponível e fítico dos principais alimentos utilizados na ração de aves.

Alimentos	% de fósforo (P) ¹		
	P total	P disponível	P fítico
Milho grão (6,92% de PB ²)	0,29	0,08	0,21
Farelo de arroz	1,71	0,35	1,37
Farelo de soja (45% de PB ²)	0,55	0,19	0,36
Farelo de trigo	0,94	0,49	0,45
Farinha de vísceras de aves	2,54	2,54	-
Fosfato bicálcico	18,5	18,5	-
Farinha de carne e ossos (43% de PB ²)	6,2	5,58	-

Fonte: Adaptado de ROSTAGNO *et al.* 2017. ¹ Em matéria natural. ²PB = Proteína Bruta.

Os benefícios da utilização de enzimas na dieta são: a liberação de fósforo disponível através da hidrólise do fitato, a eliminação de grânulos de amido resistente das paredes celulares dos ingredientes, hidrólise de ligações proteína-hidrato de carbono (lectinas) que alteram a disponibilidade de aminoácidos, a eliminação de propriedades antinutritivas incluindo os PNA's (SLOMINSKI, 2011), entre outras.

2.2 FITASE

As fitases são encontradas em algumas sementes e através de microrganismos (SANTOS *et al.*, 2008). É produzida comercialmente, por espécies de bactérias, e fungos, sendo o *Aspergillus* o principal gênero de produção (CAMPESTRINI *et al.*, 2005).

A grande parte do fósforo encontrado nas sementes de plantas está na forma de fitato, o qual na planta forma complexos com minerais, como fósforo e cálcio, proteínas e amido tornando-se indisponível para absorção (BARLETTA, 2010). A molécula de ácido fítico possui aproximadamente 28,2% de fósforo sendo assim um importante agente quelante de nutrientes como, aminoácidos, proteínas e amido; e enzimas, como a tripsina, pepsina e α -amilase, reduzindo a solubilidade e a digestibilidade através da formação de complexos insolúveis (DE BARROS, 2016).

Os monogástricos não produzem a enzima fitase capaz de degradar o fitato e desta forma a suplementação de forma exógena permite liberar os minerais ligados ao fitato, podendo ser digerido e absorvido pelos animais (BARLETTA, 2010). A fitase (myo-inositol hexakisfosfato fosfohidrolase) é uma enzima que através da quebra de ligações promove a liberação do fósforo da molécula de fitato por meio de reações de desfosforilação gerando séries menores de ésteres de fosfato de myoinositol (BOHN *et al.*, 2007).

A adição de fitase na dieta diminui a variabilidade nutricional dos ingredientes e neutraliza os efeitos antinutricionais do fitato, melhorando a precisão das rações (DE SOUZA *et al.* 2015). A fitase hidrolisa o ácido fítico, disponibilizando nutrientes complexados com esta molécula, tais como cátions, proteínas, aminoácidos, amido e

enzimas e, devido a isso, está associada ao aumento da digestibilidade de nutrientes (DE BARROS, 2016; DOURADO, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2009), reduzindo os custos de produção, o impacto ambiental e melhorando o desempenho zootécnico dos animais (SANTOS *et al.*, 2008).

A hidrólise do fitato somente é adequada quando ocorre em ambiente com pH ideal e depende diretamente do tempo de trânsito do alimento no intestino (KRABBE, LORANDI, 2012). A utilização de nutrientes também pode ser afetada por outros fatores, incluindo cálcio dietético, fósforo, proteína e níveis de energia, pH intestinal, temperatura ambiente, (DE SOUSA *et al.*, 2015), entre outras. A maioria das fitases atua em pH de 4,0 a 6,0 com exceção de bactérias do gênero *Bacillus* e *Enterobacter* e não toleram temperaturas de 60 a 95°C (GREINER; KONIETZNY, 2010).

Em estudos com a inclusão de fitase (500 FTU/kg) e xilanase (16.000 BXU/kg) nas dietas de frangos de corte foi possível diminuir em 150 Kcal/kg a EM, 0,15% o P disponível, 0,165% o Ca (cálcio) e em 0,035% o Na (sódio), além de melhorar a utilização dos nutrientes sem alterar o desempenho, o rendimento de carcaças, a morfometria e microbiota intestinal (CHAVES, 2018).

Teixeira *et al.* (2013) verificou melhor conversão alimentar nas aves alimentadas com dietas contendo 0,30% de fósforo disponível com 1.500 UF kg de fitase. Já Brunelli *et al.* (2012) utilizando uma dieta conforme as exigências das aves, observou que a suplementação de fitase não afetou o desempenho e o rendimento das carcaças, ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar dos frangos de corte, em relação à ração isenta da enzima.

Lelis *et al.* (2010) observou que a suplementação de fitase melhorou o coeficiente de digestibilidade e a retenção de fósforo, reduzindo o fósforo excretado, e aumentando a composição de fósforo na tíbia de frangos de corte. Para Conte *et al.* (2003) o peso vivo e consumo de ração aumentaram de maneira significativa com a adição de fitase, enquanto a conversão alimentar não foi afetada. Os níveis de fitase promoveram aumento linear nos teores de cinzas e fósforo da tíbia e não afetaram a deposição de Zn, Fe, Mn e Cu.

2.3 CARBOIDRASES

As carboidrases compreendem as amilases, xilanases, pectinases, β -glucanases, arabinoxilanases, celulases e hemicelulases, cujos substratos são respectivamente, o amido, pectinas, β -glucanos, arabinoxilanos, celulose e hemicelulose (OLIVEIRA; MORAES, 2007).

As enzimas carboidrases (xilanase e a glucanase), são produzidas por fungos do gênero *Aspergillus*, sendo utilizadas para hidrolisar os polissacarídeos não amiláceos, aumentando a digestibilidade dos alimentos como a cevada, o trigo, o centeio, a aveia e o triticale (CONTE *et al.*, 2003), através do rompimento da parede celular dos ingredientes de origem vegetal (CHOCT *et al.*, 2004), realizam a quebra dos carboidratos em açúcares simples sendo classificadas em enzimas que degradam o amido e os polissacarídeos não amiláceos (FIREMAN; FIREMAN, 1998).

À medida que a viscosidade da digesta aumenta, a taxa de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal diminui, reduzindo a energia, diminuindo a digestibilidade dos nutrientes, devido ao tempo de permanência no trato digestivo aumentado (COON, 1990). As enzimas estimulam a mucosa intestinal a reduzir a quantidade de substrato disponível para degradação bacteriana, pois menor quantidade de substrato resulta em menor quantidade de bactérias (OLIVEIRA *et al.*, 2009). As carboidrases são as enzimas que mais proporcionam redução nos custos de produção de ração (DE LIMA *et al.*, 2007).

2.3.1 Amilase

A Amilase é capaz de degradar o amido, em produtos menores (MENEGHETTI, 2013), sendo utilizada nas rações com o objetivo de aumentar a eficiência da degradação do amido (PESSÔA *et al.*, 2012), decompondo-o em amilose e amilopectina no intestino delgado, levando a aumento na utilização dos nutrientes (MENEGHETTI, 2013). Os pintos recém-eclodidos apresentam o trato digestório

imaturo, e o pâncreas não produz quantidade de amilase suficiente nos primeiros sete dias tornando o desenvolvimento do animal insatisfatório (DE LIMA *et al.*, 2007).

As amilases têm a capacidade de hidrolisar o amido sendo classificados em alfa-amilases (endoamilases), beta-amilases (exoamilases) e glucoamilases (amiloglucosidasas). A alfa-amilase é a mais utilizada para alimentação animal, sendo muito eficiente, fragmenta polímeros de amido em estruturas menores. Outra característica fundamental desta enzima é a termoestabilidade, sobrevivendo a processos térmicos, como os de peletização (KRABBE; LORANDI, 2012).

Conte *et al* (2003) observou em sua pesquisa que a digestibilidade do amido aumenta quando a dieta é suplementada com uma amilase através do aumento energético de alimentos ricos em amido, como o milho, ingrediente muito utilizado na produção de frangos no Brasil.

Carvalho *et al.* (2009) em um experimento com frangos de corte obteve os seguintes resultados: a conversão alimentar foi melhor em dieta com adição de α -amilase e β -glucanase com redução da energia da dieta em comparação a dieta sem a suplementação de enzimas em frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. As médias não diferiram estatisticamente do controle positivo e, portanto, a adição dos complexos enzimáticos em dietas com redução de 3% da energia metabolizável melhora o desempenho dos frangos de corte de 1 a 21 dias.

2.3.2 Xilanase

As Xilanases são responsáveis pela hidrólise das ligações β -1,4 da xilana vegetal, que é um componente da hemicelulose. As hemiceluloses são constituídas de muitos polímeros (principalmente xilana), formados por diversos resíduos de açúcares, devido a isso a sua degradação total precisa de enzimas (LOPES, 2010).

A utilização de xilanase reduz os Polissacarídeos não amiláceos insolúveis através da redução da viscosidade na dieta e a liberação de nutrientes pela hidrólise dos PNA's (DE BARROS, 2016; DELMASCHIO, 2018; OTT, 2005), além de aumentar a digestão de xilanos e arabinoxilanos (DE BARROS, 2016), auxilia no acesso da

fitase ao fitato armazenado na membrana da parede celular, melhorando o aproveitamento do fósforo e da energia (DOURADO, 2008).

Segundo Stefanello *et al.* (2016), a suplementação com amilase e xilanase aumenta a digestibilidade do amido no jejuno e íleo em 3,5% e 2,4%, respectivamente, aumentando o desempenho de crescimento, a utilização da energia e digestibilidade do amido em frangos. Os animais apresentaram maior ganho de peso e menor conversão alimentar, quando comparados aos frangos que receberam dietas sem carboidratos de 14 a 25 dias de idade. A utilização da energia e a digestibilidade da proteína bruta e matéria seca aumentaram com a suplementação de 100 FXU/kg de xilanase.

Para Cowieson (2005) o uso de xilanase isolada, sem emprego de outras enzimas exógenas como proteases, amilases ou fitase, não produz resposta tão satisfatória quanta às obtidas com a combinação das enzimas, principalmente, se as dietas forem à base de milho, sorgo ou farelo de soja, onde não ocorre alteração na viscosidade, pois estes ingredientes não contêm quantidades altas de PNAs solúveis.

De acordo com Conte *et al.* (2003) a adição de xilanase na dieta não afetou de forma significativa o peso vivo e o consumo de ração, porém melhorou significativamente a conversão alimentar, em função de menor consumo de ração nas aves que receberam xilanase.

2.4 PROTEASE

As proteases formam a família das hidrolases, responsáveis pela catálise das ligações peptídicas entre os aminoácidos das proteínas. São enzimas endógenas classificadas como endopeptidases ou exopeptidases (CANCELLI, 2017), de acordo com a posição da ligação peptídica a ser quebrada na cadeia polipeptídica. A diferença entre elas é que as exopeptidases quebram as ligações peptídicas próximas ao grupamento amino terminal (TEXEIRA, 2013). Já as endopeptidases quebram as ligações peptídicas dentro da molécula, ou seja, distantes do grupo terminal do substrato, podendo ainda ser subdivididas em serina proteases, cisteína protease,

aspártica protease ou metaloprotease (MOREIRA; SCAPINELLO; SAKAMOTO, 2004; RAO *et al.*, 1998).

Os monogástricos produzem proteases digestivas como pepsina, tripsina e quimiotripsina e carboxipeptidases (OLIVEIRA, 2014). São responsáveis pela catálise das ligações peptídicas entre os aminoácidos das proteínas e sua utilização inativa fatores antinutricionais dos alimentos (COWIESON *et al.*, 2006), a qual através da suplementação de forma exógena podem aumentar a disponibilidade de aminoácidos, colaborando com a energia metabolizável das rações e, aprimorando o desempenho zootécnico dos animais e reduzindo o custo de produção (MENEGETTI, 2013).

Lima *et al.* (2007) afirmam que a suplementação exógena de protease pode melhorar o valor nutricional dos alimentos, através da quebra de proteínas resistentes ao processo digestivo, possibilitando a redução de alguns aminoácidos e minerais na dieta.

As proteases são utilizadas para reduzir os níveis de inibidores de tripsina e lectinas, melhorando a digestibilidade da proteína (BARTELLA, 2010) e, assim, permitir uma melhor utilização do nitrogênio. Quando os animais utilizam melhor as fontes de nitrogênio, existe a possibilidade de diminuir o teor de proteína da dieta e, por sua vez, também reduzir o teor de nitrogênio nas excretas (OXENBOLL *et al.*, 2011) A proteína é considerada o ingrediente mais oneroso na produção de ração e diante disso a adição de proteases exógenas melhoram o valor nutricional através da quebra de proteínas resistentes ao processo digestivo (TORRES *et al.*, 2003). A suplementação com enzimas exógenas reduz a síntese das endógenas e, em resposta disso, o organismo tem à disposição maior quantidade de aminoácidos para a síntese proteica (LIMA *et al.*, 2007).

As suplementações de proteases nas dietas raramente são feitas de forma isolada e normalmente são administradas com complexos multienzimáticos ou *blends*, envolvendo xilanases, glucanases, amilases e fitases (TEIXEIRA, 2013). Resultados eficientes desses *blends* com esta enzima, estão relacionados diretamente com a digestibilidade da dieta, onde elas são adicionadas (COWIESON, 2010; COWIESON; BEDFORD, 2009).

Em um experimento com dietas fareladas com adição de fitase e inclusão de diferentes níveis de protease, observou-se que a alimentação com maior inclusão de protease resultou em melhor conversão alimentar, porém, o ganho de peso e o consumo de ração diminuíram, além de que foi possível obter uma melhora da digestibilidade do fósforo e cálcio (CANCELI, 2017).

Segundo Oxenboll *et al.* (2011), a adição de protease exógena em dietas de frangos de corte proporcionou maior digestibilidade dos alimentos, pois aumenta a quebra das frações proteicas, tornando mais eficiente a utilização do nitrogênio, resultando em melhor valor nutricional da dieta, desempenho e rendimento de carcaça, permitindo inclusive, a redução dos níveis de aminoácidos essenciais ou proteína bruta da dieta, tornando as rações mais eficientes e reduzindo a excreção de nitrogênio para o ambiente.

2.5 COMPLEXOS ENZIMÁTICOS

Cada enzima tem como alvo um fator antinutricional específico, presente na dieta. Sendo assim, adiciona-se uma combinação de enzima, para que uma maior quantidade de energia e nutrientes sejam liberados, em comparação ao uso de uma enzima isolada (BARLETTA, 2010). A esses produtos formados por combinação de enzimas dá-se o nome de Complexo enzimático.

Barbosa *et al.* (2014), utilizando a suplementação enzimática de fitase e complexo enzimático de amilase, xilanase e proteases em dieta de frangos de corte, com níveis nutricionais reduzidos, obteve aumento de 5,57% na energia digestível aparente, com base na matéria seca, e de 6,30% com base na matéria natural, em aves com 22 dias de idade. Já para aves com 42 dias de idade, os aumentos foram de 7,33% no coeficiente de digestibilidade da proteína bruta e 8,99% na energia digestível aparente, com base na matéria seca, e de 8,09% com base na matéria natural.

Souza *et al.* (2008) analisaram o efeito do complexo enzimático composto de xilanase, β -glucanase, α -galactosidase e galactomanase sobre o desempenho e

rendimento de carcaça de frangos de corte e observaram que a energia metabolizável, tanto do milho como do farelo de soja, foi aumentada em 2 e 9%, respectivamente; e a digestibilidade de aminoácidos em 4%, para ambos os ingredientes, na presença do complexo enzimático, sem prejudicar o desempenho das aves.

De acordo com Francesch e Geraert (2009), a utilização de um complexo enzimático contendo xilanase, β -glucanase e fitase permite a redução de energia metabolizável, proteína bruta e aminoácidos digestíveis em até 3% de uma dieta à base milho e farelo de soja, sem prejudicar o desempenho de frangos de corte.

Em um experimento com níveis nutricionais reduzidos e a adição de complexo enzimático, o consumo de ração, o peso médio e o ganho de peso foram 6,1%; 9,8% e 10,2 % maiores comparados ao grupo sem adição de enzimas, e a conversão alimentar foi melhor 3,4% em comparação ao grupo sem suplementação enzimática (BARBOSA *et al.*, 2014).

A suplementação enzimática melhorou as características de desempenho das aves que receberam níveis nutricionais reduzidos. O consumo de ração, peso médio e ganho de peso foram maiores e, a conversão alimentar melhor comparado ao grupo sem suplementação enzimática, proporcionando resultados de desempenho semelhantes as aves alimentadas com uma dieta com níveis adequados, evidenciando a atuação das enzimas na liberação de nutrientes (BARBOSA *et al.*, 2014).

Em um estudo com adição de complexo enzimático composto por amilase, carboidrase, protease e fitase em frangos de corte obteve-se os seguintes resultados: nas rações elaboradas com sorgo, a adição do complexo enzimático proporcionou melhores coeficientes de digestibilidade da gordura e do nitrogênio. A adição de complexo enzimático em rações formuladas com sorgo melhora a conversão alimentar somente na fase inicial de criação dos frangos, enquanto a adição de complexo enzimático não melhora o desempenho de frango nas rações elaboradas com milho (LEITE *et al.*, 2011).

A suplementação com complexo enzimático composto de xilanase, α -glucanase, mannanase, pectinase e protease, em dietas formuladas com soja integral

desativada demonstrou aumento no consumo de ração e no ganho de peso em comparação com a dieta sem suplementação (OPALINSKI *et al* 2006).

Em um experimento com dietas compostas principalmente por milho e soja, com redução de 3% dos níveis de proteína bruta e energia metabolizável, suplementadas com complexo multienzimático composto por protease, amilase, celulase, peptinase, lipase, lactase , xilanase e fitase, com a adição de probiótico, obteve-se aumento do consumo de ração mas o peso vivo, e a conversão alimentar não se alteraram (GEWEHR *et al.*, 2014).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os alimentos utilizados nas dietas de aves possuem diferentes antinutrientes que podem ser minimizados com as suplementações enzimáticas, contudo vale ressaltar que a enzima só atua quando o substrato está presente. Deve se conhecer as características dos alimentos para a escolha das enzimas adequadas.

A inclusão de enzimas nas dietas pode promover redução nos custos da alimentação por meio da diminuição da utilização de ingredientes onerosos, além disso pode melhorar o aproveitamento dos nutrientes, e conseqüentemente gerar menor excreção destes nutrientes no solo. O uso de enzimas nas dietas das aves possibilita utilizar alimentos alternativos em substituição aos ingredientes convencionais, sem alterar o desempenho zootécnico dos animais.

4 REFERÊNCIAS

ABREU, M. T. et al. Complexo enzimático à base de xilanase, β -glucanase e fitase em rações para poedeiras comerciais leves em pico de produção. **Boletim de Indústria Animal**, v. 75, 2018.

ACAMOVIC, T. Commercial application of enzyme technology for poultry production. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 57, n. 3, p. 225-242, 2001. Disponível em: <https://doi.org/10.1079/WPS20010016>. Acesso em 18 de maio de 2019.

BARBOSA, N.A.A. et al. Digestibilidade ileal de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com enzimas exógenas. **Comunicata Scientiae**, v. 5, n. 4, p. 361-369, 2014.

BARLETTA, A. Introduction: Current Market and Expected Developments. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. (Ed.). **Enzymes in farm animal nutrition**. Cabi, 2010.

BOHN, L., JOSEFSEN, L., MEYER, A.S. AND RASMUSSEN, S.K. Quantitative analysis of phytate globoids isolated from wheat bran and characterization of their sequential dephosphorylation by wheat phytase. **J Agric Food Chem** 55, 7547–7552.2007.

BRITO, M. S.; et al. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – **Revisão. Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.111-117, 2008.

BRUNELLI et al. Efeitos da fitase no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. **Semina Ciências Agrárias** 2012, 33. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744118021>. Acesso em 18 de maio de 2019.

CAMPESTRINI, E; SILVA, V. T. M.; APPELT, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 6, p. 254-267, 2005. Disponível em: http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/027V2N6P259_272_NOV2005. Acesso em 18 de maio de 2019.

CARDOSO, D. et al. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Arquivos de Zootecnia**, v.60, n.232, p.1053-1064, 2011.

CANCELLI, T. **Protease em dietas para frango de corte**. Dissertação de Mestrado. 2017. Universidade Federal do Paraná.

CARVALHO, J.C. et al. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2009.

CHAVES, N.R.B. **Fitase e xilanase em dietas com ajustes nutricionais para frangos de corte** Universidade Federal De Mato Grosso Do Sul Programa De Pós-Graduação Em Ciência Animal Curso De Doutorado. 2018.

CHOCT M, et al. A comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. **Br J Nutr.** Jul.; v. 92, n. 1, p.:53-61, 2004.

CONTE, A. J. et al. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **R. Bras. Zootec.** [online]. 2003, vol.32, n.5, pp.1147-1156. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982003000500015>. Acesso em 18 de maio de 2019.

COON C.N.et al. Efeito do farelo de soja livre de oligossacarídeos sobre a verdadeira energia metabolizável e digestão de fibras em galos adultos. **Avicultura Ciência** 1990; 69: 787-793.

COUSINS, B. Enzimas na nutrição de aves. In: Simpósio Internacional Acav – Embrapa Sobre Nutrição de Aves, 1., 1999, Concórdia, SC. **Anais.** Concórdia: EMBRAPA-CNPASA, 1999. p.115-129. DA COSTA LEITE, P.R.S. et al. Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milho e complexo enzimático. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 3, p. 280-286, 2011.

COWIESON, A.J.; HRUBY, M.; PIERSON, E.E.M. Evolving enzyme technology: Impact on commercial poultry nutrition. **Nutrition Research – Reviews**, v.19, p. 90-103, 2006

COWIESON, A. J. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 119, n. 3/4, p. 293-305, Apr. 2005.

COWIESON, A. J.; BEDFORD, M. R. The effect of phytase and carbohydrase on ileal amino acid digestibility in monogastric diets: complementary mode of action? **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 65, n. 4, p. 609-624, Dec. 2009.

COWIESON, A. J. Strategic selection of exogenous enzymes for corn-based poultry diets. **Journal of Poultry Science**, Champaign, v. 47, n. 1, p. 1-7, 2010.

DE BARROS. V.R.S.M. **avaliação nutricional da fitase e suas interações para. Frangos de corte.** Tese de Doutorado. Universidade federal de viçosa. Minas Gerais, Brasil 2016.

DE SOUSA, J. P. L. et al. The effect of dietary phytase on broiler performance and digestive, bone, and blood biochemistry characteristics. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 17, n. 1, p. 69-76, 2015.

DELMASCHIO, I. B. Enzimas na alimentação de animais monogástricos - Revisão de literatura. **Revista Científica de Medicina Veterinária-UNORP**, v.2, n.1, p. 06-20, 2018.

DALOLIO, F.S. et al. Exogenous enzymes in diets for broilers. **Rev. bras. saúde prod. anim.**, Salvador, v. 17, n. 2, p. 149-161, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-99402016000200003>. Acesso em 18 de abr. de 2019.

DOURADO, L.R.B. **Enzimas exógenas em dietas para frangos de corte**. 2008. Tese de Doutorado - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2008.

DOURADO, L.R.B.; BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K. Enzimas na nutrição de monogástricos. In: SAKOMURA, N.K. et al. Nutrição de monogástricos. Jaboticabal: **Funep**, 2014. p. 466-484.

FIREMAN, F.A.T.; FIREMAN, A.K.B.A.T. Enzimas na alimentação de suínos. **Ciência Rural [online]**. 1998, vol.28, n.1, pp.173-178. ISSN 0103-8478. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84781998000100030>. Acesso em 18 de maio de 2019.

FRANCESCH, P.M. GERAERT, A. Enzyme complex containing carbohydrases and phytase improves growth performance and bone mineralization of broilers fed reduced nutrient corn-soybean-based diets, **Poultry Science**, V. 88, n. 9, 2009, Pg. 1915–1924, Disponível em: <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00073>. Acesso em 18 de maio de 2019.

GEWEHR, C.E. et al. Complexo multienzimático e probióticos na dieta de frangos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 4, 2014.

GREINER, R.; KONIETZNY, U. 2010. Phytases: Biochemistry, Enzymology and Characteristics Relevant to Animal Feed Use. In: Bedford, M. R. and G. G. Partridge (eds). **Enzymes in farm animal nutrition**. 2 nd edition. London, UK, 319p.

HAN, J.C.; YANG, X.D.; QU, H.X. et al. Evaluation of equivalency values of microbial phytase to inorganic phosphorus in 22- to 42-day-old broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.18, p.707-715, 2009.

HERBOTS, I. et al. Enzymes, 4. Non-food Application. In Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry; Wiley-VCH Verlag GmbH, Co. KGaA: Weinheim, Germany, 2008.

KOCHER, A.; CHOCT, M.; BROZ, J. Effects of feed enzymes on nutritive value of soybean meal fed to broilers. **British Poultry Science**, London, v. 43, n. 1, p. 54-63, Mar. 2002. DOI: 10.1080 / 00071660120109890

KRABBE, EVERTON LUIS; LORANDI, SARA. Atualidades e tendências no uso de enzimas na nutrição de aves. In: Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Congresso Latino-Americano de nutrição animal, 6., 2014, São Pedro, SP. **Anais**. São Pedro, SP: CBNA, 2014., 2014. Disponível em: <https://docplayer.com.br/30301706-Atualidades-e-tendencias-no-uso-de-enzimas-na-nutricao-de-aves.html>. Acesso em 10 de maio de 2019.

KRABBE, E. L. Perspectivas quanto ao desenvolvimento de enzimas para uso na nutrição de aves. In: Embrapa Suínos e Aves-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: seminário internacional de aves e suínos-avesui, 11., 2012, São Paulo, SP. **Anais**. Florianópolis: Gessulli, 2012. Disponível em <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/936668/1/AvesuiEvertonKrabbePe rspectivasquantoaodesenvolvimentodeenzima.pdf>. Acesso em 5 de maio de 2019.

LEITE, P. R. S. C. et al. Desempenho de frangos de corte e digestibilidade de rações com sorgo ou milho e complexo enzimático. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 3, p. 280-286, 2011

LELIS, Guilherme Rodrigues et al. Suplementação dietética de fitase sobre o metabolismo de nutrientes de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 8, p. 1768-1773, 2010.

LIMA, M.R., et al. Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.1, n.4, p.99-110, 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/acta/article/view/485>. Acesso em 10 de jun. de 2019.

LOPES, F.P. **Otimização da produção de xilanase por levedura silvestre**. 2010. 89f. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2010

SANTOS, A.P.S.F. et al. Características de carcaça de frangos alimentados com farelo de algodão. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 217, p. 15-24, 2008.

MENEGHETTI, C. **Associação de enzimas em rações para frangos de corte**. 2013. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, 2013.

MIRANDA, L.M.B. et al. Farelo de algodão em dietas com ou sem suplementação de enzimas para frango de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 4, p. 690-699, 2017.

MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; SAKAMOTO, M. U. Fisiologia da digestão e absorção de proteínas em aves. In: SAKOMURA, N. K. et al. **Curso de fisiologia da digestão e metabolismo dos nutrientes em aves**. Jaboticabal. 2004. CD-ROM.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

OLIVEIRA, M. C. D. et al. Mananoligossacarídeos e complexo enzimático em dietas para frangos de corte. **R. Bras. Zootec.** [online]. 2009, vol.38, n.5, pp.879-886. ISSN 1516-3598. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009000500014>. Acesso em 18 de maio de 2019.

OLIVEIRA, Maria Cristina et al. Fitase em dietas com níveis reduzidos de fósforo não-fítico para frangos de corte. **Biotemas**, v. 22, n. 4, p. 169-176, 2009.

OLIVEIRA, I. M. M. de. **Caracterização nutricional do bagaço de mandioca e sua utilização na alimentação de frangos de crescimento lento**. 2012. Dissertação (Mestre em Produção Animal) Universidade Federal do Tocantins, Araguaína-TO, 2012.

OLIVEIRA, R.F. **Adição de protease exógena em dietas fareladas e peletizadas para frangos de corte**. 2014. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2014. doi:10.11606/D.10.2016.tde-23032015-101321. Acesso em: 16 de jun. de 2019

OLIVEIRA, M.C.; MORAES, V.M.B. Mananoligossacarídeos e enzimas em dietas à base de milho e farelo de soja para aves. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.3, p.339-357, jul./set. 2007.

OPALINSKI, M. et al. Adição de níveis crescentes de complexo enzimático em rações com soja integral desativada para frangos de corte. **Archives of Veterinary Science**, v. 11, n. 3, 2006.

OPALINSKI, M. et al. Adição de complexo enzimático e da granulometria da soja integral desativada melhora desempenho de frangos de corte. **Cienc. Rural** [online]. 2010, vol.40, n.3, pp.628-632. Epub Feb 26, 2010. ISSN 0103-8478. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010005000017>. Acesso em 18 de maio de 2019.

OTT, R. P. **Utilização de carboidrases em dietas para frangos de corte**. 2005. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia; Porto Alegre, 2005.

OXENBOLL, K. M. et al. Use of a protease in poultry feed offers promising environmental benefits. **International Journal of Poultry Science**, v. 10, n. 11, p. 842-848, 2011.

PEIXOTO-NOGUEIRA, S.C. et al. Estabilidade xilanásica no rúmen e digestibilidade in vitro de volumosos tratados com extrato enzimático de *Aspergillus niveus*. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.7, n.1, p. 46-60, 2013. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5203811>. Acesso em 18 de maio de 2019.

PESSÔA, G.B.S.; TAVERNARI, F.C.; VIEIRA, R.A.; ALBINO, L.F. Novos conceitos em nutrição de aves. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, p.755-774, 2012.

PESSOA, G.B.S. **Avaliação de complexo enzimático em dietas de frangos de corte**. 2010. 75f. Dissertação (Magister Scientiae) - Universidade Federal de Viçosa. 2010.

RAO, M B. et al. Molecular and biotechnological aspect of microbial proteases. **Microbiol Mol Biol Ver**, v 62, n.3, p. 597-635, 1998.

RIZZOLI, Paula Wick. **Desempenho, incremento de energia e digestibilidade de nutrientes em rações de frangos de corte contendo enzimas exógenas**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo

ROSA, M. S. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com inclusão de creatina animal na ração. **Boletim De Indústria Animal**, v. 75, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.17523/bia.2018.v75.e1433>. Acesso em 18 de maio de 2019.

ROSTAGNO, H. S.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3 eds. Vicosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4ª ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. 252 p., 2017.

SANTOS, A. P. S. F. et al. Características de carcaça de frangos alimentados com farelo de algodão. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, n. 217, p. 15-24, 2008.

SLOMINSKI, B. Recent advances in research on enzymes for poultry diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 90, n9, p. 2013-2023, 2011.

STEFANELLO, C. **Utilização de mix de enzimas exógenas na alimentação de frangos de corte**. 2016. Tese de doutorado - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul Faculdade de Agronomia. Porto Alegre, brasil. 2016. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/141231>. Acesso em 18 de maio de 2019.

TEIXEIRA, L. do V. **Misturas enzimáticas em rações para frangos de corte.** 2013. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

TEIXEIRA, E.N.M. et al. Suplementação da fitase em rações com diferentes níveis de fósforo disponível para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 2, p. 390-397, 2013.

TORRES M.D. et al. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v.27 n. 6, p. 1401-1408, nov/dez., 2003.

WYATT, C. et al. Mechanisms of action for supplemental NSP and phytase enzymes in poultry diets. **Poultry Nutrition Conference**. n. 5, p.1-11, 2008.