



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO

**CARACTERÍSTICAS INTESTINAIS DE FRANGOS DE  
CORTE SUBMETIDOS A DIETAS CONTENDO XILANASE  
DE FUNGOS FILAMENTOSOS DO CERRADO PANTANAL**

**Maurício Silva Rosa**

CAMPO GRANDE, MS  
2018



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
CURSO DE MESTRADO

**CARACTERÍSTICAS INTESTINAIS DE FRANGOS DE  
CORTE SUBMETIDOS A DIETAS CONTENDO XILANASE  
DE FUNGOS FILAMENTOSOS DO CERRADO PANTANAL**

Intestinal characteristics of broilers submitted to diets containing xylanase of filamentous fungi from Cerrado Pantanal

**Maurício Silva Rosa**

**Orientador: Prof. Dr. Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento**  
**Coorientador: Charles Kiefer**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Mato Grosso  
do Sul, como requisito à obtenção do  
título de Mestre em Ciência Animal.  
Área de concentração: Produção  
Animal.

CAMPO GRANDE, MS  
2018



Certificado de aprovação

**MAURÍCIO SILVA ROSA**

**Características intestinais de frangos de corte submetidos a dietas contendo xilanase de fungos filamentosos do cerrado Pantanal**

**Intestinal characteristics of broilers submitted to diets containing xylanase of filamental fungi of cerrado Pantanal**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Mato Grosso  
do Sul, como requisito à obtenção do  
título de mestre em Ciência Animal.

Área de concentração:  
Produção Animal.

Aprovado(a) em: 26-02-2018

BANCA EXAMINADORA:

\_\_\_\_\_  
Dra. Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento  
(UFMS) – (Presidente)

\_\_\_\_\_  
Dra. Milena Wolff Ferreira  
UCDB

\_\_\_\_\_  
Dra. Cássia Rejane Brito Leal  
UFMS



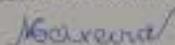
Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



## CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Características intestinais de frangos de corte submetidos a dietas contendo xilanase de fungos filamentosos do Cerrado-Pantanal", registrada com o nº 850/2017, sob a responsabilidade de **Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento** - que envolve a utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata, para fins de pesquisa científica - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovada pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS/CEUA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL/UFMS, na 4ª reunião ordinária do dia 12/05/2017.

FINALIDADE	( ) Ensino ( x ) Pesquisa Científica
Vigência da autorização	16/05/2017 a 28/02/2018
Espécie/Linhagem/Raça	<i>Gallus gallus domesticus</i> / Cobb 500/ Frangos de Corte
Nº de animais	200
Peso/Idade	50g a 2800kg / 1 a 42 dias
Sexo	Machos
Origem	Incubatório Comercial

  
**Maria Araújo Teixeira**  
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais  
CEUA/UFMS

**Maria Araújo Teixeira**  
Coordenadora da CEUA/UFMS  
Campo Grande, 15 de maio de 2017.

Comissão de Ética no Uso de Animais/CEUA  
<http://www.propp.ufms.br/ceua>  
[ceua\\_2000@gmail.com](mailto:ceua_2000@gmail.com)  
fone (67) 3345-7925



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



*Aos meus pais Joice Otano da Rosa (In memoriam) e Adelina Conceição da Silva  
Á minha irmã Mariana Silva Rosa  
Á minha família  
Á minha namorada Ronyatta Weich Teobaldo  
Dedico*



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



*Águas mansas não fazem bons marinheiros*  
वश में पानी अच्छा नाविक नहीं बनाते  
Provérbio Indiano



## **AGRADECIMENTOS**

Primeiro agradeço a Deus, pelo apoio e oportunidade de alcançar essa grande conquista.

A minha namorada Ronyatta Weich Teobaldo, por sempre acreditar e estar ao meu lado nos momentos bons e ruins, me apoiando e incentivando a ser sempre melhor, te amo.

Em especial ao meu pai Joice Otano da Rosa (*In memoriam*), a minha mãe Adelina Conceição da Silva e a minha irmã Mariana Silva Rosa, pela formação, apoio e incentivo.

A toda minha família, pelo apoio incondicional desde o início da minha graduação, sem vocês seria impossível eu estar onde estou.

A minha orientadora Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento e ao meu coorientador Charles Kiefer, pela oportunidade, dedicação, orientação, disposição e ajuda nesse trabalho, sobretudo no meu crescimento profissional durante essa etapa da minha vida.

Aos amigos e colegas de trabalho Henrique, Thiago, Natália, Luanna, Larissa e Violeta pela amizade e colaboração indispensável no dia-a-dia e no trabalho de pesquisa.

Aos estagiários do LECA, por terem participado e ajudado na execução deste trabalho.

Aos professores e ao secretário (Ricardo) da Pós-Graduação em Ciência Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFMS, que se dedicaram e compartilharam suas experiências e conhecimentos, oferecendo uma formação completa.

Aos professores que participaram das bancas de qualificação e defesa, por seu total empenho em ajudar e melhorar a concretização deste trabalho.

A toda a equipe do Laboratório de Bioquímica da UFMS, pela produção do produto testado neste estudo.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, pela oportunidade da realização do curso de Mestrado.

A Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

À FUNDECT (Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do estado de Mato Grosso do Sul), pelo apoio à presente pesquisa e pela concessão da bolsa de estudos referente à chamada Fundect/CAPES nº 05/2016.

E para aqueles que de maneira direta ou indireta contribuíram para o meu desenvolvimento.

Muito obrigado!



## RESUMO

ROSA, M. S. Características intestinais de frangos de corte submetidos a dietas contendo xilanase de fungos filamentosos do Cerrado Pantanal. 2018. 70 f. Dissertação - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2018.

A utilização de enzimas exógenas em dietas para frangos de corte pode reduzir os fatores antinutricionais presentes nos alimentos, aumentando a digestibilidade e o aproveitamento de nutrientes, além de melhorar a saúde intestinal das aves, proporcionando maior desempenho produtivo final. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o desempenho, a digestibilidade e as características intestinais de frangos de corte, submetidos a dietas com diferentes concentrações de xilanase e fitase. Foram usados 200 frangos de corte comercial da linhagem Cobb 500. As dietas foram: Controle positivo (CP): ração formulada conforme as exigências nutricionais das aves e sem adição de enzimas; Controle negativo (CN): considerando a matriz nutricional das enzimas com reduções em relação a exigência nutricional em 100 Kcal/kg de energia metabolizável, 0,15% de fósforo disponível, 0,165% de cálcio e 0,035% de sódio e sem adição de enzimas; Controle negativo+Xilanase Comercial+Fitase (CN+XC+F): dieta do tratamento controle negativo com adição de 100 g/T de xilanase comercial e 75 g/T de fitase comercial; Controle negativo+Xilanase do Cerrado Pantanal+Fitase (CN+XP+F): dieta do tratamento controle negativo com a adição de 100 g/T xilanase extraída de fungos filamentosos da região do Cerrado Pantanal e 75 g/T de fitase comercial. As xilanases comercial e Cerrado Pantanal foram produzidas a partir dos fungos *Trichoderma reesei* e *Aspergillus japonica*, respectivamente, e a fitase da bactéria *Escherichia coli*. Foi realizado um ensaio de digestibilidade para determinação dos coeficientes de metabolizabilidade e energia metabolizável. Após o abate, foi realizada a laparotomia para análise da morfometria do intestino delgado. Foi realizada análise da microbiota intestinal com contagem de UFC/ml e identificação dos principais gêneros/espécies de bactérias entéricas. As aves submetidas a dieta xilanase Cerrado Pantanal apresentaram coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca e extrato etéreo, e valores de energia metabolizável superiores às demais dietas. Os valores de P plasmático foram maiores para os frangos alimentado com dieta com redução de nutrientes e inclusão de xilanase Cerrado Pantanal+fitase. Concluiu-se que a suplementação de xilanase e fitase em dietas com redução de energia metabolizável, Ca, P e Na foi efetiva para melhorar a digestibilidade da proteína, fósforo e extrato etéreo, e foi eficiente em manter o ganho de peso e o peso de carcaça dos frangos de corte. A associação das enzimas xilanase comercial e xilanase Cerrado Pantanal em dietas com redução de energia metabolizável, fósforo disponível, cálcio e sódio não afetou o peso e rendimentos de vísceras, a morfometria intestinal do jejuno e íleo, e a microbiota intestinal de frangos de corte.

Palavras-chave: *Aspergillus japonica*; desempenho; digestibilidade; energia metabolizável; enzimas exógenas; microbiologia intestinal



## ABSTRACT

ROSA, M.S. Intestinal characteristics of broilers submitted to diets containing xylanase of filamental fungi of Cerrado Pantanal. 2018. 70 f. Dissertação - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2018.

The use of exogenous enzymes in diets for broiler chickens can reduce the antinutritional factors present in food, increasing digestibility and nutrient utilization, as well as improving the intestinal health of poultry, thus providing higher final productive performance. In this sense, the objective was to evaluate the performance, digestibility and intestinal characteristics of broilers submitted to diets with xylanase and phytase. Two hundred commercial broilers of the Cobb 500 strain were used. The diets were: Positive control (PC): ration formulated according to the nutritional requirements of birds and without addition of enzymes; Negative control (NC): considering the nutritional matrix of the enzymes with reductions in relation to the nutritional requirement in 100 Kcal/kg of metabolizable energy, 0.15% of available phosphorus, 0.165% of calcium and 0.035% of sodium and without addition of enzymes ; Negative control+commercial xylanase + phytase (NC+CX+F): diet of the negative control treatment with addition of 100 g / T of commercial xylanase and 75 g/T of commercial phytase; Negative control+Xilanase from Cerrado Pantanal+Fitase (NC+XP+F): diet of negative control treatment with the addition of 100 g/T xylanase extracted from filamentous fungi of Cerrado Pantanal region and 75 g/T of commercial phytase. Commercial xylanases and Cerrado Pantanal were produced from the fungi *Trichoderma reesei* and *Aspergillus japonica*, respectively, and phytase from the bacterium *Escherichia coli*. A digestibility assay was performed to determine the coefficients of metabolizable and metabolizable energy. After slaughter, a laparotomy was performed to analyze the morphometry of the small intestine. An analysis of the intestinal microbiota with a CFU / ml count and identification of the main genera/species of enteric bacteria was performed. The birds submitted to the Cerrado Pantanal xylanase diet had metabolizable coefficients of dry matter and ethereal extract, and values of metabolizable energy higher than the other diets. Plasma P values were higher for broilers fed with diet with nutrient reduction and inclusion of xylanase Cerrado Pantanal+phytase. It was concluded that xylanase and phytase supplementation in metabolizable energy, Ca, P and Na diets were effective in improving the digestibility of protein, phosphorus and ethereal extract, and was efficient in maintaining weight gain and weight carcass of broilers. The association of the commercial xylanase and Cerrado Pantanal xylanase enzymes in diets with metabolizable energy, available phosphorus, calcium and sodium did not affect the weight and yield of viscera, intestinal morphometry of the jejunum and ileum, and the intestinal microbiota of broilers.

**Keywords:** *Aspergillus japonica*; digestibility; exogenous enzymes; intestinal microbiology; metabolizable energy; performance



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Conteúdo de P-fítico de alguns alimentos de origem vegetal.....	15
Tabela 2. Conteúdo de xilano solúvel e insolúvel nos principais ingredientes utilizados nas rações de não ruminantes em % dos PNAs totais.....	17
Tabela 3. Composição percentual e valores estimados das dietas experimentais para frangos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 dias).....	32
Tabela 4. Composição percentual e valores estimados das dietas experimentais para frangos de corte na fase inicial (8 a 21 dias de idade).....	33
Tabela 5. Composição percentual e valores estimados das dietas experimentais para frangos de corte na fase de crescimento (22 a 33 dias de idade).....	34
Tabela 6. Composição percentual e valores estimados das dietas experimentais para frangos de corte na fase de pré-abate (34 a 42 dias de idade).....	35
Tabela 7. Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), extrato etéreo (CMEE) e fósforo (CMP) e teores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) e nitrogênio retido (BN) de frangos de corte com 21 dias de idade submetidos a dietas contendo xilanase comercial e xilanase do Cerrado Pantanal associadas a fitase .....	37
Tabela 8. Desempenho, consumo de nutrientes e deposição corporal de frangos de corte submetidos a dietas com inclusão de xilanase comercial e xilanase do Cerrado Pantanal associadas a fitase .....	39
Tabela 9. Características de carcaça de frangos de cortes aos 42 dias submetidos a dietas com inclusão de xilanase comercial e xilanase do Cerrado Pantanal associadas a fitase .....	46
Tabela 10. Composição percentual e valores estimados das dietas experimentais para frangos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 dias).....	56
Tabela 11. Composição percentual e valores estimados das dietas experimentais para frangos de corte na fase inicial (8 a 21 dias de idade).....	57
Tabela 12. Composição percentual e valores estimados das dietas experimentais para frangos de corte na fase de crescimento (22 a 33 dias de idade).....	58
Tabela 13. Composição percentual e valores estimados das dietas experimentais para frangos de corte na fase de pré-abate (34 a 42 dias de idade) .....	58
Tabela 14. Peso e rendimentos de vísceras de frangos de cortes submetidos a dietas com inclusão de xilanase comercial e xilanase do Cerrado Pantanal associadas a fitase .....	60
Tabela 15. Morfometria de vilosidade e profundidade de cripta, e relação vilo:cripta do jejuno e íleo de frangos de corte aos 21 dias, submetidos a dietas com inclusão de xilanase comercial e xilanase do Cerrado Pantanal associadas a fitase .....	61
Tabela 16. Contagem bacteriana total (CBT) e bactérias intestinais encontradas em frangos de corte submetidos a dietas com inclusão de xilanase comercial e xilanase do Cerrado Pantanal associadas a fitase.....	62
Tabela 17. Níveis séricos de colesterol total, cálcio, fósforo e triglicerídeos de frangos de corte aos 21 e 42 dias, submetidos a dietas com inclusão de xilanase comercial e xilanase do Cerrado Pantanal associadas a fitase .....	64



## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
1. Energia Metabolizável.....	12
2. Polissacarídeos não amiláceos (PNAs).....	13
3. Fósforo e ácido fítico para frangos de corte .....	14
4. Enzimas exógenas.....	16
5. Xilanase para frangos de corte.....	17
6. Fitase na alimentação de frangos de corte .....	19
REFERÊNCIAS .....	21
<b>SUPLEMENTAÇÃO DE XILANASE+FITASE SOBRE ENERGIA METABOLIZÁVEL DA DIETA E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE.....</b>	<b>28</b>
INTRODUÇÃO.....	30
MATERIAL E MÉTODOS.....	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	36
CONCLUSÕES .....	46
REFERÊNCIAS .....	48
<b>SUPLEMENTAÇÃO DE XILANASE+FITASE SOBRE CARACTERÍSTICAS INTESTINAIS E PARÂMETROS SÉRICOS DE FRANGOS DE CORTE.....</b>	<b>51</b>
INTRODUÇÃO.....	53
MATERIAL E MÉTODOS.....	54
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	60
CONCLUSÕES .....	66
REFERÊNCIAS .....	67

## INTRODUÇÃO

O elevado custo das dietas de frangos de corte no sistema de produção, requer a eficiente utilização dos nutrientes de fundamental importância para a máxima exploração do sistema avícola e da capacidade genéticas das aves (Toledo et al., 2007). A dieta é responsável por aproximadamente 60 a 70% do custo total na produção avícola, sendo que as frações proteica e energética são os componentes de maior custo da ração (Fernandes et al., 2017).

Além disso, a saúde intestinal dos frangos em todas as fases de vida é um dos fatores de maior importância para que se mantenha uma elevada produtividade animal. A adequada obtenção e utilização de nutrientes pelo organismo contribuem para um perfeito equilíbrio gastrintestinal (Maiorka, 2004). Aliado a isso, esse equilíbrio impede a fixação e multiplicação de agentes patógenos na mucosa intestinal, diminuindo a ocorrência de doenças entéricas e, por conseguinte, obtém-se menor índice de mortalidade e melhora substantiva no desempenho das aves (Edens, 2003). Por outro lado, existem fatores antinutricionais na dieta, como os PNAs e o ácido fítico, capazes de alterar negativamente a estrutura da mucosa gastrintestinal (Maiorka, 2004).

Nesse sentido, há uma crescente busca por aditivos cuja função é proteger e melhorar a saúde gastrintestinal dos frangos de corte, reduzindo os efeitos antinutricionais dos alimentos utilizados nas dietas. Existe, ainda, uma comprovada evolução positiva na disponibilidade de nutrientes da ração e no desempenho produtivo dos frangos quando enzimas específicas são adicionadas na dieta (Oliveira et al., 2007; Olukosi et al., 2007).

As enzimas exógenas têm se mostrado uma alternativa eficiente, pois auxiliam a ação das enzimas digestivas endógenas, podendo diminuir a oscilação da qualidade nutricional dos ingredientes da dieta, aumentar a utilização de proteínas e a absorção da energia lipídica e dos carboidratos no organismo, auxiliando na melhora do desempenho produtivo das aves (Dalólio et al., 2016), além de minimizar a poluição ambiental (Caires et al., 2008).

A xilanase é uma enzima que não pode ser sintetizada pelo organismo das aves, podendo ser produzida a partir de algas, protozoários e fungos filamentosos. Os fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Trichoderma* são os principais na produção de xilanase (Paloheimo et al., 2010). A xilanase é uma das principais enzimas utilizadas para hidrolisar os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) presentes na maioria dos grãos consumidos por não ruminantes, como milho e soja (Campestrini et al., 2005).

Por sua vez, a fitase é uma enzima que hidrolisa e libera o fósforo retido na molécula de fitato. Está presente nos cereais, na mucosa intestinal e nos microrganismos que fazem parte da

parede intestinal das aves. Além da maior disponibilidade de fósforo, a suplementação de fitase exógena para frangos de corte também pode aumentar a utilização de energia e a digestibilidade de nutrientes como cálcio, fósforo, nitrogênio, lipídeos, aminoácidos e amido (Pirgozliev et al., 2012; Walk et al., 2013; Souza et al., 2013).

Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho, a digestibilidade e as características intestinais de frangos de corte submetidos a dietas com xilanase e fitase.

## **1. Energia Metabolizável**

A energia é um dos fatores mais importantes a serem considerados na produção avícola para atingir a máxima produção (Junior et al., 1998), no entanto, a energia não é um nutriente, mas o resultado da oxidação dos constituintes orgânicos da dieta (Sakomura et al., 2014). Além disso, a energia é o segundo componente de maior custo nas formulações de rações para frangos de corte, ficando atrás somente da fração proteica (Silva et al., 2012).

A utilização de energia pelos animais é expressa em energia bruta, que é a energia contida nos alimentos, energia digestível é a diferença entre a energia contida nos alimentos e a energia perdida nas fezes, energia metabolizável é a diferença entre a energia digestível e a energia perdida na urina e em forma de gases, e a energia líquida, é a energia metabolizável menos a energia perdida em forma de incremento calórico (Borges et al., 2003). Estima-se que cerca de 400 a 450 Kcal de energia por kg de ração sejam perdidas nas excretas, nos gases e em forma de incremento calórico em dietas a base de milho e farelo de soja (Fernandes et al., 2017).

A energia líquida é a que melhor quantifica o aproveitamento do alimento pelo animal, no entanto, em aves a utilização dessa partição energética não é usual devido à dificuldade na mensuração do incremento calórico (Emmans, 1994), e a energia digestível também não é usual em aves, já que as fezes e a urina são excretadas juntas. Portanto, a energia metabolizável é a melhor forma de quantificar a energia utilizada pelas aves, e refere-se ao potencial total que o alimento tem para ser metabolizado pelo organismo, existindo uma participação energética de todos os componentes orgânicos que serão digeridos e absorvidos (Fischer Jr. et al., 1998; Troni et al., 2016).

A energia metabolizável em aves pode ser expressa em energia metabolizável verdadeira, energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) (Sakomura & Rostagno, 2016). A diferença entre a EMA e a EMAn é o fator de correção para o nitrogênio retido ou excretado. A correção se baseia no

fato de que parte da proteína ingerida e retida no organismo da ave, não é catabolizada até os produtos de excreção nitrogenada, não contribuindo para a energia contida nas excretas. Por outro lado, parte dos compostos ingeridos são catabolizados e excretados em forma de ácido úrico (Santos et al., 2012).

## **2. Polissacarídeos não amiláceos (PNAs)**

Polissacarídeos não amiláceos (PNAs) são macromoléculas de polímeros de açúcares simples conhecidos como monossacarídeos (IUPAC, 2011), sendo um termo que se refere à fração do alimento que era comumente conhecida como fibra bruta (Lima et al., 2008) e existem em variadas formas na natureza. Os PNAs são resistentes a hidrólise no trato gastrintestinal de animais não ruminantes devido às ligações existentes entre os açúcares. Os PNAs podem ser classificados em solúveis e insolúveis de acordo com a capacidade de formar ou não solução homogênea com a água (Opalinsk et al., 2006).

A fração insolúvel dos PNAs tem como principais representantes os xilanos e as xiloses (Cowieson, 2010), e além de ser responsável por reduzir o tempo de permanência da digesta no trato digestório, pode proteger nutrientes aumentando sua indigestibilidade e dificultando a ação enzimática (Wyatt et al., 2008).

Os PNAs solúveis podem ser encontrados nas estruturas das hemiceluloses, principalmente na forma de arabinoxilanos e  $\beta$ - glucanos, componentes presentes na parede celular dos alimentos, não sendo digeridos com efetividade pelas aves, devido à ausência de enzimas endógenas capazes de hidrolisar esses polissacarídeos, causando aumento da viscosidade da digesta e redução na disponibilidade de energia para o animal (Santos Jr. et al., 2004).

Mesmo sendo considerados alimentos de alta digestibilidade, existe uma concentração de PNAs no milho e no farelo de soja, principais ingredientes utilizados nas rações avícolas, o que pode interferir nos processos digestivos das aves (Fortes et al., 2012). O milho apresenta em torno de 8% de PNAs totais, dos quais aproximadamente 2% é de PNA solúvel e o restante de PNA insolúvel. Por sua vez, o farelo de soja apresenta maiores concentrações de PNAs quando comparado ao milho, variando de 24 a 27%, sendo 6% na forma solúvel (Fernandes et al., 2017). Dessa forma, pode ocorrer uma redução na digestão dos nutrientes no lúmen das aves e conseqüentemente afetar negativamente sua produtividade e a morfologia intestinal (Lima et al., 2008).

O aumento da viscosidade das dietas em função da capacidade de ligação entre os PNAs e a água forma um gel viscoso que não interage de forma eficiente com a mucosa intestinal, diminuindo a taxa de difusão dos nutrientes (Maneghetti et al., 2013). A maior viscosidade da digesta pode interferir na microbiota intestinal e nas funções fisiológicas do intestino, causando perdas em ganho de peso e piores índices de conversão alimentar. Além disso, a ação enzimática endógena é dificultada pelo aumento da viscosidade da digesta, consequentemente, uma elevada fração de nutrientes não são degradados e aproveitados pelo organismo (Lima et al., 2008).

A presença dos PNAs insolúveis na dieta pode afetar a disponibilidade de energia metabolizável para a ave, uma vez que os nutrientes responsáveis por gerar energia, como os carboidratos, lipídeos e proteínas se mantêm encapsulados no interior da célula (Choct et al., 2010). Outro possível efeito relacionado com a presença dos PNAs, é o maior consumo de água e maior umidade nas excretas dos frangos de corte, podendo aumentar a concentração de amônia no ambiente (Oliveira et al., 2007).

No entanto, esse processo pode ser revertido ou minimizado quando complexos enzimáticos são adicionados às dietas. A hidrólise das estruturas formadas pelo aumento da viscosidade da digesta através da ação enzimática é necessária para que o conteúdo viscoso formado perca a capacidade de retenção de água (Lima et al., 2008), dessa forma, liberando nutrientes importantes para um melhor aproveitamento dietético (Cowieson, 2010).

É importante ressaltar que a ação enzimática sobre os PNAs não aumenta o aproveitamento dos monossacarídeos pelas aves, e sim, proporciona redução no comprimento da cadeia afetando as propriedades físicas dos PNAs, o que minimiza a capacidade de ligação com outros nutrientes (Maneghetti et al., 2013).

### **3. Fósforo e ácido fítico para frangos de corte**

O fósforo é o terceiro componente mais caro da dieta, sendo que as aves apenas digerem uma parte do fósforo contido no alimento, pois não produzem quantidades suficientes da enzima fitase para hidrolisar a molécula de ácido fítico (Fortes et al., 2012). Assim, fontes inorgânicas são adicionadas na ração para atender às exigências de fósforo dos animais, levando ao aumento do custo de produção (Selle & Ravindran, 2007). Além da redução na eficiência de utilização de nutrientes pelas aves e aumento de custo da ração, a eliminação de fósforo não utilizado pelo organismo no meio ambiente pode causar grandes problemas de contaminação ambiental (Lelis et al., 2010).

O fósforo fítico é a porção de fósforo aprisionada no ácido fítico presente nos vegetais, podendo variar entre 34 e 87% do fósforo total dos alimentos (Tabela 1), sendo que sua concentração depende do ingrediente utilizado, do estágio de maturidade, do grau de processamento, da cultivar, dos fatores climáticos, da localização e ano da safra (Frolich et al., 2013).

**Tabela 1.** Conteúdo de P-fítico de alguns alimentos de origem vegetal

<b>Alimento</b>	<b>P-Fítico (%)</b>	<b>P-Total (%)</b>	<b>P-Fítico (% P-Total)</b>
Glúten de milho (60%)	0,41	0,47	87,23
Farelo de arroz	1,43	1,67	85,63
Milho	0,19	0,25	76,00
Sorgo	0,18	0,26	69,23
Farelo de girassol	0,69	1,03	67,00
Farelo de soja (45%)	0,34	0,56	60,71
Farelo de algodão (30%)	0,50	0,87	57,47
Trigo	0,21	0,61	34,37

Fonte: Rostagno et al., 2011

A maior parte do fósforo contido nos ingredientes está retido na molécula de ácido fítico ou fitato, presente em todos os ingredientes de origem vegetal e funciona como uma reserva fosfórica durante o processo de germinação das sementes. A molécula de fitato pode ser encontrada no gérmen do milho e nos cotilédones do farelo de soja, onde particularmente, está associada a corpos proteicos distribuídos por toda a semente (Silva et al., 2016).

O fitato é uma molécula com carga negativa que, além de indisponibilizar o fósforo, apresenta potencial para quelatar outros nutrientes positivamente carregados como o Ca, Fe, Mg, Mn, Cu e K, o que caracteriza sua propriedade antinutricional, comprometendo a utilização de proteínas e aminoácidos, carboidratos, energia, cálcio e fósforo (Liu et al., 2009).

O ácido fítico ocorre como inclusões esféricas globóides, que estão localizadas dentro dos corpos proteicos em grãos de cereais, leguminosas e oleaginosas que constituem a maioria dos alimentos utilizados no preparo de ração para aves (Ockenden et al., 2004). Na soja a maior parte do fitato (85 a 90%) não é encontrada como inclusões esféricas, e sim interagindo diretamente com a proteína (Prattley et al., 1982).

Vários estudos mostram os efeitos do ácido fítico sobre a digestibilidade dos minerais, onde há uma relação negativa entre a concentração de fitato da dieta e digestibilidade mineral.

Um aumento no nível de fitato da dieta resulta na redução da digestibilidade ileal de Ca e Fe de 37,7 para 36,0% e 21,8 para 20,3%, respectivamente (Ravindran et al., 2006).

Assim como os minerais, a digestibilidade dos aminoácidos também pode ser afetada negativamente pela presença de ácido fítico, podendo ser reduzida em até 30%, dependendo do aminoácido e da quantidade de ácido fítico na dieta (Onyango et al., 2009). O ácido fítico presente nas dietas de frangos de corte podem promover uma diminuição na digestibilidade ileal do nitrogênio em cerca de 2,5% (Ravindran et al., 2000).

Nesse caso, a fitase exógena pode auxiliar a ação de enzimas digestivas endógenas. Em dietas com inclusão de fitase pode ocorrer aumento de 12% na atividade enzimática da pepsina no proventrículo, e de 32% para a atividade da tripsina (Liu et al., 2009).

#### **4. Enzimas exógenas**

Enzimas são proteínas globulares que exercem função de catalisadores biológicos, aumentando a velocidade das reações químicas no organismo, sem sofrerem alterações químicas durante a digestão (Angel & Sorbara, 2014). Esses compostos são específicos para cada substrato e atuam de maneira organizada nas diversas reações biológicas, formando um complexo enzima-substrato clivando macromoléculas como carboidrato e proteína, em moléculas menores como glicose e aminoácidos, os quais são passíveis de absorção (Nelson & Cox, 2005).

Na produção avícola dos últimos anos a limitada produção de enzimas endógenas das linhagens modernas vem sendo supridas pelo uso de enzimas exógenas, auxiliando de forma positiva no melhor desempenho produtivo animal (Leeson & Summers, 2001).

As aves sintetizam enzimas endógenas em baixa escala na fase inicial da vida, evidenciando a importância do uso de enzimas exógenas nessa fase, haja vista que serão mais eficazes do que nas fases posteriores (Fischer et al., 2002).

Nesse sentido, o objetivo almejado ao se usar enzimas exógenas em dietas de frangos de corte é minimizar os efeitos negativos causados por fatores antinutricionais, o que aumenta a disponibilidade e digestibilidade dos nutrientes dietéticos, reduzindo as perdas de nutrientes que podem ser melhor aproveitados na síntese de tecido muscular, por exemplo (Lima et al., 2008). Além disso, as enzimas exógenas auxiliam a ação de enzimas endógenas, principalmente as lipases, proteases e algumas carboidrases, e podem reduzir o substrato para carga microbiológica patogêna, melhorando a saúde intestinal das aves (Slominski et al., 2011).

As fitases, carboidrases e proteases são relacionadas como as principais enzimas para uma resposta positiva, quando suplementadas em dietas à base de milho e farelo de soja para não ruminantes (Opalinsk et al., 2006). Nesse sentido, um aspecto interessante ao se utilizar enzimas exógenas para aves, principalmente quando em associação, é a possibilidade de se obter uma resposta produtiva similar ou melhor em dietas com baixos níveis nutricionais, quando comparado a dietas com níveis nutricionais adequados (Barbosa et al., 2014).

## 5. Xilanase para frangos de corte

O xilano é um polissacarídeo ramificado ligado por ligações glicosídicas  $\beta$ -1,4, constituinte das hemiceluloses na maioria das espécies vegetais encontradas na natureza (Daronch et al., 2015) e pode ser encontrado em diferentes concentrações nos alimentos, sendo os cereais de alta viscosidade como a cevada, o centeio e o trigo os que tem maiores quantidades de xilano em sua composição (Tabela 2).

**Tabela 2.** Conteúdo de xilano solúvel e insolúvel nos principais ingredientes utilizados nas rações de não ruminantes em % dos PNAs totais

Ingredientes	Xilano solúvel (%)	Xilano insolúvel (%)
Centeio	26	42
Trigo	17	61
Cevada	5	43
Farelo de soja	5	16
Milho	1	68

Fonte: McNab & Boorman (2002).

A xilanase é uma enzima que pode ser produzida por fungos, bactérias, protozoários, leveduras, entre outros encontrados em abundância na natureza (Silva et al., 2013). Os fungos filamentosos dos gêneros *Aspergillus* e *Trichoderma* são os principais produtores dessa enzima (Carapito et al., 2009). Para as bactérias e leveduras, as espécies de *Lactobacillus* e *Saccharomyces cerevisiae*, respectivamente, são as maiores produtoras de xilanase (Caires et al., 2008), sendo a atividade enzimática da xilanase expressa em BXU (Birch Xilan Units) (Bedford & Cowieson, 2012).

O principal objetivo no uso da xilanase é reduzir o efeito antinutricional causado pela presença dos PNAs nas dietas hidrolisando as ligações glicosídicas dos xilanos presentes na

parede celular de ingredientes de alta viscosidade como trigo, centeio, triticale, cevada e aveia, que são alimentos ricos em PNAs (Francesch & Gerert, 2009).

No entanto, sabe-se que essa enzima também é eficiente na hidrólise de xilanos presentes em alimentos de baixa viscosidade como o milho e o farelo de soja, objetivando redução no custo das rações por meio do aumento na digestibilidade de nutrientes e da fração energética desses cereais (Paloheimo et al., 2011). Os benefícios da atuação da xilanase no organismo, se dão por conta de uma potencialização e melhor acesso das enzimas endógenas aos conteúdos celulares, principalmente da amilase e redução das perdas endógenas de aminoácidos (Fernandes et al., 2017).

Aliado a isso, a xilanase, reduz a viscosidade da dieta, propiciando melhora aparente na morfometria intestinal das aves, como melhor relação vilo-cripta, redução na profundidade de cripta e aumento das vilosidades intestinais (Silva et al., 2016). Esses efeitos facilitam a difusão de nutrientes entre o lúmen intestinal e a corrente sanguínea, causando maior aporte energético para o desenvolvimento de tecido muscular, devido a melhor absorção de nutrientes e ao menor gasto energético utilizado para a renovação dos tecidos (Cardoso et al., 2011).

Ainda, observa-se menor infecção por organismos patógenos entéricos, não havendo necessidade de migração de grande quantidade de células imunes para o aparelho gastrointestinal, propiciando maior desempenho produtivo por parte da ave (Alva, 2014).

A xilanase pode atuar desde o início do sistema digestório até a porção final do intestino delgado, devido à sua capacidade de suportar valores de pH entre 3,5 e 6,5 (Campestrini et al., 2005). A utilização da enzima xilanase em dietas para frangos inibe a fermentação da digesta na região ileal e estimula à fermentação cecal. Essa redução fermentativa no íleo é substancialmente saudável para a ave, pois uma elevada fração de amido e proteína que seriam fermentados nessa região é absorvida após a hidrólise dos componentes da dieta (Bedford, 2000).

Segundo Singh et al. (2012) a utilização de 16.000 BXU/kg de ração de xilanase comercial não influencia o desempenho e os pesos de cortes nobres de frangos de corte. No entanto, segundo Zou et al. (2013) a suplementação de 0,05% de xilanase em dietas a base de milho e farelo de soja pode melhorar a conversão alimentar de frangos de corte devido a melhor utilização energética da dieta. Autores como Iji et al. (2003) e Carvalho et al. (2009) relatam que a xilanase proporciona melhora de 10,5 e 6,88 % na conversão alimentar e de 10,3 e 6,67% no ganho de peso, respectivamente, para frangos de corte.

É importante levar em consideração, que existem vários fatores que podem influenciar a ação da xilanase sobre os PNAs presentes nas dietas a base de milho e farelo de soja, tais

como a qualidade nutricional e composição dos alimentos, idade das aves, nível de energia e de nutrientes da dieta, forma de processamento da ração, dose utilizada, entre outros (Aftab et al., 2006).

## 6. Fitase na alimentação de frangos de corte

A fitase é uma enzima exógena padrão na produção comercial de frangos de corte sendo produzidas em maior extensão por microrganismos e plantas, e em menor quantidade pelos animais, estando presentes nos microrganismos da microbiota intestinal das aves (Vieira et al., 2015). A atividade enzimática da fitase é expressa em FTU (Fitase Total Unit), e pode gerar em média 282 g de fósforo inorgânico a cada quilograma de fitato da dieta (Selle & Ravindran, 2007).

Existem duas classes de fitase mais utilizadas, a 3-fitase (myo-inositol hexafosfato-3-fosfohidrolase) e a 6-fitase (myo-inositol hexafosfato-6-fosfohidrolase), sendo que a diferença está na posição de liberação do fósforo a partir dos carbonos. Entre os microrganismos os principais produtores de fitase são os fungos, leveduras e bactérias. A maioria das fitases produzidas por esses microrganismos são as 3-fitases, exceto para alguns fungos basidiomicetos e bactérias *Escherichia coli*, produtores de 6-fitases (Adeola & Cowieson, 2011).

Nas plantas, as fitases são encontradas nas sementes, em que seu principal papel é a liberação de ácido fítico durante a germinação para o desenvolvimento da planta. As fitases das plantas são 6-fitases, sendo que a maior atividade da enzima é em grãos, tais como o trigo, centeio e cevada (Centeno et al., 2001).

No entanto, a fitase de plantas não é tão eficaz quanto as microbianas. A utilização de fitase produzidas a partir de *Escherichia coli* na alimentação de frangos de corte influencia positivamente o desempenho de carcaça, crescimento ósseo e é mais eficaz na liberação do fósforo preso a molécula de fitato (Pillai et al., 2006). Esses benefícios ocorrem pela capacidade da fitase exógena em hidrolisar o fitato presente nos alimentos de origem vegetal, reduzindo suas propriedades antinutricionais (Vieira et al., 2015).

O modo de ação da fitase no organismo consiste na transferência do grupo fosfato do substrato para a enzima e dessa para a água, sendo a sua atuação máxima no intestino delgado, liberando os minerais e outros nutrientes presos na molécula de ácido fítico por meio de hidrólise (Silva et al., 2016).

Diante disso, inicialmente a utilização de fitase exógena tinha o objetivo de reduzir a inclusão de fósforo inorgânico, permitindo a melhor utilização do P-fítico (Sousa et al., 2013).

Sabe-se, ainda, que a inclusão dessa enzima proporciona também melhor utilização de energia e disponibilidade de nutrientes como cálcio, nitrogênio, lipídeos, amido (Camden et al., 2011) e alguns aminoácidos como treonina, valina e isoleucina (Rutherford et al., 2010).

A dose de fitase exógena para frangos de corte recomendada é de 500 FTU/kg de ração (Pirgozliev et al., 2012; Lalpanmawia et al., 2014). No entanto, o uso de doses mais elevadas, acima de 1000 FTU/kg de ração, tem mostrado bons resultados, não somente em liberar maiores quantidades de fósforo, mas na melhor digestibilidade de nutrientes na dieta, além de proporcionar aumento nos valores de energia metabolizável dos alimentos em média de 72 Kcal/kg de MS ou 2,1%, em relação as dietas sem adição enzimática (Cowieson et al., 2011; Chung et al., 2013).

Além disso, o uso de fitase em rações com níveis reduzidos de proteína bruta e fósforo disponível mostra-se eficaz em reduzir a emissão de elementos poluentes nas excretas de frangos de corte (Alvarenga et al., 2011).

Os artigos a seguir, intitulados “Suplementação de xilanase + fitase sobre energia metabolizável da dieta e desempenho de frangos de corte” e “Suplementação de xilanase + fitase sobre características intestinais e parâmetros séricos de frangos de corte”, foram elaborados conforme as normas da Revista Brasileira de Zootecnia (RBZ).

## REFERÊNCIAS

- ADEOLA, O.; COWIESON, A. J. Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve nonruminant animal production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.89, p.3189–3218, 2011.
- AFTAB, U.; ASHRAF, M.; JIANG, Z. Low protein diets for broilers. **World's Poultry Science Journal**, v.62, p.688-701, 2006.
- ALVA, J.C.R. **Aditivos na alimentação de frangos de corte: desempenho, características morfológicas e funcionais**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014. 139p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2014.
- ALVARENGA, R.R.; NAGATA, A.K.; RODRIGUES, P.B.; ZANFERONIMO, M.G.; PUCCI, L.E.A.; HESPANHOL, R. Adição de fitase em rações com diferentes níveis de energia metabolizável, proteína bruta e fósforo disponível para frangos de corte de 1 a 21 dias. **Ciência Animal Brasileira**. v.12, n.4, p.602-609, 2011.
- ANGEL, R.; SORBARA, J.O.B. Why is it important to understand substrates if we are to optimize exogenous enzyme efficacy? **Poultry Science**, v.93, p.2375–2379, 2014.
- BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K.; DOURADO, L.R.B. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.43, n.6, p.755-762, 2008.
- BEDFORD, M.R.; COWIESON, A.J. Exogenous enzymes and their effects on intestinal microbiology. **Animal Feed Science and Technology**, v.173, p.76– 85, 2012.
- BEDFORD, M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition-their current value and future benefits. **Animal Feed Science Technology**., v.86, p.1-13, 2000.
- BORGES, F.M.O.; ROSTAGNO, H.S.; RODRIGUEZ, N.M. Valores energéticos do grão de trigo e seus subprodutos para frangos de corte. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.6, p.710- 721, 2003.
- CAIRES, C.M.; FAGUNDES, N.S.; FERNANDES, E.A.; CARVALHO, A.D. Enzimas na alimentação de frangos de corte. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.1, p.491-497, 2008.
- CAMDEN, B.J., MOREL, P.C.H., THOMAS, D.V., RAVINDRAN, V.; BEDFORD, M.R., Effectiveness of exogenous microbial phytase in improving the bioavailabilities of phosphorus and other nutrients in maize–soya-bean meal diets for broilers. **Animal Science**. v.73: p.289–297, 2001.

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.

CARAPITO, R.; CARAPITO, C.; JELTSCH, J.M.; PHALIP, V. Efficient hydrolysis of hemicellulose by a *Fusarium graminearum* xylanase blend produced at high levels in *Escherichia coli*. **Bioresource technology**, v.100, n.2, p.845-850, 2009.

CARDOSO, D. M.; MACIEL, M. P.; PASSOS, D. P.; SILVA, F. V.; REIS, S. T.; AIURA, F. S. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Archivos de zootecnia**, v.6, n.232, p.1053-1064, 2011.

CARVALHO, J.C.C.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B.; PEREIRA, R.A.N. 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**, v.38, p.292-298., 2009.

CENTENO, C.; VIVEROS, A.; BRENES, A.; CANALES, R.; LOZANO, A.; CUADRA, C. Effect of several germination conditions on total P, phytate P, phytase, and acid phosphatase activities and inositol phosphate esters in rye and barley. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.49, n.7, p.3208-3215, 2001.

CHOCT, M.; DERSJANT-LI, Y.; MCLEISH, J.; PEISKER, M. Soy oligosaccharides and soluble non-starch polysaccharides: a review of digestion, nutritive and anti-nutritive effects in pigs and poultry. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.23, p.1386-1398, 2010.

CHUNG, T.K.; RUTHERFURD, S.M.; THOMAS, D.V.; MOUGHAN, P.J. Effect of two microbial phytases on mineral availability and retention and bone mineral density in low-phosphorus diets for broilers. **British Poultry Science** v.54, p.362–373. 2013

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

COWIESON, A.J.; WILCOCK, P.; BEDFORD, M.R. Super-dosing effects of phytase in poultry and other monogastrics. **World's Poultry Science Journal**, v.67, n.2, p.225-236, 2011.

DALÓLIO, F.S.; MOREIRA, J.; VAZ, D.P.; ALBINO, L.F.T.; VALADARES, L.R.; PIRES, A.V. Enzimas exógenas em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, n. 2, p. 149-161, 2016.

DARONCH, N.; ZENI, J.; SALAZAR, L.; TONIAZZO, G.; CANSIAN, R.; NYARI, N.; MALVESSI, E. Produção de xilanase por *Penicillium* sp. Utilizando resíduo agroindustrial em fermentação em estado sólido. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v.1, n.3, p.1197-1202, 2015.

EDENS, F.W. An alternative for antibiotic se in poultry: probiotics. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.5, n.2, p.75-97, 2003.

EMMANS, G.C. Effective energy: A concept of energy utilization applied across species. **British Journal of Nutrition**, v.71, p.801-821, 1994.

FERNANDES, J.I.M.; CONTINI, J.P.; PROKOSKI, K.; GOTTARDO, E.T.; CRISTO, A.B.; PERINI, R. Desempenho produtivo de frangos de corte e utilização de energia e nutrientes de dietas iniciais com milho classificado ou não e suplementadas com complexo enzimático. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n.1, p.181-190, 2017.

FISCHER JR, A.A.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.314-318, 1998.

FORTES, B.D.A.; CAFÉ, M.B.; STRINGHINI, J.H.; BRITO, J.Á.G.; REZENDE, P.L.D.P.; SILVA, R.D. Avaliação de programas nutricionais com a utilização de carboidrases e fitase em rações de frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, p.24-32, 2012.

FRANCESCH, M.; GERAERT, P.A. Enzyme complex containing carbohydrases and phytase improves growth performance and boné mineralization of broilers fed reduced nutrient corn-soybean-based diets. **Poultry Science**, v.88, p.1915–1924, 2009.

FROLICH, W.; ÅMAN, P; TETENS, I. Whole grain foods and health - a Scandinavian perspective. **Food & Nutrition Research**, [S.l.], feb. 2013.

IJI, P.A.; KHUMALO, K.; SLIPPERS, S.; GOUS, R.M. Intestinal function and body growth of broiler chickens on diets based on maize dried at different temperatures and supplemented with a microbial enzyme. **Reproduction Nutrition Development**, v.43, p.77-90, 2003.

INTERNATION UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC). **Recommendations on organic & biochemical nomenclature, symbols & terminology, etc.** Disponível em: <http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/>. > Acesso em: 26/01/2018.

LALPANMAWIA, H.; ELANGO VAN, A.V.; SRI- DHAR, M.; SHET, D.; AJITH, S.; PAL, D.T. Efficacy of phytase on growth performance, nutrient utilization and boné mineralization in broiler chicken. **Animal Feed Science and Technology**. v.192, p.81–89, 2014.

LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4 ed. Ontario:University Books, 413p. 2001.

LELIS, G.R.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, C.R.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; BORSATTO, C.G. 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.; SILVA, J.H.V.; ARAUJO, J.A. et al. Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasileira**, v.1, n.4, p.99-110, 2008.

LIU, N., Y. J. RU, F. D. LI, J. WANG, AND X. LEI. Effect of dietary phytate and phytase on proteolytic digestion and growth regulation of broilers. **Archivos Animal Nutricion**. v.63, p.292–303. 2009.

MAIORKA, A. Impacto da saúde intestinal na produtividade avícola. V Simpósio Brasil Sul de Avicultura. **Anais...** Chapecó, p. 26-41, 2004.

MENEGHETTI, C. **Associação de enzimas em rações para frangos de corte**. 93 f. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2013.

MCNAB, J. M. K., BOORMAN. N. **Poultry Feed stuffs: Supply, Composition, and Nutritive Value**. v.26. 2002.

NELSON, D.L.; COX, M.M.; LEHNINGER, A.L. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 4th ed. New York: W.H. Freeman, 2005.

OCKENDEN, I.; DORSCH, J.A.; RIED, M.M.; LIN, L.; GRANT, L.K.; RABOY, V.; LOTT, J.N.A. Characterization of the storage of phosphorus, inositol phosphate and cations in grain tissues of our barley (*Hordeum vulgare* L.) low phytic acid genotypes. **Plant Science**. v.167, p.1131-1142, 2004.

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

OLUKOSI, O.A.; COWIESON, A.J.; ADEOLA, O. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase and protease or phytase individually or in combination in broilers. **Poultry Science**, v.86, p.77–86, 2007.

ONYANGO, E. M.; ASEM, E. K.; ADEOLA, O. Phytic acid increases mucin and endogenous amino acid losses from the gastrointestinal tract of chickens. **British journal of nutrition**, v.101, n.6, p.836-842, 2009.

OPALINSKI, M.; MAIORKA, A.; CUNHA, F.; DA SILVA, E. M.; BORGES, S. A. 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, p.31-35, 2006.

PALOHEIMO, M.; PIIRONEN, J.; VEHEMAANPERÄ, J. Xylanases and cellulases as feed additives. **Enzymes in Farm Animal Nutrition**, p.12-53, 2010.

PILLAI, P.B.; CONNOR-DENNIE, T.O.; OWENS, C.M.; EMMERT, J.L. Efficacy of an *Escherichia coli* phytase in broilers fed adequate or reduced phosphorus diets and its effect on carcass characteristics. **Poultry Science**. v.85, p.1737-1745, 2006.

PIRGOZLIEV, V.; BEDFORD, M.R.; ODUGUWA, O.; ACAMOVIC, T.; ALLYMEHR, M. The effect of supplementary bacterial phytase on dietary metabolisable energy, nutrient retention and endogenous losses in precision fed broiler chickens. **Journal of Animal Physiology**. v.96, n.1, p.52-57, 2012.

PRATTLEY, C.A.; STANLEY, D.W.; VOORT, F.R. Protein-phytate interactions in soyabeans. II. Mechanism of protein-phytate binding as affected by calcium. **Journal of Food Biochemistry**. v.6, p.255-271, 1982.

RAVINDRAN, V.; MOREL, P.C.H.; PARTRIDGE, G.G.; HRUBY, M.; SANDS, J.S. Influence of an *Escherichia coli*-derived phytase on nutrient utilization in broiler starters fed diets containing varying concentrations of phytic acid. **Poultry Science**. v.85, p.82-89, 2006.

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.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição dos alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed, Viçosa, UFV. 2011.

RUTHERFURD S.M., CHUNG T.K; MOUGHAN P.J. The effect of microbial phytase on ileal phosphorus and amino acid digestibility in the broiler chicken, **British Poultry Science**, v.43, n.4, p.598-606. 2010.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 262p. Jaboticabal: FUNEP, 2016.

SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Nutrição de não ruminantes**. 1 ed. Jaboticabal: Funep. 678p, 2014.

SANTOS JR, A.A.; FERKET, P.R.; GRIMES, J.L.; EDENS, F.W. Dietary pentosanase supplementation of diets containing different qualities of wheat on growth performance and metabolizable energy of turkey poults. **International Journal of Poultry Science**, v.3, n.1, p.33-45, 2004.

SANTOS, F.R.; OLIVEIRA, P.R.; MINAFRA, C.S.; DUARTE, E.F.; ALMEIDA, R.R.; SILVA, W.J. Desenvolvimento digestivo e aproveitamento energético em frangos de corte. **PUBVET**. v.6, n.18, ed.205, 2012.

SELLE, P. H. & RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science and Technology**. v.31, p.1-41, 2007.

SILVA, A.C.; **Desenvolvimento de processos integrados de produção e extração de xilanase microbiana**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013. 96p. Dissertação (Mestrado em Biociência Animal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013.

SILVA, L.M.; GERALDO, A.; VIEIRA FILHO, J.A; MACHADO, L. C.; ÁVITO GONÇALVES DE BRITO, J.; BERTECHINI, A. G. Associação de carbohidrase e fitase em dietas valorizadas para poedeiras semipesadas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34, n.3, p.253-258, 2012.

SILVA, D.M.; RODRIGUES, D.R.; GOUVEIA, A.B.V.S.; MESQUITA, S.A.; DOS SANTOS, F.R.; MINAFRA, C.S. Carbohidrases em rações de frangos de corte. **PUBVET**, v.10, p.795-872, 2016.

SINGH, A.; O'NEILL, H.V.M., GHOSH, T.K.; BEDFORD, M.R.; HALDAR, S. Effects of xylanase supplementation on performance, total volatile fatty acids and selected bacterial population in caeca, metabolic indices and peptide YY concentrations in serum of broiler chickens fed energy restricted maize–soybean based diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.177, p.194-203, 2012.

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

SOUSA, J.P.L. **Fitase (*Escherichia coli*) em dietas com correções nutricionais para frangos de corte**. Tese de Doutorado. Tocantins 2013.

TOLEDO, G. S.P.; COSTA, P.T.C.; SILVA, J. H.; CECCANTINI, M.; POLETTO, C. Frangos de corte alimentados com dietas de diferentes densidades nutricionais suplementadas ou não com enzimas. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p.518-523, 2007.

TRONI, A.R.; GOMES, P.C.; MELLO, H.H.C.; ALBINO, L.F.T.; ROCHA, T.C. Composição química e energética de alimentos para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v.47, n.4, p.755-760, 2016.

VIEIRA, S. L. et al. Phosphorus equivalency of a *Citrobracter braakii* phytase in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v.24, p.335–342, 2015.

WALK, C.L.; BEDFORD, M.R.; SANTOS, T.S.; PAIVA, D.; BRADLEY, J.R.; WLADECKI, H.; HONAKER, C. E MCELROY, A. P. Extra-phosphoric effects of superdoses of a novel microbial phytase. **Poultry Science**. v.92, p.719–725. 2013.

ZOU, J.; ZHENG, P.; ZHANG, K.; DING, X.; BAI, S. Effects of exogenous enzymes and dietary energy on performance and digestive physiology of broilers. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.4, p.1-9, 2013.

## SUPLEMENTAÇÃO DE XILANASE+FITASE SOBRE ENERGIA METABOLIZÁVEL DA DIETA E DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE

**RESUMO** – O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar os coeficientes de metabolizabilidade de nutrientes, a energia metabolizável da dieta, o desempenho e os rendimentos de carcaça e cortes de frangos de corte submetidos a dietas contendo fitase associada a xilanase comercial ou xilanase de fungos filamentosos do Cerrado Pantanal, produzida a partir do fungo *Aspergillus japonica*. Foram utilizados 200 pintainhos machos de corte, de um a 42 dias de idade, da linhagem Cobb 500 distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro dietas e cinco repetições contendo 10 aves cada. As dietas foram: Controle positivo (CP): dieta formulada conforme as exigências nutricionais das aves e sem adição de enzimas; Controle negativo (CN): considerando a matriz nutricional das enzimas com reduções em relação a exigência nutricional em 100 Kcal/kg de energia metabolizável, 0,15% de fósforo disponível, 0,165% de cálcio e 0,035% de sódio e sem adição de enzimas; Controle negativo + Xilanase Comercial + Fitase (CN+XC+F): dieta do tratamento controle negativo com adição de 100 g/T de xilanase comercial e 75 g/T de fitase comercial; Controle negativo + Xilanase do Cerrado Pantanal + Fitase (CN+XP+F): dieta do tratamento controle negativo com a adição de 100 g/T xilanase extraída de fungos filamentosos da região do Cerrado Pantanal e 75 g/T de fitase comercial. As xilanases comercial e do Cerrado Pantanal foram produzidas a partir dos fungos filamentosos *Trichoderma reesei* e *Aspergillus japonica*, respectivamente e a fitase produzida a partir da bactéria *Escherichia coli*. Foram determinados os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), extrato etéreo (CMEE), fósforo (CMP), valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para retenção de nitrogênio (EMAn) das rações e retenção de nitrogênio por dia (BN). Semanalmente, as aves, a ração fornecida e as sobras de ração foram pesadas para determinação do peso corporal final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade criatória. As aves submetidas a dieta com redução de nutrientes e inclusão de xilanase Cerrado Pantanal+fitase apresentaram melhores valores de energia metabolizável e coeficientes de metabolizabilidade de matéria seca e extrato etéreo. A inclusão de xilanase comercial e xilanase Cerrado Pantanal + fitase associadas a dietas com redução de nutrientes proporcionou maior peso corporal final, ganho de peso e consumo de ração que as demais dietas. A xilanase do Cerrado Pantanal suplementada juntamente com a fitase comercial é efetiva para melhorar a digestibilidade da proteína, fósforo e extrato etéreo, e possibilita coeficiente de metabolizabilidade da energia superior a xilanase comercial. A xilanase Cerrado Pantanal ou comercial juntamente com a fitase comercial é eficiente em manter o ganho de peso e o peso de carcaça dos frangos de corte.

**Palavras-chave:** aditivos; coeficiente de metabolizabilidade; complexos enzimáticos; consumo de nutrientes; metabolizabilidade

## SUPPLEMENTATION OF XYLANASE+PHYTASE ON METABOLIZABLE ENERGY OF DIET AND PERFORMANCE OF BROILER CHICKENS

**ABSTRACT** – The objective of this study was to evaluate the metabolizable coefficients of nutrients, metabolizable energy of the diet, performance and carcass yields and cuts of broilers submitted to diets containing phytase associated with commercial xylanase or filamentous fungus xylanase of the Cerrado Pantanal, produced from the fungus *Aspergillus japonica*. A total of 200 one-to-42-day-old male males of the Cobb 500 strain distributed in a completely randomized design with four diets and five replicates containing 10 birds each were used. The diets were: Positive control (PC): diet formulated according to the nutritional requirements of birds and without addition of enzymes; Negative control (NC): considering the nutritional matrix of the enzymes with reductions in relation to the nutritional requirement in 100 Kcal/kg of metabolizable energy, 0.15% of available phosphorus, 0.165% of calcium and 0.035% of sodium and without addition of enzymes ; Negative control+commercial xylanase+phytase (NC+XC+F): diet of the negative control treatment with addition of 100 g/T of commercial xylanase and 75 g/T of commercial phytase; Negative control+Xylanase from Cerrado Pantanal+Fitase (NC+XP+F): diet of negative control treatment with the addition of 100 g/T xylanase extracted from filamentous fungi of Cerrado Pantanal region and 75 g/T of commercial phytase. Commercial and Cerrado Pantanal xylanases were produced from filamentous fungi *Trichoderma reesei* and *Aspergillus japonica*, respectively, phytase produced from the bacterium *Escherichia coli*. The metabolizable coefficients of dry matter (MCDM), crude protein (MCCP), ethereal extract (MCEE), phosphorus (MCP), apparent metabolizable energy (AME) and corrected apparent metabolizable energy for nitrogen retention (AMEn) of the rations and retention of nitrogen per day (RN). Weekly, the birds, feed and leftovers were weighed for determination of final body weight, weight gain, feed intake, feed conversion, and viability. The birds fed a diet with nutrient reduction and inclusion of Cerrado Pantanal + phytase showed better values of metabolizable energy and metabolizable coefficients of dry matter and ethereal extract. The inclusion of commercial xylanase and Cerrado Pantanal + phytase xylanase associated with nutrient reduction diets resulted in higher final body weight, weight gain and feed intake than the other diets. Cerrado Pantanal xylanase supplemented with commercial phytase is effective to improve the digestibility of protein, phosphorus and ethereal extract, and enables a metabolizable energy coefficient higher than commercial xylanase. Cerrado Pantanal or commercial xylanase together with commercial phytase is efficient in maintaining the weight gain and carcass weight of the broilers.

**Keywords:** additions; coefficient of metabolizability; enzymatic complexes; metabolizability; nutrient consumption

## INTRODUÇÃO

As rações utilizadas na alimentação de animais não ruminantes são geralmente formuladas à base de milho, farelo de soja e sorgo. No entanto, mesmo os alimentos considerados como de elevada qualidade nutricional podem conter uma série de fatores anti-nutricionais, dentre estes destacam-se os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) e o fitato.

Os PNAs são compostos presentes na parede celular dos ingredientes de origem vegetal que podem além de reduzir a digestibilidade dos nutrientes, aumentar a viscosidade da digesta, reduzir a taxa de passagem dos alimentos pelo trato gastrointestinal, dificultar a ação de enzimas endógenas, podendo afetar o funcionamento normal do organismo e causando prejuízos no desempenho zootécnico animal (Lima et al., 2008).

Desse modo, a utilização de enzimas exógenas como a xilanase pode reduzir a viscosidade das dietas, compostas por cereais ricos em fibra e de alta viscosidade como o centeio, trigo e a cevada, permitindo maior atuação das enzimas endógenas. Além disso, a xilanase pode aumentar a digestibilidade dos nutrientes presentes nos alimentos permitindo maior aproveitamento dos nutrientes fornecidos (Cardoso et al., 2011).

O fitato por ser constituinte dos ingredientes vegetais como milho e farelo de soja, é encontrado naturalmente nas dietas de aves e suínos. A molécula de fitato contém cerca de 28,2% de fósforo, além de ser um agente quelante, formando complexos insolúveis com importantes nutrientes e enzimas, o que pode reduzir a solubilidade e digestibilidade dos nutrientes. Assim, a utilização da enzima fitase tem como principal função quebrar os complexos insolúveis formados pelo fitato, disponibilizando maiores quantidades de fósforo presentes na dieta, podendo-se reduzir os níveis de suplementação fosfórica. Além disso, a fitase tem propriedades extra fosfóricas que, dependendo da quantidade, pode contribuir com uma parcela de energia metabolizável e alguns importantes nutrientes e aminoácidos para os animais (Selle et al., 2000).

Nesse sentido, realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar os coeficientes de metabolizabilidade de nutrientes, a energia metabolizável da dieta, o desempenho e os rendimentos de carcaça e cortes de frangos de corte submetidos a dietas contendo fitase associada a xilanase comercial ou xilanase de fungos filamentosos do Cerrado Pantanal produzida a partir do fungo *Aspergillus japonica*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório Experimental em Ciência Aviária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob a aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFMS) protocolado com o número 850/2017.

Foram utilizados 200 pintainhos machos de corte de um a 42 dias de idade da linhagem Cobb 500, os quais foram alojados em galpão convencional, coberto por telha de fibrocimento e dividido em boxes com piso de terra batida e maravalha como cama, equipados com campânulas elétricas contendo duas lâmpadas incandescentes de 100 W para o aquecimento das aves, comedouro tubular e bebedouro pendular.

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com quatro dietas e cinco repetições contendo 10 aves cada. As dietas foram: Controle positivo (CP): ração formulada conforme as exigências nutricionais das aves e sem adição de enzimas; Controle negativo (CN): considerando a matriz nutricional das enzimas com reduções de nutrientes em 100 Kcal/kg de energia metabolizável, 0,150% de fósforo disponível, 0,165% de cálcio e 0,035% de sódio e sem adição de enzimas; Controle negativo + Xilanase Comercial + Fitase comercial (CN+XC+F): dieta do tratamento controle negativo com adição de 100 g/T de xilanase comercial e 75 g/T de fitase comercial; Controle negativo + Xilanase do Cerrado Pantanal + Fitase comercial (CN+XP+F): dieta do tratamento controle negativo com a adição de 100 g/T xilanase do Cerrado Pantanal e 75 g/T de fitase comercial.

As xilanases comercial e do Cerrado Pantanal foram produzidas a partir dos fungos filamentosos dos gêneros *Trichoderma reesei* e *Aspergillus japonica*, respectivamente, e a fitase comercial foi produzida a partir de bactérias do gênero *Escherichia coli*, sendo a atividade enzimática das xilanases de 16.000 BXU/kg e da fitase de 5.000 FTU/kg.

O programa de iluminação adotado foi de 24 horas por dia (natural + artificial) durante todo o período experimental. As temperaturas máximas e mínimas (°C), e a umidade relativa do ar (%) foram monitoradas durante todo o período experimental, com registros realizados sempre às 08 e 16h. Água e ração foram fornecidas *ad libitum* durante todo período experimental.

O período experimental foi dividido nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 33) e pré-abate (34 a 42 dias). As rações foram feitas à base de milho e farelo de soja, formuladas de forma a atender as exigências nutricionais segundo recomendações de Rostagno et al. (2011) (Tabelas 3, 4, 5 e 6).

**Tabela 3.** Composição percentual e valores estimados das dietas experimentais para frangos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 dias)

Ingredientes %	Dietas experimentais			
	CP	CN	CN+XC+F.	CN+XP+F
Milho, 7,88%	54,05	54,05	54,05	54,05
Farelo de soja, 46%	38,82	38,82	38,82	38,82
Óleo de soja	2,57	1,42	1,42	1,42
Fosfato bicálcico	1,90	1,09	1,09	1,09
Calcário calcítico	0,91	1,00	1,00	1,00
Sal comum	0,51	0,42	0,42	0,42
Suplemento min-vit. <sup>1</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40
DL- Metionina	0,36	0,36	0,36	0,36
L- Lisina HCl	0,27	0,27	0,27	0,27
L- Treonina	0,10	0,10	0,10	0,10
Inerte (caulim)	0,10	2,05	2,05	2,05
Xilanase	0,00	0,00	0,0100	0,0100
Fitase	0,00	0,00	0,0075	0,0075
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores estimados				
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2.960,00	2.860,00	2.860,00	2.860,00
Proteína bruta (%)	22,71	22,71	22,71	22,71
Proteína bruta (%) *	25,07	25,72	25,17	26,01
Arginina dig. (%)	1,43	1,43	1,43	1,43
Lisina dig. (%)	1,32	1,32	1,32	1,32
Metionina+cistina dig. (%)	0,95	0,95	0,95	0,95
Cálcio (%)	0,92	0,75	0,75	0,75
Potássio (%)	0,87	0,87	0,87	0,87
Treonina dig. (%)	0,86	0,86	0,86	0,86
Metionina dig (%)	0,82	0,82	0,82	0,82
Fósforo disp. (%)	0,47	0,32	0,32	0,32
Cloro (%)	0,35	0,30	0,30	0,30
Triptofano dig. (%)	0,25	0,25	0,25	0,25
Sódio (%)	0,22	0,18	0,18	0,18
Número de Mogin (mEq/kg)	217,56	217,16	217,16	217,16

<sup>1</sup>Níveis por kg de ração do suplemento mineral-vitâmico: 450,75 g metionina; 65,25 g colina; 2.750.000 UI Vitamina A; 500.000 UI Vitamina D3; 4.000 UI Vitamina E; 375 mg Vitamina K3; 300 mg Vitamina B1; 1.125 mg Vitamina B2; 500 mg Vitamina B6; 4.000 mcg Vitamina B12; 8.750 mg Niacina; 2.300 mg Ácido Pantotênico; 100 mg Ácido Fólico; 15 mg Biotina; 7.500 mg Ferro; 2.250 mg Cobre; 15 g Manganês; 15 g Zinco; 250 mg Iodo; 62,5 mg Selênio; 2500 mg Avilamicina; 10 g Nicarbazina; 3.750 mg Senduramicina. \*Valores analisados na ração.

Foram utilizadas todas as aves para o ensaio de digestibilidade, realizado no período de 14 a 21 dias, com três dias de adaptação às dietas e cinco dias para a coleta das excretas, sendo adotado o método de coleta parcial de excretas. Foi utilizado dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) como indicador externo. Durante o período de coleta, as excretas foram recolhidas duas vezes ao dia (8 e 16 h), para de evitar perdas e contaminação das amostras, sendo acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados, e posteriormente congeladas.

**Tabela 4.** Composição percentual e valores estimados das dietas experimentais para frangos de corte na fase inicial (8 a 21 dias de idade)

Ingredientes, %	Dietas experimentais			
	CP	CN	CN+XC+F	CN+XP+F
Milho, 7,88%	57,67	57,67	57,67	57,67
Farelo de soja, 46%	34,86	34,86	34,86	34,86
Óleo de soja	3,21	3,60	3,60	3,60
Fosfato bicálcico	1,57	0,75	0,75	0,75
Calcário calcítico	0,94	1,03	1,03	1,03
Sal comum	0,48	0,39	0,39	0,39
Suplemento min-vit. <sup>1</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40
DL- Metionina	0,33	0,33	0,33	0,33
L- Lisina HCl	0,33	0,33	0,33	0,33
L- Treonina	0,08	0,08	0,08	0,08
Inerte (caulim)	0,11	0,42	0,42	0,42
Xilanase	0,00	0,00	0,0100	0,0100
Fitase	0,00	0,00	0,0075	0,0075
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Valores estimados</b>				
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	3.050,00	2.950,00	2.950,00	2.950,00
Proteína bruta (%)	21,20	21,20	21,20	21,20
Proteína bruta (%) *	24,00	23,62	24,50	23,91
Arginina dig. (%)	1,31	1,31	1,31	1,31
Lisina dig. (%)	1,28	1,28	1,28	1,28
Metionina+cistina dig. (%)	0,89	0,89	0,89	0,89
Cálcio (%)	0,84	0,68	0,68	0,68
Potássio (%)	0,80	0,80	0,80	0,80
Treonina dig. (%)	0,79	0,79	0,79	0,79
Metionina dig (%)	0,77	0,77	0,77	0,77
Fósforo disp. (%)	0,40	0,25	0,25	0,25
Cloro (%)	0,34	0,29	0,29	0,29
Triptofano dig. (%)	0,23	0,23	0,23	0,23
Sódio (%)	0,21	0,17	0,17	0,17
Número de Mogin (mEq/kg)	201,49	201,08	201,08	201,08

<sup>1</sup>Níveis por kg de ração do suplemento mineral-vitamínico: 450,75 g metionina; 65,25 g colina; 2.750.000 UI Vitamina A; 500.000 UI Vitamina D3; 4.000 UI Vitamina E; 375 mg Vitamina K3; 300 mg Vitamina B1; 1.125 mg Vitamina B2; 500 mg Vitamina B6; 4.000 mcg Vitamina B12; 8.750 mg Niacina; 2.300 mg Ácido Pantoténico; 100 mg Ácido Fólico; 15 mg Biotina; 7.500 mg Ferro; 2.250 mg Cobre; 15 g Manganês; 15 g Zinco; 250 mg Iodo; 62,5 mg Selênio; 2500 mg Avilamicina; 10 g Nicarbazina; 3.750 mg Senduramicina. \*Valores analisados na ração.

Ao término do período de coleta, as excretas foram reunidas por repetição, descongeladas, homogenizadas e pesadas. Da massa homogênea foi retirada uma amostra e colocada em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 55°C por 72 horas para a pré-secagem. Em seguida as amostras foram pesadas, moídas e acondicionadas em recipientes plásticos para as análises laboratoriais.

**Tabela 5.** Composição percentual e valores estimados das dietas experimentais para frangos de corte na fase de crescimento (22 a 33 dias de idade)

Ingredientes, %	Dietas experimentais			
	CP	CN	CN+XC+F	CN+XP+F
Milho, 7,88%	60,44	60,44	60,44	60,44
Farelo de soja, 46%	31,63	31,63	31,63	31,63
Óleo de soja	4,17	3,03	3,03	3,03
Fosfato bicálcico	1,34	0,53	0,53	0,53
Calcário calcítico	0,89	0,98	0,98	0,98
Sal comum	0,46	0,37	0,37	0,37
Suplemento min-vit. <sup>1</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30
DL- Metionina	0,30	0,30	0,30	0,30
L- Lisina HCl	0,25	0,25	0,25	0,25
L- Treonina	0,07	0,07	0,07	0,07
Inerte (caulim)	0,15	2,10	2,10	2,10
Xilanase	0,00	0,00	0,0100	0,0100
Fitase	0,00	0,00	0,0075	0,0075
<b>TOTAL</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Valores estimados</b>				
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	3.150,00	3.050,00	3.050,00	3.050,00
Proteína bruta (%)	19,82	19,82	19,82	19,82
Proteína bruta (%) *	22,97	21,83	21,60	22,13
Arginina dig. (%)	1,22	1,22	1,22	1,22
Lisina dig. (%)	1,13	1,13	1,13	1,13
Metionina+cistina dig. (%)	0,83	0,83	0,83	0,83
Cálcio (%)	0,76	0,59	0,59	0,59
Potássio (%)	0,75	0,75	0,75	0,75
Treonina dig. (%)	0,73	0,73	0,73	0,73
Metionina dig (%)	0,68	0,68	0,68	0,68
Fósforo disp. (%)	0,35	0,20	0,20	0,20
Cloro (%)	0,32	0,27	0,27	0,27
Triptofano dig. (%)	0,21	0,21	0,21	0,21
Sódio (%)	0,20	0,16	0,16	0,16
Número de Mogin (mEq/kg)	188,29	187,89	187,89	187,89

<sup>1</sup>Níveis por kg de ração do suplemento mineral-vitamínico: 450,75 g metionina; 65,25 g colina; 2.750.000 UI Vitamina A; 500.000 UI Vitamina D3; 4.000 UI Vitamina E; 375 mg Vitamina K3; 300 mg Vitamina B1; 1.125 mg Vitamina B2; 500 mg Vitamina B6; 4.000 mcg Vitamina B12; 8.750 mg Niacina; 2.300 mg Ácido Pantoténico; 100 mg Ácido Fólico; 15 mg Biotina; 7.500 mg Ferro; 2.250 mg Cobre; 15 g Manganês; 15 g Zinco; 250 mg Iodo; 62,5 mg Selênio; 2500 mg Avilamicina; 10 g Nicarbazina; 3.750 mg Senduramicina. \*Valores analisados na ração.

Foram determinados das excretas e das rações os teores de umidade, matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo e fósforo segundo a metodologia adotada por Silva e Queiroz (2002) e energia bruta por meio da bomba calorimétrica. A partir dos valores obtidos foram calculados os coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fósforo, valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para retenção de nitrogênio das rações e retenção de nitrogênio por dia. Para

o cálculo de EMA, EMAn e dos coeficientes de metabolizabilidade foram utilizadas as fórmulas descritas por Matterson et al. (1965).

**Tabela 6.** Composição percentual e valores estimados das dietas experimentais para frangos de corte na fase de pré-abate (34 a 42 dias de idade)

Ingredientes, %	Dietas experimentais			
	CP	CN	CN+XC+F	CN+XP+F
Milho, 7,88%	63,30	63,30	63,30	63,30
Farelo de soja, 46%	28,96	28,96	28,96	28,96
Óleo de soja	4,36	3,21	3,21	3,21
Fosfato bicálcico	1,12	0,31	0,31	0,31
Calcário calcítico	0,79	0,88	0,88	0,88
Sal comum	0,44	0,36	0,36	0,36
Suplemento min-vit. <sup>1</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30
DL- Metionina	0,26	0,26	0,26	0,26
L- Lisina HCl	0,24	0,24	0,24	0,24
L- Treonina	0,06	0,06	0,06	0,06
Inerte (caulim)	0,15	2,11	2,11	2,11
Xilanase	0,00	0,00	0,0100	0,0100
Fitase	0,00	0,00	0,0075	0,0075
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores estimados				
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	3.200,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00
Proteína bruta (%)	18,78	18,78	18,78	18,78
Proteína bruta (%) *	21,41	20,85	20,02	20,89
Arginina dig. (%)	1,14	1,14	1,14	1,14
Lisina dig. (%)	1,06	1,06	1,06	1,06
Metionina+cistina dig. (%)	0,77	0,77	0,77	0,77
Cálcio (%)	0,66	0,50	0,50	0,50
Potássio (%)	0,71	0,71	0,71	0,71
Treonina dig. (%)	0,69	0,69	0,69	0,69
Metionina dig (%)	0,64	0,64	0,64	0,64
Fósforo disp. (%)	0,31	0,16	0,16	0,16
Cloro (%)	0,32	0,26	0,26	0,26
Triptofano dig. (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
Sódio (%)	0,19	0,16	0,16	0,16
Número de Mogin (mEq/kg)	177,77	177,36	177,36	177,36

<sup>1</sup>Níveis por kg de ração do suplemento mineral-vitamínico final: 1.104 mg Ácido Pantoténico; 4,5 mg Biotina; 3.000 mg Cobre; 43,48 g Colina; 10 g Ferro; 333,33 mg Iodo; 20 g Iodo; 20 g Manganês; 301,95 g Metionina; 1.500 mg Niacina; 60 mg Selênio; 900.000 UI Vitamina A; 90 mg Vitamina B1; 900 mcg Vitamina B12; 300 mg Vitamina B2; 120 mg Vitamina B6; 150.000 UI Vitamina D3; 1.500 UI Vitamina E; 150 mg Vitamina K3; 20 g Zinco. \*Valores analisados na ração.

Semanalmente, as aves, a ração fornecida e as sobras de ração foram pesadas para determinação do peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, viabilidade criatória e os consumos de energia metabolizável, proteína bruta, fósforo e lisina.

O ganho de peso e a conversão alimentar foram corrigidos pela mortalidade segundo Sakomura & Rostagno (2007).

Para análises de composição bromatológica das carcaças, foram amostrados 12 pintainhos com um dia de idade e cinco aves por tratamento aos 21 e 42 dias de idade, com peso vivo próximo ao peso médio ( $\pm 10\%$ ) da unidade experimental. As aves foram identificadas e submetidas a jejum alimentar de seis horas, e posteriormente insensibilizadas e abatidas por meio de sangria de acordo com as normas propostas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

Após a sangria, os frangos foram depenados e eviscerados, e as carcaça sem pés, cabeça e pele foram desossadas, moídas e armazenadas em freezer para posterior análise laboratorial. As amostras foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a  $55^{\circ}\text{C}$ , por 96 horas. Posteriormente, foram processadas em moinho de bola para obtenção de material finamente moído para realização das análises de matéria seca definitiva, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral e fósforo de acordo com a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2012).

Os resultados foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa SAS, versão University, e quando constatado diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As médias da temperatura e umidade relativa do ar foram de  $28,30^{\circ}\text{C}$  e 69,22%, para a fase de criação pré-inicial,  $23,59^{\circ}\text{C}$  e 72,33% para fase inicial,  $23,33^{\circ}\text{C}$  e 65,77% para fase de crescimento e  $23,87^{\circ}\text{C}$  e 55,62% para fase de pré-abate, respectivamente. A faixa considerada ideal de temperatura e umidade relativa do ar para a fase pré-inicial foi de 29 a  $33^{\circ}\text{C}$  e 30 a 60%, e nas demais fases entre 18 e  $26^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa entre 50 e 70% (Coob Vantres, 2008).

O coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca aos 21 dias de criação foi maior ( $P < 0,05$ ) para as aves submetidas à dieta com redução de energia metabolizável (100 Kcal/kg), cálcio (0,165%), fósforo (0,150%) e sódio (0,035%) e inclusão de xilanase Cerrado Pantanal associada à fitase comercial, quando comparado às demais dietas (Tabela 7).

Esses resultados diferem dos encontrados em um trabalho realizado por Iwahashi et al. (2011) trabalhando com redução em 2 (60 Kcal/kg) e 4% (120 Kcal/kg) na energia metabolizável e suplementação, em ambas dietas, de xilanase comercial + fitase comercial na

proporção de 50 g/T para codornas de corte, não encontraram diferença para o coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca.

**Tabela 7.** Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), extrato etéreo (CMEE) e fósforo (CMP) e teores de energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) e nitrogênio retido (BN) de frangos de corte com 21 dias de idade submetidos a dietas contendo xilanase comercial e xilanase do Cerrado Pantanal associadas a fitase

Variáveis*	Dietas experimentais**				Valor-P	CV %
	CP	CN	CN+XC+F	CN+XP+F		
CMMS, %	52,19 c	55,41 b	56,78 b	60,16 a	<0,001	1,93
CMPB, %	52,82 b	52,49 b	55,02 ab	61,69 a	0,015	7,95
CMEE, %	50,02 b	39,08 c	61,52 a	62,61 a	<0,001	7,89
CMP, %	27,98 b	26,34 b	41,06 a	43,92 a	<0,001	8,36
EMA, Kcal/kg	3240 b	3186 b	3112 b	3377 a	<0,001	1,18
EMAn, Kcal/kg	3073 b	3023 b	3034 b	3183 a	<0,001	1,33
BN, g N/dia	1,68	1,41	1,54	1,68	0,538	18,66

\*\*CP: Controle positivo; CN: Controle negativo; CN+XC+F: Controle negativo com adição de xilanase comercial e fitase comercial; CN+XP+F: Controle negativo com adição de xilanase do Cerrado Pantanal e fitase comercial. \*CMMS: Coeficiente de Metabolizabilidade da Matéria Seca; CMPB: Coeficiente de Metabolizabilidade da Proteína Bruta; CMEE: Coeficiente de Metabolizabilidade de Extrato Etéreo; CMP: Coeficiente de Metabolizabilidade do Fósforo; EMA: Energia Metabolizável Aparente; EMAn: Energia Metabolizável Aparente corrigida para balanço de nitrogênio; BN: Retenção de nitrogênio. Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

A xilanase Cerrado Pantanal associada à fitase em dieta com redução de energia metabolizável, P, Ca e Na promoveu melhora ( $P<0,05$ ) no coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta em relação a dieta formulada para atender as exigências nutricionais das aves e sem adição de enzimas, e a dieta com redução de nutrientes e sem adição de enzimas. Dessa forma, a hidrólise nos compostos antinutricionais realizada pela inclusão enzimática foi mais eficaz em aumentar a digestibilidade da proteína bruta, disponibilizando maior quantidade de nutrientes e, acarretando uma melhor digestão e absorção.

Esses dados são semelhantes aos encontrados por Barbosa et al. (2008), trabalhando com redução de EM (150 Kcal/kg), Ca (0,15%) e P (0,33%) e suplementação de complexos enzimáticos contendo as enzimas xilanase comercial e fitase comercial, nas proporções de 200 e 100 g/T de ração, respectivamente, observaram melhora no coeficiente de metabolizabilidade de proteína bruta quando utilizada as enzimas nas dietas. Por outro lado, em estudo realizado por Iwahashi et al. (2011), a suplementação de 50 g/T de xilanase comercial e de 50 g/T de fitase comercial em dietas com redução na energia metabolizável em 2 (60 Kcal/kg) e 4% (120

Kcal/kg) para codornas de corte não influenciou o coeficiente de metabolizabilidade de proteína bruta.

Segundo Wyatt & Bedford (1998), o benefício da maior digestibilidade protéica ocasionado pela suplementação de enzimas exógenas pode estar mais relacionado com a redução da produção de aminoácidos endógenos, do que com a melhor digestão proteica da dieta.

As enzimas xilanase comercial e xilanase Cerrado Pantanal associadas à fitase comercial proporcionaram maiores ( $P < 0,05$ ) valores para os coeficientes de metabolizabilidade de extrato etéreo e fósforo do que para as demais dietas. Esse fato demonstra que a fitase em associação com as xilanases comercial e Cerrado Pantanal presente nas dietas foi mais efetiva em hidrolisar as moléculas de ácido fítico presentes nas dietas, disponibilizando maiores quantidades de fósforo para absorção.

Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com os encontrados por Cowieson & Adeola (2005), no qual a digestibilidade do fósforo para frangos de corte aos 28 dias foi superior quando houve suplementação enzimática de 1000 FTU de fitase comercial (100 g/T) e de um complexo enzimático com xilanase, amilase e protease (100 g/T) em dietas com redução nos níveis energéticos.

A melhor digestibilidade do fósforo se dá pela quebra do complexo fitato-mineral realizado pela fitase presente nas dietas, desse modo, libera-se maior quantidade de minerais para absorção no organismo. Ainda, a suplementação de fitase é mais efetiva em melhorar a digestibilidade do fósforo em dietas com Ca e P abaixo dos níveis recomendados (Sebastian et al., 1996). Isso ocorre possivelmente pelo fato das aves apresentarem a capacidade de aumentar a retenção de minerais conforme se reduz os níveis nutricionais da dieta (Ravidran et al., 2001), e quando combinado com suplementação enzimática pode melhorar a digestibilidade em relação a uma dieta padrão.

A inclusão de fitase comercial associada a xilanase Cerrado Pantanal em dietas com redução de energia metabolizável (100 Kcal/kg), Ca (0,165%), P (0,150%) e Na (0,035%) proporcionou maiores ( $P < 0,05$ ) valores de energia metabolizável aparente e energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio em relação as demais dietas. Por sua vez, a retenção de nitrogênio aos 21 dias não foi afetada ( $P > 0,05$ ) pelas dietas fornecidas.

Segundo Bao et al. (2013) o efeito positivo na EMA com inclusão de enzimas exógenas, principalmente carboidrases, proteases e fitase, em rações com energia reduzida é evidente em relação a dietas com valor energético em quantidade suficiente para atender as exigências nutricionais da dieta. No entanto, Grecco (2016) afirma que o benefício do uso de enzimas não

está na melhor digestibilidade de nutrientes e sim no melhor aproveitamento energético, já que a ave gasta menos energia nos processos digestivos, resultando em maior energia para outros processos produtivos.

As dietas não influenciaram ( $P>0,05$ ) o peso corporal inicial, peso corporal final, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade criatória dos frangos de corte no período de 1 a 7 dias de idade (Tabela 8).

**Tabela 8.** Desempenho, consumo de nutrientes e deposição corporal de frangos de corte submetidos a dietas com inclusão de xilanase comercial e xilanase do Cerrado Pantanal associadas a fitase

Variáveis*	Dietas experimentais**				Valor-P	CV %
	CP	CN	CN+XC+F	CN+XP+F		
1 a 7 dias						
PCI, g	48,51	48,53	48,47	48,58	0,261	0,17
PCF, g/ave	196,00	193,20	194,00	196,40	0,818	3,18
GP, g/ave	147,48	144,66	145,52	147,81	0,825	4,24
CR, g/ave	161,20	161,20	163,60	166,00	0,694	4,49
CA, g:g	1,09	1,11	1,12	1,12	0,683	4,12
VC, %	100	100	100	100	0,000	0,00
CEM, Kcal/dia	68,17	65,86	66,84	67,82	0,627	4,48
CPB, g/dia	5,77	5,92	5,88	6,17	0,166	4,52
CLis dig, g/dia	0,30	0,30	0,31	0,31	0,565	4,60
CP disp, g/dia	0,10 a	0,07 b	0,07 b	0,08 b	<0,001	4,53
1 a 21 dias						
PCF, g/ave	1011,60 a	906,45 c	953,20 bc	996,04 ab	<0,001	3,16
GP, g/ave	963,09 a	857, 91 c	904,72 bc	947,45 ab	<0,001	3,33
CR, g/ave	1302,80 ab	1229,60 b	1272,80 ab	1333,51 a	0,014	3,51
CA, g:g	1,35 b	1,43 a	1,40 ab	1,41 ab	0,047	3,20
VC, %	100	98	96	96	0,647	5,84
CEM, Kcal/dia	318,89 ab	296,54 b	307,26 ab	333,32 a	<0,001	3,60
CPB, g/dia	25,34 ab	23,94 b	25,29 ab	26,10 a	0,007	3,34
CLis dig, g/dia	1,35 a	1,28 b	1,32 ab	1,38 a	0,018	3,35
CP disp, g/dia	0,43 a	0,26 b	0,27 b	0,28 b	<0,001	3,56
DCPB, g/dia	10,24	9,58	10,35	10,29	0,253	6,46
DCEE, g/dia	1,73	1,58	1,63	1,62	0,941	23,83

1 a 33 dias						
PCF, g/ave	2361,33 a	2086,29 b	2257,78 a	2307,11 a	<0,001	2,75
GP, g/ave	1202,25 a	1035,17 b	1159,05 a	1163,26 a	<0,001	4,11
CR, g/ave	3365,02 a	3100,17 b	3327,91 a	3436,40 a	<0,001	2,95
CA, g:g	1,45 b	1,52 a	1,50 ab	1,52 a	0,026	2,34
VC, %	96	94	94	92	0,891	8,57
CEM, Kcal/dia	858,30 a	766,42 b	822,91 a	848,32 a	<0,001	2,87
CPB, g/dia	64,81 a	57,97 b	62,28 a	64,90 a	<0,001	2,85
CLis dig, g/dia	3,29 a	3,04 b	3,25 a	3,36 a	<0,001	2,87
CP disp, g/dia	1,03 a	0,57 c	0,61 b	0,63 b	<0,001	2,92
1 a 42 dias						
PCF, g/ave	3479,94 a	3002,91 b	3559,44 a	3411,75 a	<0,001	3,41
GP, g/ave	3431,43 a	2954,37 b	3310,97 a	3363,16 a	<0,001	3,46
CR, g/ave	5436,30 a	4859,70 b	5442,90 a	5566,90 a	<0,001	4,02
CA, g:g	1,58	1,64	1,64	1,65	0,151	3,17
VC, %	92	90	90	88	0,964	13,49
CEM, Kcal/dia	1594,91 a	1372,49 b	1551,39 a	1582,17 a	<0,001	4,25
CPB, g/dia	114,11 a	98,74 b	109,35 a	114,36 a	<0,001	4,13
CLis dig, g/dia	5,73 a	5,11 b	5,74 a	5,87 a	<0,001	4,12
CP disp, g/dia	1,74 a	0,88 c	0,99 b	1,01 b	<0,001	3,77
DCPB, g/dia	40,91 ab	37,54 b	40,10 ab	42,61 a	0,042	5,90
DCEE, g/dia	11,00 a	7,83 ab	8,20 ab	4,19 b	0,004	31,10

\*\*CP: Controle positivo; CN: Controle negativo; CN+XC+F: Controle negativo com adição de xilanase comercial e fitase comercial; CN+XP+F: Controle negativo com adição de xilanase do Cerrado Pantanal e fitase comercial. \*PCI: Peso corporal inicial; PCF: Peso corporal final; GP: Ganho de peso; CR: Consumo de ração; CA: Conversão alimentar; VC: Viabilidade criatória; CEM: Consumo de energia metabolizável; CPB: Consumo de proteína bruta; CLIS dig: Consumo de lisina digestível; CP disp: Consumo de fósforo disponível; DCPB: Deposição corporal de proteína bruta; DCEE: Deposição corporal de extrato etéreo. \*Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Resultados semelhantes foram encontrados em estudo realizado por Carvalho et al. (2009), testando dietas para frangos de corte com redução na energia metabolizável em 3% (90 Kcal/kg) e adição de complexos enzimáticos com xilanase comercial (600 U/g), amilase (8000 U/g) e protease (800 U/g), não encontrando diferenças para as variáveis de desempenho na fase pré-inicial de criação.

Mesmo com a inclusão de enzimas exógenas, a falta de resposta no desempenho das aves no período pré-inicial se dá, possivelmente, pela imaturidade e inabilidade do sistema digestivo em digerir e absorver de forma eficiente os nutrientes fornecidos na dieta, principalmente as gorduras devido a baixa secreção de lipases e sais biliares (Brumano et al., 2006). Outro fator que pode ter influenciado a falta de resposta nessa fase se refere aos mecanismos enzimáticos endógenos dos frangos, os quais não estão totalmente estabelecidos nesse período (Dalólio et al., 2016). Segundo Uni et al. (1999) a maturidade do trato gastrointestinal se estabelece por completo aos 16 dias de idade em frangos de corte.

No presente estudo, as dietas experimentais não influenciaram ( $P>0,05$ ) o consumo de energia metabolizável, o consumo de proteína bruta e o consumo de lisina digestível para os frangos de corte de 1 a 7 dias. No entanto, a dieta com níveis nutricionais adequados sem adição de enzimas proporcionou maior ( $P<0,05$ ) consumo de fósforo aos 7 dias em relação as demais dietas.

A redução de energia metabolizável (100 Kcal/kg), fósforo (0,15%), cálcio (0,165%) e sódio (0,035%), associados às inclusões das enzimas xilanase comercial + fitase comercial e xilanase Cerrado Pantanal + fitase comercial influenciaram ( $P<0,05$ ) o desempenho de frangos de corte nas fases de 1 a 21, 33 e 42 dias de idade. Os frangos de corte que receberam a dieta com redução de nutrientes com adição de xilanase Cerrado Pantanal + fitase comercial apresentaram maior ( $P<0,05$ ) consumo de ração aos 21 dias em comparação a dieta com redução de nutrientes sem adição de enzimas.

Em estudo conduzido por Barbosa et al. (2008), a suplementação com as enzimas xilanase (1650 U/kg) e fitase (500 U/kg) para frangos de corte possibilitou resultados semelhantes a este, onde o consumo de ração aos 21 dias foi inferior para a dieta com redução no nível de energia metabolizável (150 Kcal/kg), cálcio (0,12%) e fósforo (0,13%), quando comparada com as aves alimentadas com a dieta sem reduções nos níveis nutricionais. No entanto, em um estudo realizado por Martín et al. (2015) testando dietas para frangos de corte com fitase comercial (500 FTU/ kg) associada a dietas com redução (10%) e aumento (10%) nos níveis de fósforo em relação ao exigido pela ave, observaram menor consumo de ração aos 21 dias para as aves alimentadas com dieta com fitase comercial associadas ao maior nível de fósforo.

Em um aspecto geral, quando há redução nos níveis nutricionais da dieta, principalmente em termos de energia metabolizável, espera-se que ocorra um aumento no consumo de ração como tentativa de compensar as deficiências nutricionais (Scherer et al., 2011), comportamento observado para a dieta com redução de energia metabolizável, Ca, P e Na e inclusão de xilanase Cerrado Pantanal + fitase comercial.

Verificou-se no presente estudo que a dieta com os níveis nutricionais adequados para as fases de vida e sem adição de enzimas, proporcionou maior ( $P<0,05$ ) ganho de peso e peso corporal final aos 21 dias em comparação a dieta com redução de nutrientes sem adição de enzimas e a dieta com redução de nutrientes e adição de xilanase comercial + fitase comercial.

Resultados semelhantes foram relatados por Barros (2016), no qual o ganho de peso para frangos de corte aos 21 dias foi superior para as aves que receberam dieta com xilanase comercial (20.000 BXU/kg) e fitase comercial (1000 FTU/kg) em comparação as dietas

suplementadas apenas com xilanase comercial (20.000 BXU/kg) ou sem inclusão de enzimas. Ainda, testando diferentes níveis de suplementação de fitase (0, 250, 500, 12.500 FTU/kg) para frangos de cortes, Karadas et al. (2010) observaram maior ganho de peso aos 21 dias para frangos de corte que receberam dieta sem inclusão de fitase comercial, em comparação as aves alimentadas com as dietas com fitase comercial, resultados semelhantes aos encontrados nesse trabalho.

No entanto, Carvalho et al. (2009) estudando o efeito do complexo enzimático formado por xilanase comercial (600 U/g), amilase (8000 U/g) e protease (800 U/g) associada a dietas com redução de energia metabolizável em 90 Kcal/kg, não observaram efeitos para ganho de peso de frangos de corte na fase de 1 a 21 dias.

No presente estudo, a conversão alimentar dos frangos alimentados com a dieta formulada para atender as exigências nutricionais sem adição de enzimas se mostrou mais eficiente ( $P < 0,05$ ) em comparação aos animais que receberam a dieta com redução de energia metabolizável, P, Ca e Na sem adição de enzimas, entretanto, as dietas com reduções de nutrientes e adição das enzimas xilanase comercial e xilanase Cerrado Pantanal + fitase comercial não diferiram das demais dietas. As dietas fornecidas não influenciaram ( $P > 0,05$ ) a viabilidade criatória dos frangos de corte aos 21 dias de criação.

Semelhante a este estudo, Barros (2016) observou melhor conversão alimentar aos 21 dias para as aves que receberam dieta com xilanase comercial (20.000 BXU) + fitase comercial (1.000 FTU) em relação a dieta sem suplementação enzimática. Entretanto, em estudos realizados por Dalólio et al. (2016) e Pereira et al. (2010), não foram observadas diferenças em relação a conversão alimentar de frangos de corte aos 21 dias, quando utilizadas dietas com diferentes inclusões (100, 200, 300 e 400 g/T) de xilanase + fitase e dieta com adição de xilanase (600.000 U/kg) + amilase (800.000 U/kg) + protease (8.000.000 U/kg) em relação a dieta sem adição enzimática.

Verificou-se no presente estudo, maiores ( $P < 0,05$ ) consumos de energia metabolizável e proteína bruta aos 21 dias para os frangos de corte que receberam a dieta com redução de energia metabolizável, Ca, P e Na com adição de xilanase Cerrado Pantanal + fitase comercial aos em comparação a dieta com redução de nutriente sem adição enzimática. Por sua vez, a dieta formulada para atender as exigências nutricionais sem adição de enzimas e a dieta com redução de nutrientes e adição de xilanase comercial + fitase comercial não diferiram das demais. Os consumos de energia metabolizável e proteína bruta observados foram condizentes aos consumos de ração encontrados nessa mesma fase.

Foi observado aos 21 dias maior ( $P < 0,05$ ) consumo de lisina para a dieta formulada de forma a atender as exigências nutricionais das aves e sem adição de enzimas e para a dieta com redução de nutrientes e adição de xilanase Cerrado Pantanal + fitase comercial em comparação a dieta com redução de nutrientes sem a adição enzimática. No entanto, observou-se maior ( $P < 0,05$ ) consumo de fósforo para a dieta com os níveis nutricionais adequados e sem adição de enzimas em relação as demais dietas. As dietas não influenciaram ( $P > 0,05$ ) a deposição corporal de proteína bruta e extrato etéreo aos 21 dias.

Nos períodos de 1 a 33 e 1 a 42 dias, o peso corporal final, o ganho de peso e o consumo de ração dos frangos de corte alimentados com a dieta formulada para atender as exigências nutricionais das aves e sem adição de enzimas e as dietas com redução nos níveis nutricionais com adição de fitase comercial associada à xilanase comercial e a xilanase Cerrado Pantanal foram superiores ( $P < 0,05$ ) em comparação a dieta com redução de energia metabolizável, Ca, P e Na sem inclusão enzimática.

Resultados diferentes foram observados em estudo conduzido por Pereira et al. (2010), fornecendo complexos enzimáticos com as enzimas xilanase (600.000 BXU/kg) + amilase (800.000 U/kg) + protease (8.000.000 U/kg) não observaram influência no ganho de peso de frangos na fase de 1 a 35 dias quando comparado aos animais alimentados com dieta padrão. Ainda, Carvalho et al. (2009) não observaram diferenças para ganho de peso aos 42 dias quando utilizadas dietas com redução energética (100 Kcal/kg) associadas ou não ao complexo enzimático xilanase (600 BXU/g) + amilase (8.000 U/g) + protease (800 U/g) em comparação a dietas formuladas para atender as necessidades nutricionais das aves e sem adição enzimática.

No presente estudo, a dieta formulada para atender as exigências nutricionais das aves e sem adição de enzimas proporcionou melhor ( $P < 0,05$ ) a conversão alimentar para os frangos de corte aos 33 dias de criação, em comparação a dieta com redução de nutrientes e sem adição de enzimas e a dieta com redução de nutrientes com adição de xilanase Cerrado Pantanal + fitase comercial. No entanto, as dietas não influenciaram ( $P > 0,05$ ) a conversão alimentar das aves aos 42 dias de criação.

Resultados semelhantes foram encontrados em estudo conduzido por Carvalho Filho et al. (2016), não sendo observadas diferenças para conversão alimentar para frangos de corte aos 42 dias quando testado diferentes níveis de suplementação de fitase comercial (1000, 2000, 3000 e 4000 FTU/kg) em relação a dieta sem adição de enzimas.

Foi observado que a inclusão de xilanase comercial + fitase comercial e xilanase Cerrado Pantanal + fitase comercial associadas a dieta com redução de energia metabolizável,

Ca, P e Na, não influenciaram ( $P>0,05$ ) a viabilidade criatória dos frangos de corte de 1 a 33 e 42 dias.

Foi observado maiores ( $P<0,05$ ) consumo de energia metabolizável, proteína bruta e lisina nas fases de 1 a 33 e 1 a 42 dias para as aves alimentadas com a dieta formulada para atender as exigências nutricionais das aves e sem adição de enzimas e para as dietas com redução de nutrientes com adição de xilanase comercial + fitase comercial e xilanase Cerrado Pantanal + fitase comercial. O maior consumo de nutrientes encontrados nessas dietas pode ser explicado pelo maior consumo de ração observado para as mesmas dietas nas fases de crescimento e pré-abate.

A dieta formulada para atender as exigências nutricionais das aves e sem adição de enzimas proporcionou maior ( $P<0,05$ ) consumo de fósforo aos 33 e 42 dias em relação as demais dietas, no entanto, a xilanase comercial + fitase comercial e a xilanase Cerrado Pantanal + fitase comercial associadas a dieta com redução de nutrientes proporcionou maior consumo de fósforo em relação a dieta com redução de nutrientes sem adição de enzimas. Apesar do maior consumo de ração observado para as dietas com redução de nutrientes e inclusão de enzimas, o menor consumo de fósforo observado para as mesmas dietas pode ser explicado pela redução dos níveis de fósforo disponível fornecido nessas dietas.

Foi observada maior ( $P<0,05$ ) deposição diária de proteína bruta aos 42 dias para a dieta com redução de nutrientes e inclusão de xilanase Cerrado Pantanal + fitase comercial em relação a dieta com redução de nutrientes e sem adição de enzimas. Por outro lado, a enzima xilanase Cerrado Pantanal + fitase comercial proporcionou menor ( $P<0,05$ ) deposição de extrato etéreo em relação a dieta formulada para atender as exigências nutricionais das aves. Esses resultados diferem dos encontrados por Carvalho Filho et al. (2016), não sendo observadas diferenças para a deposição corporal de proteína bruta aos 42 dias para frangos de corte submetidos a diferentes níveis de inclusão de fitase comercial (1000, 2000, 3000 e 4000 FTU/kg) em relação a dieta sem adição de fitase.

Apesar da redução dos níveis nutricionais, o maior desempenho observado nas aves suplementadas com as enzimas xilanase comercial e xilanase Cerrado Pantanal associadas a fitase comercial, principalmente as últimas fases de vida, pode ser atribuído a ação sinérgica entre as enzimas, possibilitando a redução dos fatores antinutricionais e, por consequência, maior disponibilidade e digestibilidade dos nutrientes dietéticos, possibilitando maior desempenho das aves (Barbosa et al., 2008).

O efeito da ação conjunta das enzimas pode se dar pelo fato da xilanase atuar sobre a dieta, hidrolisando as ligações glicosídicas dos PNAs presentes na parede vegetal dos alimentos

e, como efeito secundário, a hidrólise na parede celular disponibiliza maior quantidade de moléculas de fitato aderidos a fração fibrosa da dieta. Por sua vez, a fitase atua sobre as moléculas de ácido fítico, quebrando os complexos insolúveis formados com fósforo.

Além disso, o fitato tem o poder de interagir com outras moléculas de carga positiva como aminoácidos e algumas enzimas como a amilase (Thompson & Yoon, 1994) tripsina e fosfatase afetando a utilização de proteína e energia. A quebra desses complexos insolúveis pode aumentar a solubilidade e digestibilidade dos nutrientes presentes na dieta (Ravidran et al., 1999).

Outra explicação para o efeito positivo observado no desempenho das aves é que a suplementação de enzimas exógenas na dieta pode promover redução na síntese de enzimas endógenas como as protease e amilases, disponibilizando maiores quantidades de aminoácidos e energia para serem aproveitados em outras rotas metabólicas, como a síntese proteica (Angel et al., 2011).

No presente estudo, as dietas fornecidas não proporcionaram ( $P > 0,05$ ) diferenças para os pesos de coxa + sobrecoxa, asa, dorso, cabeça + pescoço, pés e gordura abdominal aos 42 dias (Tabela 9).

Entretanto, a dieta formulada para atender as exigências nutricionais das aves e sem adição de enzimas e as dietas com redução de energia metabolizável (100 Kcal/kg), Ca (0,165%), P (0,150%) e Na (0,035%) associadas as enzimas xilanase comercial + fitase comercial e xilanase Cerrado Pantanal + fitase comercial proporcionaram maior ( $P < 0,05$ ) peso de carcaça em comparação a dieta com redução de nutrientes e sem adição enzimática. Foi observado maior ( $P < 0,05$ ) peso de peito aos 42 dias para a dieta com os níveis nutricionais adequados em comparação a dieta com redução de nutrientes e sem adição de enzimas.

O maior peso de carcaça observado aos 42 dias pode ser explicado pelo maior consumo de ração e, conseqüentemente, maior ganho de peso e peso corporal final observado para as aves alimentadas com as mesmas dietas.

Os rendimentos de carcaça, peito, coxa + sobrecoxa, asa, dorso e gordura abdominal dos frangos de corte aos 42 dias não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelas dietas experimentais. O mesmo efeito foi observado em estudo conduzido por Carvalho et al. (2009), testando redução de energia metabolizável (90 Kcal/kg) com ou sem inclusão de xilanase (600 U/g), amilase (800 U/g) e protease (800U/g) em frangos de corte, onde o rendimento de carcaça, e cortes nobres não foram influenciados pelas dietas. Ainda, Carvalho Filho et al. (2016) testando dietas com diferentes níveis de fitase comercial (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 FTU/kg) não observaram

influência nos rendimentos de carcaça, peito, coxa + sobrecoxa e gordura abdominal para frangos de corte aos 42 dias de criação.

**Tabela 9.** Características de carcaça de frangos de cortes aos 42 dias submetidos a dietas com inclusão de xilanase comercial e xilanase do Cerrado Pantanal associadas a fitase

Variáveis*	Dietas experimentais**				Valor-P	CV %
	CP	CN	CN+XC+F	CN+XP+F		
Peso absoluto						
CARCAÇA, g	2414,70 a	2095,50 b	2282,80 a	2340,20 a	<0,001	4,39
PEITO, g	982,14 a	855,15 b	948,16 ab	947,54 ab	0,030	6,58
COXSB, g	712,51	697,06	714,71	704,63	0,811	4,49
ASA, g	240,35	243,97	241,99	241,05	0,981	6,16
DORSO, g	445,94	419,75	448,63	460,59	0,267	7,22
CAB+PESC, g	211,00	216,60	225,90	211,40	0,647	9,55
PÉS, g	120,30	129,90	131,60	134,50	0,199	8,08
GAB, g	32,38	25,35	22,85	25,40	0,633	45,23
Rendimentos						
CARCAÇA, %	71,13	71,43	69,79	70,98	0,642	3,01
PEITO, %	40,69	40,81	40,55	40,49	0,989	3,99
COXSB, %	29,65	29,00	29,74	29,32	0,811	4,49
ASA, %	10,00	10,15	10,07	10,03	0,981	6,16
DORSO, %	18,55	17,46	18,67	19,16	0,267	7,22
CAB+PESC, %	8,72 b	10,35 a	9,91 ab	9,03 ab	0,033	9,18
PÉS, %	4,98 b	6,21 a	5,79 ab	5,74 ab	0,022	9,78
GAB, %	0,97	0,76	0,68	0,76	0,627	45,25

\*\*CP: Controle positivo; CN: Controle negativo; CN+XC+F: Controle negativo com adição de xilanase comercial e fitase comercial; CN+XP+F: Controle negativo com adição de xilanase Cerrado Pantanal e fitase comercial.

\*COXSB: Coxa e sobrecoxa; CAB+PESC: cabeça + pescoço; GAB: Gordura abdominal. \*Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

No entanto, em estudo realizado por (Dalólio et al., 2016) comparando diferentes níveis de suplementação enzimática (0, 100, 200, 300 e 400 g/T) para frangos de corte, com as enzimas xilanase + fitase, foram observados valores superiores para rendimento de peito e asa nas as aves que receberam as enzimas na dieta em relação os frangos alimentados com dieta sem inclusão enzimática.

## CONCLUSÕES

É possível reduzir o nível de energia metabolizável em 100 Kcal/kg, do fósforo disponível em 0,150%, do cálcio em 0,165% e do sódio em 0,035% com a inclusão da xilanase comercial e do Cerrado Pantanal em associação a fitase.

A xilanase do Cerrado Pantanal suplementada juntamente com a fitase comercial é efetiva para melhorar a digestibilidade da proteína, fósforo e extrato etéreo, e possibilita coeficiente de metabolizabilidade da energia superior a xilanase comercial.

A xilanase Cerrado Pantanal ou comercial juntamente com a fitase comercial é eficiente em manter o ganho de peso e o peso de carcaça dos frangos de corte.

## REFERÊNCIAS

- ANGEL, C.R.; SAYLOR, W.; VIEIRA, S.L.; WARD, N. Effects of a monocomponent protease on performance and protein utilization in 7- to 22-day-old broiler chickens. **Poultry Science**, v.90, n.10, p.2281-2286, 2011.
- BAO, Y.M.; ROMERO, L.F.; COWIESON, A.J. Functional patterns of exogenous enzymes in different feed ingredients. **World's Poultry Science Journal**, v.69, p. 759-774, 2013.
- BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; FERNANDES, J.B.K.; DOURADO, L.R.B. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de corte. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.43, n.6, p.755-762, 2008.
- BARROS, V.R.S.M.D. **Avaliação nutricional da fitase e suas interações para frangos de corte**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa (2016).
- BRUMANO, G.; GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GENEROSO, R.A.; SCHMIDT, M. Composição química e valores de energia metabolizável de alimentos proteicos determinados com frangos de corte em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2297-2302, 2006.
- CARDOSO, D.M; MACIEL, M.P.; PASSOS, D.P. et al. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Archivos de zootecnia**, v.60, n.232, p.1053-1064, 2011.
- CARVALHO, J.C.C.D.; BERTECHINI, A.G.; PEREIRA, R.A.N.; RODRIGUES, P.B.; FASSANI, E.J. 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**, v.38, n.2, p.292-298, 2009.
- CARVALHO FILHO, D.U.; FIGUEIRÊDO, A.V.; LOPES, J.B.; OLIVEIRA S.N.A.; SILVA, E. M.C.; GOMES, P.E.B.; MERVAL, R.R. Dietas com fitase para frangos de corte alojados em ambientes com diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.22, n.3-4, p.180-187, 2016.
- COBB-VANTRESS. **Guia de manejo para frangos de corte cobb 500**. 58p. 2008.
- COWIESON, A.J.; ADEOLA, O. Carbohydrases, protease and phytase have an additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks. **Poultry Science**, v.84, p1860-1867, 2005.
- DALÓLIO, F. S., MOREIRA, J., VAZ, D. P., ALBINO, L. F. T., VALADARES, L. R., PIRES, A. V. Enzimas exógenas em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, n.2, p.149-161, 2016.

IWAHASHI, A.S.; FURLAN, A.C.; SCHERER, C.; TON, A.P.S.; SCAPINELLO, C. Utilização de complexo enzimático em rações para codornas de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.33, n.3, p.273-279, 2011.

KARADAS, F.; PIRGOZLIEV, V.; PAPPAS, A.C.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M. R. Effects of different dietary phytase activities on the concentration of antioxidants in the liver of growing broilers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.94, p.519-526, 2010.

LIMA, M.R.; SILVA, J.H.V.; ARAUJO, J.A. Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinária Brasileira**, v.1, n.4, p.99-110, 2008.

MARTÍN, J.A.P.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; HANNAS, M.I. Redução da exigência de fósforo disponível em dietas com adição de fitase para frangos de corte machos de oito aos 21 dias de idade. **Spaei Domus**, v.11, n.22, 2015.

MATTERSON, L.B., POTTER, L.M., STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Research Report**, v.7, p.3-11, 1965.

PEREIRA, P.W.Z.; MENTEN, J.F.M.; RACANICCI, A.M.C.; TRALDI, A.B.; SILVA, C.S.; RIZZO, P.V. Avaliação de complexo enzimático e betaína natural em rações para frangos de corte criados em aviário comercial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2230-2236, 2010.

RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H.; RAVIDRAN, 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**, v.80, p.338-344, 2001.

RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H.; BRYDEN W.L. Effects of phytase supplementation, individually and in combination, with glycanase, on the nutritive value of wheat and barley. **Poultry Science**, v.78, p.1588–1595, 1999.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 1.ed. Jaboticabal: FUNEP, 283p. 2007.

SCHERER, C.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N.; SCAPINELLO, C.; TON, A.P.S. Exigência de energia metabolizável de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2496-2501, 2011.

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**, v.75, p.729-736, 1996.

SELLE, P. H.; RAVINDRAN, V.; CALDWELL, R. A.; BRYDEN, W. L. Phytate and phytase: consequences for protein utilization. **Nutrition Research Reviews**, v.13, p.255-278, 2000.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ed. Viçosa: UFV, 235p, 2006.

THOMPSON, L.U.; YOON, J.H. Starch digestibility as affected by polyphenols and phytic acid. **Journal of Food Science**. v.49, p.1228, 1984.

UNI, Z.; NOY, Y.; SKLAN, D. Posthatch Development of Small Intestinal Function in the Poultry. **Poultry Science**, v.78, n.1, p.215–222, 1999.

WYATT, C.L.; BEDFORD, M.R. O uso de enzimas nutricionais para maximizar a utilização de nutrientes pelo frango de corte em dietas à base de milho: recentes progressos no desenvolvimento e aplicações práticas. In: SEMINÁRIO TÉCNICO FINNFEEDS, 1998, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Finn feeds, p.2-12. 1998.

## SUPLEMENTAÇÃO DE XILANASE+FITASE SOBRE CARACTERÍSTICAS INTESTINAIS E PARÂMETROS SÉRICOS DE FRANGOS DE CORTE

**RESUMO** – O presente estudo objetivou avaliar as características intestinais de frangos de corte submetidos a dietas contendo fitase comercial associada a xilanase comercial ou xilanase de fungos filamentosos do Cerrado Pantanal, produzida a partir do fungo *Aspergillus japonica*. Foram utilizados 200 pintainhos machos de corte de um a 42 dias de idade da linhagem Cobb 500 distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro dietas e cinco repetições contendo 10 aves cada. As dietas foram: Controle positivo (CP): dieta formulada conforme as exigências nutricionais das aves e sem adição de enzimas; Controle negativo (CN): considerando a matriz nutricional das enzimas com reduções em relação a exigência nutricional em 100 Kcal/kg de energia metabolizável, 0,15% de fósforo disponível, 0,165% de cálcio e 0,035% de sódio e sem adição de enzimas; Controle negativo + Xilanase Comercial + Fitase (CN+XC+F): dieta do tratamento controle negativo com adição de 100 g/T de xilanase comercial e 75 g/T de fitase comercial; Controle negativo + Xilanase do Cerrado Pantanal + Fitase (CN+XP+F): dieta do tratamento controle negativo com a adição de 100 g/T xilanase extraída de fungos filamentosos da região do Cerrado Pantanal e 75 g/T de fitase comercial. As xilanases comercial e do Cerrado Pantanal foram produzidas a partir dos fungos filamentosos *Trichoderma reesei* e *Aspergillus japonica*, respectivamente, a fitase produzida a partir da bactéria *Escherichia coli*. Aos 21 dias de idade foi selecionada e abatida uma ave por repetição, na qual foram coletadas amostras do jejuno e íleo. Foram obtidos cortes histológicos longitudinais e semicerrados para análise de morfometria intestinal, a qual foi realizada por meio de microscopia em objetiva de 4x, mensurando a altura dos vilos, profundidade de criptas analisadas em sistema de imagens computadorizado. A análise da microbiota intestinal foi realizada em *pool* constituído por uma ave de cada repetição. Para análise quantitativa foi realizada a contagem total de bactérias aeróbias mesófilas. Também foi realizada análise qualitativa para identificação dos principais gêneros/espécies de bactérias entéricas. As aves submetidas à dieta com redução de nutrientes em associação a xilanase Cerrado Pantanal+fitase apresentaram maior concentração de P plasmático aos 21 dias de idades. A inclusão de xilanase comercial e xilanase Cerrado Pantanal em associação a fitase não proporcionou diferenças na morfometria intestinal em comparação as aves alimentadas com as demais dietas. A inclusão de xilanase comercial associada a fitase comercial em dietas com redução de energia metabolizável, fósforo disponível, cálcio e sódio em dietas de frangos de corte comercial, resulta em maiores quantidades de fósforo plasmático aos 42 dias de criação. A associação das enzimas xilanase comercial e xilanase Cerrado Pantanal em dietas com redução de energia metabolizável, fósforo disponível, cálcio e sódio não afeta o peso e rendimentos de vísceras, a morfometria intestinal do jejuno e íleo, e a microbiota intestinal de frangos de corte.

**Palavras-chave:** Altura de vilo; *Aspergillus japonica*, componentes sanguíneos; contagem bacteriana total; profundidade de cripta

## SUPPLEMENTATION OF XYLANASE+PHYTASE ON INTESTINAL CHARACTERISTICS AND BLOOD PARAMETERS OF BROILER CHICKENS

**ABSTRACT** – The present study aimed to evaluate the intestinal characteristics of broiler chickens submitted to diets containing commercial phytase associated with commercial xylanase or xylanase of filamentous fungi of Cerrado Pantanal, produced from the fungus *Aspergillus japonica*. A total of 200 one-to-42-day-old male males of the Cobb 500 strain distributed in a completely randomized design with four diets and five replicates containing 10 birds each were used. The diets were: Positive control (PC): diet formulated according to the nutritional requirements of birds and without addition of enzymes; Negative control (NC): considering the nutritional matrix of the enzymes with reductions in relation to the nutritional requirement in 100 Kcal/kg of metabolizable energy, 0.15% of available phosphorus, 0.165% of calcium and 0.035% of sodium and without addition of enzymes ; Negative control+commercial xylanase+phytase (NC+XC+F): diet of the negative control treatment with addition of 100 g/T of commercial xylanase and 75 g/T of commercial phytase; Negative control+Xylanase from Cerrado Pantanal+Fitase (NC+XP+F): diet of negative control treatment with the addition of 100 g/T xylanase extracted from filamentous fungi of Cerrado Pantanal region and 75 g/T of commercial phytase. Commercial and Cerrado Pantanal xylanases were produced from filamentous fungi *Trichoderma reesei* and *Aspergillus japonica*, respectively, phytase produced from the bacterium *Escherichia coli*. At 21 days of age a bird was selected and slaughtered per replicate, where jejunum and ileum samples were collected. Longitudinal and semi - closed histological sections were obtained for analysis of intestinal morphometry, which was performed using a 4x objective microscope, measuring the height of the villi, depth of crypts analyzed in a computerized imaging system. The analysis of the intestinal microbiota was performed in a pool consisting of one bird of each replicate. For quantitative analysis the total count of aerobic mesophilic bacteria was performed. Qualitative analysis was also performed to identify the main genera / species of enteric bacteria. The birds submitted to the nutrient reduction diet in association with Cerrado Pantanal + phytase xylanase had a higher plasma P concentration at 21 days of age. The inclusion of commercial xylanase and Cerrado Pantanal xylanase in combination with phytase did not provide differences in intestinal morphometry compared to birds fed the other diets. Commercial phytase-associated commercial xylanase in diets with reduced metabolizable energy, available phosphorus, calcium and sodium in commercial broiler diets results in higher amounts of plasma phosphorus at 42 days of breeding. The association of commercial xylanase and Cerrado Pantanal xylanase enzymes in diets with metabolizable energy, available phosphorus, calcium and sodium does not affect the weight and yield of viscera, intestinal morphometry of the jejunum and ileum, and the intestinal microbiota of broiler chickens.

**Keywords:** *Aspergillus japonica*; blood components; crypt depth; height of vilo; total bacterial count

## INTRODUÇÃO

A saúde intestinal de frangos de corte é um fator importante para se obter boa produtividade animal. O bom equilíbrio gastrintestinal acarreta em efetiva utilização dos nutrientes fornecidos nas dietas. Aliado a isso, a fixação e colonização por micro-organismos patogênicos pode ser minimizada, diminuindo a necessidade de uma migração de células imunes para o trato digestório, reduzindo o risco do acometimento de doenças entéricas e melhorando o desempenho final das aves (Alva, 2014).

Além disso, existem fatores antinutricionais presentes nos alimentos utilizados nas formulações de rações para aves, que podem prejudicar a saúde e o desempenho das aves. (Oliveira et al, 2007). Os PNAs e o ácido fítico estão relacionados entre os principais fatores antinutricionais para aves.

Os PNAs podem aumentar a viscosidade da digesta em função da sua capacidade de formar um gel viscoso com a água, o que impede uma eficiente interação do bolo alimentar com a mucosa intestinal, reduzindo a absorção de nutrientes que podem modificar as estruturas do epitélio intestinal dos frangos, podendo interferir na microbiota intestinal e nas funções fisiológicas das aves, prejudicando a absorção de nutrientes essenciais para um bom desenvolvimento animal (Liu et al., 2010).

O ácido fítico ou fitato presente nos vegetais utilizados em dietas para não-ruminantes, é um fator antinutricional que pode aprisionar nutrientes como proteínas, carboidratos e minerais como o cálcio e principalmente o fósforo, reduzindo a disponibilidade desses nutrientes para serem absorvidos pelo organismo das aves (Selle et al., 2000). Além disso, frangos de corte não são eficientes em digerir o ácido fítico, criando a necessidade de suplementar as dietas fornecidas com fontes de fósforo inorgânicas, aumentando o custo final de produção (Selle & Ravidran, 2007).

Desse modo, torna-se essencial o uso de aditivos melhoradores de desempenho, como as enzimas exógenas, que podem reduzir os efeitos antinutricionais das dietas, protegendo e melhorando a saúde gastrintestinal dos frangos de corte (Olukosi et al., 2007). Além disso, os aditivos adicionados as rações podem reduzir a carga microbiana patogêna intestinal e suas toxinas, melhorando a resposta imunológica no organismo, o que reduz a quantidade de células inflamatórias, por consequência, ocorre um aumento da parede intestinal, possibilitando maior aproveitamento de nutrientes (Mezalira et al., 2014).

A xilanase é uma enzima que pode ser produzida a partir de fungos, protozoários, bactérias e algas (Silva et al. 2013). Sua principal função é reduzir a viscosidade das dietas,

hidrolisando o xilano presente na parede celular de grãos e cereais de alta viscosidade, como o centeio, aveia e a cevada, e de baixa viscosidade como o milho e a soja (Paloheimo et al., 2010). A menor viscosidade da digesta pode proporcionar melhora na morfometria intestinal das aves, o que otimiza a absorção de nutrientes através do lúmen intestinal (Cardoso et al, 2011).

A fitase é uma enzima exógena capaz de hidrolisar a molécula de fitato, disponibilizando maiores quantidades de fósforo, além de auxiliar na melhor utilização de energia metabolizável, bem como na melhor da digestibilidade de nutrientes importantes para o bom desenvolvimento animal (Souza et al., 2013).

Dessa forma, objetivou-se avaliar as características intestinais de frangos de corte submetidos a dietas contendo fitase comercial associada a xilanase comercial ou xilanase de fungos filamentosos do Cerrado Pantanal, produzida a partir do fungo *Aspergillus japonica*. Observando as alterações da mucosa intestinal por meio de altura de vilo, profundidade de cripta e relação vilo:cripta em função da suplementação de xilanase associada a fitase e avaliando a prevalência de bactérias aeróbias mesófilas e Gram-negativas com posterior identificação de bactérias do grupo coliformes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório Experimental em Ciência Aviária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob a aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFMS) protocolado com o número 850/2017.

Foram utilizados 200 pintainhos machos de corte de um a 42 dias de idade da linhagem Cobb 500, os quais foram alojados em galpão convencional, coberto por telha de fibrocimento e dividido em boxes com piso de terra batida e maravalha como cama, equipados com campânulas elétricas contendo duas lâmpadas incandescentes de 100 W para o aquecimento das aves, comedouro tubular e bebedouro pendular.

As aves foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com quatro dietas e cinco repetições contendo 10 aves cada. As dietas foram: Controle positivo (CP): ração formulada conforme as exigências nutricionais das aves e sem adição de enzimas; Controle negativo (CN): considerando a matriz nutricional das enzimas com reduções de nutrientes em 100 Kcal/kg de energia metabolizável, 0,150% de fósforo disponível, 0,165% de cálcio e 0,035% de sódio e sem adição de enzimas; Controle negativo+Xilanase Comercial+Fitase (CN+XC+F): dieta do tratamento controle negativo com adição de 100 g/T de xilanase

comercial e 75 g/T de fitase comercial; Controle negativo+Xilanase do Cerrado Pantanal+Fitase (CN+XP+F): dieta do tratamento controle negativo com a adição de 100 g/T xilanase extraída do fungo *Aspergillus japonica* da região do Cerrado Pantanal e 75 g/T de fitase comercial.

A xilanases comercial e do Cerrado Pantanal foram produzidas a partir dos fungos *Trichoderma reesei* e *Aspergillus japonica*, respectivamente, e a fitase comercial de bactérias *Escherichia coli*, sendo a atividade enzimática das xilanases de 16.000 BXU/kg e da fitase de 5.000 FTU/kg.

O programa de iluminação adotado foi de 24 horas por dia (natural + artificial) durante todo o período experimental. As temperaturas máximas e mínimas (°C), e a umidade relativa do ar (%) foram monitoradas durante todo o período experimental, com registros realizados sempre às 08 e 16h. Água e ração foram fornecidas *ad libitum* durante todo período experimental.

O período experimental foi dividido nas fases pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 33) e pré-abate (34 a 42 dias). As rações foram feitas à base de milho e farelo de soja e formuladas de forma a atender as exigências nutricionais segundo recomendações de Rostagno et al. (2011) (Tabelas 10, 11, 12 e 13).

Aos 21 dias de idade foi selecionada uma ave por repetição (cinco aves por tratamento) por meio do peso corporal médio da unidade experimental ( $\pm 10\%$ ) e submetida a jejum alimentar por oito horas. Posteriormente as aves foram pesadas individualmente, insensibilizadas por deslocamento cervical e abatidas pelo procedimento de sangria.

Após o abate, foi realizada a laparotomia, na qual foram coletadas amostras de aproximadamente três centímetros de comprimento dos segmentos do intestino delgado (jejuno e íleo), considerando o jejuno da porção distal da alça duodenal ao divertículo de *Meckel* e íleo a porção anterior aos cecos.

As amostras de intestino foram lavadas com solução salina para retirada do conteúdo intestinal e fixadas em solução de formol 10% e, posteriormente, desidratadas em série de concentrações crescentes de álcool, diafanizadas em xilol e incluídas em parafina conforme metodologia descrita por Beçak & Paulete, (1976). Foram obtidos cortes histológicos longitudinais e semicerrados com sete  $\mu\text{m}$  de espessura e, posteriormente, corados pelo método de Hematoxilina-Eosina.

A captura das imagens para análise de morfometria foi realizada por meio de microscopia (Leica DMI8), as imagens capturadas em objetiva de 4x e analisadas utilizando-se sistema de imagens computadorizado (LAS X). diluições seriadas do líquido de acondicionamento dos *swabs*, que foram posteriormente dispensados em placas estéreis (100

μL), sobre os quais foram vertidos 10mL de ágar PCA fundido. As placas foram mantidas em estufa a 37°C por 24 horas. O número de unidades formadoras de colônias (UFC/mL) foi obtido após contagem e obtenção da média das placas que contiveram entre 30 e 300 colônias

**Tabela 10.** Composição percentual e valores estimados das dietas experimentais para frangos de corte na fase pré-inicial (1 a 7 dias)

Ingredientes %	Dietas experimentais			
	CP	CN	CN+XC+F.	CN+XP+F
Milho, 7,88%	54,05	54,05	54,05	54,05
Farelo de soja, 46%	38,82	38,82	38,82	38,82
Óleo de soja	2,57	1,42	1,42	1,42
Fosfato bicálcico	1,90	1,09	1,09	1,09
Calcário calcítico	0,91	1,00	1,00	1,00
Sal comum	0,51	0,42	0,42	0,42
Suplemento min-vit. <sup>1</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40
DL- Metionina	0,36	0,36	0,36	0,36
L- Lisina HCl	0,27	0,27	0,27	0,27
L- Treonina	0,10	0,10	0,10	0,10
Inerte (caulim)	0,10	2,05	2,05	2,05
Xilanase	0,00	0,00	0,0100	0,0100
Fitase	0,00	0,00	0,0075	0,0075
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Valores estimados</b>				
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	2.960,00	2.860,00	2.860,00	2.860,00
Proteína bruta (%)	22,71	22,71	22,71	22,71
Proteína bruta (%) *	25,07	25,72	25,17	26,01
Arginina dig. (%)	1,43	1,43	1,43	1,43
Lisina dig. (%)	1,32	1,32	1,32	1,32
Metionina+cistina dig. (%)	0,95	0,95	0,95	0,95
Cálcio (%)	0,92	0,75	0,75	0,75
Potássio (%)	0,87	0,87	0,87	0,87
Treonina dig. (%)	0,86	0,86	0,86	0,86
Metionina dig (%)	0,82	0,82	0,82	0,82
Fósforo disp. (%)	0,47	0,32	0,32	0,32
Cloro (%)	0,35	0,30	0,30	0,30
Triptofano dig. (%)	0,25	0,25	0,25	0,25
Sódio (%)	0,22	0,18	0,18	0,18
Número de Mogin (mEq/kg)	217,56	217,16	217,16	217,16

<sup>1</sup>Níveis por kg de ração do suplemento mineral-vitâmico: 450,75 g metionina; 65,25 g colina; 2.750.000 UI Vitamina A; 500.000 UI Vitamina D3; 4.000 UI Vitamina E; 375 mg Vitamina K3; 300 mg Vitamina B1; 1.125 mg Vitamina B2; 500 mg Vitamina B6; 4.000 mcg Vitamina B12; 8.750 mg Niacina; 2.300 mg Ácido Pantotênico; 100 mg Ácido Fólico; 15 mg Biotina; 7.500 mg Ferro; 2.250 mg Cobre; 15 g Manganês; 15 g Zinco; 250 mg Iodo; 62,5 mg Selênio; 2500 mg Avilamicina; 10 g Nicarbazina; 3.750 mg Senduramicina. \*Valores analisados na ração.

A morfometria do intestino delgado foi realizada mensurando a altura dos vilos, profundidade de criptas e a relação vilo:cripta de cada repetição por segmento e desses valores foi obtida a média. A análise da microbiota intestinal foi feita no dia do alojamento das aves e

a cada 7 dias até o final do experimento. A amostragem foi realizada em *pool* constituído por uma ave de cada repetição. As amostras foram coletadas por *swab* cloacal, que foram acondicionados em frascos contendo água peptonada a 0,1%.

**Tabela 11.** Composição percentual e valores estimados das dietas experimentais para frangos de corte na fase inicial (8 a 21 dias de idade)

Ingredientes, %	Dietas experimentais			
	CP	CN	CN+XC+F	CN+XP+F
Milho, 7,88%	57,67	57,67	57,67	57,67
Farelo de soja, 46%	34,86	34,86	34,86	34,86
Óleo de soja	3,21	3,60	3,60	3,60
Fosfato bicálcico	1,57	0,75	0,75	0,75
Calcário calcítico	0,94	1,03	1,03	1,03
Sal comum	0,48	0,39	0,39	0,39
Suplemento min-vit. <sup>1</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40
DL- Metionina	0,33	0,33	0,33	0,33
L- Lisina HCl	0,33	0,33	0,33	0,33
L- Treonina	0,08	0,08	0,08	0,08
Inerte (caulim)	0,11	0,42	0,42	0,42
Xilanase	0,00	0,00	0,0100	0,0100
Fitase	0,00	0,00	0,0075	0,0075
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Valores estimados</b>				
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	3.050,00	2.950,00	2.950,00	2.950,00
Proteína bruta (%)	21,20	21,20	21,20	21,20
Proteína bruta (%) *	24,00	23,62	24,50	23,91
Arginina dig. (%)	1,31	1,31	1,31	1,31
Lisina dig. (%)	1,28	1,28	1,28	1,28
Metionina+cistina dig. (%)	0,89	0,89	0,89	0,89
Cálcio (%)	0,84	0,68	0,68	0,68
Potássio (%)	0,80	0,80	0,80	0,80
Treonina dig. (%)	0,79	0,79	0,79	0,79
Metionina dig (%)	0,77	0,77	0,77	0,77
Fósforo disp. (%)	0,40	0,25	0,25	0,25
Cloro (%)	0,34	0,29	0,29	0,29
Triptofano dig. (%)	0,23	0,23	0,23	0,23
Sódio (%)	0,21	0,17	0,17	0,17
Número de Mogin (mEq/kg)	201,49	201,08	201,08	201,08

<sup>1</sup>Níveis por kg de ração do suplemento mineral-vitamínico: 450,75 g metionina; 65,25 g colina; 2.750.000 UI Vitamina A; 500.000 UI Vitamina D3; 4.000 UI Vitamina E; 375 mg Vitamina K3; 300 mg Vitamina B1; 1.125 mg Vitamina B2; 500 mg Vitamina B6; 4.000 mcg Vitamina B12; 8.750 mg Niacina; 2.300 mg Ácido Pantoténico; 100 mg Ácido Fólico; 15 mg Biotina; 7.500 mg Ferro; 2.250 mg Cobre; 15 g Manganês; 15 g Zinco; 250 mg Iodo; 62,5 mg Selênio; 2500 mg Avilamicina; 10 g Nicarbazina; 3.750 mg Senduramicina. \*Valores analisados na ração.

Para análise quantitativa foi realizada a contagem total de bactérias aeróbias mesófilas, por meio da técnica de *pour-plate* em ágar para contagem em placa (PCA). Para isso foram realizadas diluições seriadas do líquido de acondicionamento dos *swabs*, que foram

posteriormente dispensados em placas estéreis (100 µL), sobre os quais foram vertidos 10mL de ágar PCA fundido. As placas foram mantidas em estufa a 37°C por 24 horas. O número de unidades formadoras de colônias (UFC/mL) foi obtido após contagem e obtenção da média.

**Tabela 12.** Composição percentual e valores estimados das dietas experimentais para frangos de corte na fase de crescimento (22 a 33 dias de idade)

Ingredientes, %	Dietas experimentais			
	CP	CN	CN+XC+F	CN+XP+F
Milho, 7,88%	60,44	60,44	60,44	60,44
Farelo de soja, 46%	31,63	31,63	31,63	31,63
Óleo de soja	4,17	3,03	3,03	3,03
Fosfato bicálcico	1,34	0,53	0,53	0,53
Calcário calcítico	0,89	0,98	0,98	0,98
Sal comum	0,46	0,37	0,37	0,37
Suplemento min-vit. <sup>1</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30
DL- Metionina	0,30	0,30	0,30	0,30
L- Lisina HCl	0,25	0,25	0,25	0,25
L- Treonina	0,07	0,07	0,07	0,07
Inerte (caulim)	0,15	2,10	2,10	2,10
Xilanase	0,00	0,00	0,0100	0,0100
Fitase	0,00	0,00	0,0075	0,0075
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Valores estimados</b>				
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	3.150,00	3.050,00	3.050,00	3.050,00
Proteína bruta (%)	19,82	19,82	19,82	19,82
Proteína bruta (%) *	22,97	21,83	21,60	22,13
Arginina dig. (%)	1,22	1,22	1,22	1,22
Lisina dig. (%)	1,13	1,13	1,13	1,13
Metionina+cistina dig. (%)	0,83	0,83	0,83	0,83
Cálcio (%)	0,76	0,59	0,59	0,59
Potássio (%)	0,75	0,75	0,75	0,75
Treonina dig. (%)	0,73	0,73	0,73	0,73
Metionina dig (%)	0,68	0,68	0,68	0,68
Fósforo disp. (%)	0,35	0,20	0,20	0,20
Cloro (%)	0,32	0,27	0,27	0,27
Triptofano dig. (%)	0,21	0,21	0,21	0,21
Sódio (%)	0,20	0,16	0,16	0,16
Número de Mogin (mEq/kg)	188,29	187,89	187,89	187,89

<sup>1</sup>Níveis por kg de ração do suplemento mineral-vitâmico: 450,75 g metionina; 65,25 g colina; 2.750.000 UI Vitamina A; 500.000 UI Vitamina D3; 4.000 UI Vitamina E; 375 mg Vitamina K3; 300 mg Vitamina B1; 1.125 mg Vitamina B2; 500 mg Vitamina B6; 4.000 mcg Vitamina B12; 8.750 mg Niacina; 2.300 mg Ácido Pantotênico; 100 mg Ácido Fólico; 15 mg Biotina; 7.500 mg Ferro; 2.250 mg Cobre; 15 g Manganês; 15 g Zinco; 250 mg Iodo; 62,5 mg Selênio; 2500 mg Avilamicina; 10 g Nicarbazina; 3.750 mg Senduramicina. \*Valores analisados na ração.

**Tabela 13.** Composição percentual e valores estimados das dietas experimentais para frangos de corte na fase de pré-abate (34 a 42 dias de idade)

Ingredientes, %	Dietas experimentais			
	CP	CN	CN+XC+F	CN+XP+F

Milho, 7,88%	63,30	63,30	63,30	63,30
Farelo de soja, 46%	28,96	28,96	28,96	28,96
Óleo de soja	4,36	3,21	3,21	3,21
Fosfato bicálcico	1,12	0,31	0,31	0,31
Calcário calcítico	0,79	0,88	0,88	0,88
Sal comum	0,44	0,36	0,36	0,36
Suplemento min-vit. <sup>1</sup>	0,30	0,30	0,30	0,30
DL- Metionina	0,26	0,26	0,26	0,26
L- Lisina HCl	0,24	0,24	0,24	0,24
L- Treonina	0,06	0,06	0,06	0,06
Inerte (caulim)	0,15	2,11	2,11	2,11
Xilanase	0,00	0,00	0,0100	0,0100
Fitase	0,00	0,00	0,0075	0,0075
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores estimados				
Energia metabolizável (Kcal/Kg)	3.200,00	3.100,00	3.100,00	3.100,00
Proteína bruta (%)	18,78	18,78	18,78	18,78
Proteína bruta (%) *	21,41	20,85	20,02	20,89
Arginina dig. (%)	1,14	1,14	1,14	1,14
Lisina dig. (%)	1,06	1,06	1,06	1,06
Metionina+cistina dig. (%)	0,77	0,77	0,77	0,77
Cálcio (%)	0,66	0,50	0,50	0,50
Potássio (%)	0,71	0,71	0,71	0,71
Treonina dig. (%)	0,69	0,69	0,69	0,69
Metionina dig (%)	0,64	0,64	0,64	0,64
Fósforo disp. (%)	0,31	0,16	0,16	0,16
Cloro (%)	0,32	0,26	0,26	0,26
Triptofano dig. (%)	0,20	0,20	0,20	0,20
Sódio (%)	0,19	0,16	0,16	0,16
Número de Mogin (mEq/kg)	177,77	177,36	177,36	177,36

<sup>1</sup>Níveis por kg de ração do suplemento mineral-vitamínico final: 1.104 mg Ácido Pantotênico; 4,5 mg Biotina; 3.000 mg Cobre; 43,48 g Colina; 10 g Ferro; 333,33 mg Iodo; 20 g Iodo; 20 g Manganês; 301,95 g Metionina; 1.500 mg Niacina; 60 mg Selênio; 900.000 UI Vitamina A; 90 mg Vitamina B1; 900 mcg Vitamina B12; 300 mg Vitamina B2; 120 mg Vitamina B6; 150.000 UI Vitamina D3; 1.500 UI Vitamina E; 150 mg Vitamina K3; 20 g Zinco. \*Valores analisados na ração.

Também foi realizada análise qualitativa para identificação dos principais gêneros/espécies de bactérias entéricas. Esta etapa foi realizada por meio da semeadura de uma alíquota do líquido de acondicionamento dos *swabs* em Agar Mac Conkey. Após incubação a 37°C, por 24 horas, as amostras foram identificadas pelas características morfotintoriais e por meio de reações bioquímicas em meios específicos para identificação de enterobactérias. Todas as análises microbiológicas foram realizadas de acordo com as técnicas preconizadas por Winn-Jr (2008).

Os resultados foram submetidos à análise de variância com o auxílio do programa SAS, versão University, e quando constatado diferenças significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média da temperatura e umidade relativa do ar foi de 28,30°C e 69,22% para a fase de criação pré-inicial, 23,59°C e 72,33% para fase inicial, 23,33°C e 65,77% para fase de crescimento e 23,87°C e 55,62% para fase de pré-abate, respectivamente. A faixa considerada ideal de temperatura e umidade relativa do ar para a fase pré-inicial foi de 29 a 33°C e 30 a 60%, e nas demais fases entre 18 e 26°C e umidade relativa entre 50 e 70% (Coob Vantres, 2008).

A dieta com redução de energia metabolizável (100 Kcal/kg), P (0,150%), Ca (0,165%) e Na (0,035%) e sem inclusão de enzimas, proporcionou maior ( $P<0,05$ ) peso e rendimento de moela aos 42 dias em relação as outras dietas (Tabela 14). Os pesos e rendimentos de coração, fígado, baço, pâncreas, intestino e bursa não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelas dietas fornecidas.

**Tabela 14.** Peso e rendimentos de vísceras de frangos de cortes submetidos a dietas com inclusão de xilanase comercial e xilanase do Cerrado Pantanal associadas a fitase

Variáveis*	Dietas experimentais**				Valor-P	CV %
	CP	CN	CN+XC+F	CN+XP+F		
Peso absoluto						
CORAÇÃO, g	17,12	17,44	16,87	16,80	0,930	9,91
MOELA, g	38,53 b	44,80 a	41,66 ab	42,52 ab	0,046	7,59
FIGADO, g	52,59	58,28	58,85	54,57	0,116	7,99
BAÇO, g	2,63	3,03	2,96	2,52	0,346	18,25
PANCREAS, g	4,88	6,43	5,68	5,91	0,078	15,18
INTESTINO, g	84,55	90,25	89,90	87,83	0,783	11,07
BURSA, g	5,05	5,01	5,61	6,97	0,444	37,32
Rendimentos						
CORAÇÃO, %	0,51	0,52	0,50	0,50	0,908	9,98
MOELA, %	1,16 b	1,34 a	1,25 ab	1,28 ab	0,048	7,56
FIGADO, %	1,58	1,75	1,77	1,64	0,109	7,94
BAÇO, %	0,08	0,09	0,09	0,07	0,404	18,63
PANCREAS, %	0,14	0,19	0,17	0,17	0,069	15,21
INTESTINO, %	2,54	2,71	2,70	2,64	0,788	11,09
BURSA, %	0,15	0,15	0,17	0,21	0,403	36,97

\*\*CP: Controle positivo; CN: Controle negativo; CN+XC+F: Controle negativo com adição de xilanase comercial e fitase comercial; CN+XP+F: Controle negativo com adição de xilanase Cerrado Pantanal e fitase comercial.

\*Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

Esses dados concordam parcialmente com os dados de Fernandes et al. (2017), testando dietas com redução energética (150 Kcal/kg), com ou sem suplementação enzimática (xilanase

+ protease + amilase) para frangos de corte, em que observaram menor rendimento de moela para as aves que receberam inclusão enzimática em relação aos frangos alimentados com a dieta sem enzimas. Entretanto, em um estudo realizado por Nunes et al. (2015) não foram observadas diferenças para o peso dos órgãos de frangos de corte aos 42 dias, utilizando ou não fitase + protease + xilanase (200g/T) em dietas a base de milho e farelo de soja.

As características de morfometria intestinal (altura de vilos, profundidade de criptas e relação vilos:cripta) dos frangos de corte aos 21 dias de criação não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pelas dietas experimentais (Tabela 15).

**Tabela 15.** Morfometria de vilosidade e profundidade de cripta, e relação vilos:cripta do jejuno e íleo de frangos de corte aos 21 dias, submetidos a dietas com inclusão de xilanase comercial e xilanase do Cerrado Pantanal associadas a fitase

Variáveis	Dietas experimentais**				Valor-P	CV %
	CP	CN	CN+X+F	CN+XP+F		
	Jejuno					
Altura vilos ( $\mu\text{m}$ )	821,59	726,09	816,05	640,41	0,200	16,95
Profundidade cripta ( $\mu\text{m}$ )	125,39	99,79	109,94	91,44	0,248	20,49
Relação vilos:cripta	6,70	7,31	7,76	7,01	0,838	23,39
	Íleo					
Altura vilos ( $\mu\text{m}$ )	760,02	787,23	618,13	655,05	0,176	16,92
Profundidade cripta ( $\mu\text{m}$ )	131,42	146,07	118,65	112,27	0,427	23,53
Relação vilos:cripta	5,88	5,62	5,23	5,87	0,804	18,68

\*\*CP: Controle positivo; CN: Controle negativo; CN+XC+F: Controle negativo com adição de xilanase comercial e fitase comercial; CN+XP+F: Controle negativo com adição de xilanase do Cerrado Pantanal e fitase comercial. Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

Os resultados encontrados nesse estudo, corroboram com os de Fernandes et al. (2017), no qual a dieta com complexo enzimático xilanase+amilase+protease, associada ou não a redução energética (150 Kcal/kg) não influenciou a altura das vilosidades, profundidade das criptas e a relação vilos:cripta de frangos de corte aos 21 dias. Baurhoo et al. (2011) trabalhando com suplementação enzimática de xilanase+glucanase (1400 U/g) em dietas para frangos de corte, não encontraram diferenças para altura de vilosidades no jejuno aos 21 dias de criação.

Barros (2016) relata que para porção do íleo não foram observadas diferenças para profundidade de cripta quando testadas dietas sem enzima, com xilanase (20.000 BXU/kg) e com xilanase (20.000 BXU/kg) e fitase (1000FTU/kg), no entanto, as dietas com inclusão enzimática proporcionaram altura das vilosidades superior em 19,6% do que as aves

alimentadas sem enzima, e 14% superiores às aves que tiveram apenas xilanase adicionada nas rações.

Yang et al. (2008), trabalhando com dietas sem e com suplementação de xilanase (1000 BXU/kg) para frangos de corte não encontraram diferenças para altura de vilosidades intestinais na porção do jejuno aos 21 dias, no entanto, a profundidade das criptas foi menor para as aves que receberam a dieta contendo xilanase.

Uma ótima relação entre vilosidades e criptas intestinais se dá quando as vilosidades apresentam maior altura e as criptas menores profundidades, apresentando maior relação vilo:cripta, desse modo, a absorção de nutrientes será mais eficaz (Nunes et al, 2015). Além disso, o uso de enzimas exógenas pode promover um menor gasto energético em renovação celular quando há uma redução na profundidade de criptas, assim disponibilizando maior quantidade de energia para crescimento de vilosidades intestinais (Willing & Van Kessel, 2007).

A ingestão de alimentos com uma elevada quantidade de PNAs pode provocar apoptose epitelial na parede intestinal, afetando as vilosidades e as criptas, e pode causar fusão dos vilos, aumento do número de células calciformes, aumentando o espessamento do muco que reveste a camada epitelial do intestino (AO et al., 2009). No entanto, dietas à base de milho e farelo de soja são pouco agressivas ao epitélio intestinal (Slominski, 2011) por não terem uma quantidade elevada de PNAs, o que pode explicar a falta de influência nas características intestinais avaliadas nesse estudo.

No presente estudo, não foram observadas enterobactérias intestinais nas aves ao 1º dia de idade independente das dietas fornecidas (Tabela 16). Este efeito pode ocorrer em função do reduzido tempo para colonização bacteriana intestinal por conta da precocidade da ave, acarretando na ausência de enterobactérias no trato gastrintestinal das aves.

**Tabela 16.** Contagem bacteriana total (CBT) e bactérias intestinais encontradas em frangos de corte submetidos a dietas com inclusão de xilanase comercial e xilanase do Cerrado Pantanal associadas a fitase

Dias de criação	Dietas experimentais**							
	CP		CN		CN+XC+F		CN+XP+F	
	CBT		CBT		CBT		CBT	
	(UFC/ml)	Bactérias	(UFC/ml)	Bactérias	(UFC/ml)	Bactérias	(UFC/ml)	Bactérias
	(x10 <sup>4</sup> )		(x10 <sup>4</sup> )		(x10 <sup>4</sup> )		(x10 <sup>4</sup> )	

1	Negativo	-	Negativo	-	Negativo	-	Negativo	-
7	8,57	<i>E. coli</i> <i>K.ozaenae</i>	2,17	<i>E. coli</i> <i>K.ozaenae</i>	0,50	<i>E. coli</i> <i>K.ozaenae</i>	5,60	<i>E. coli</i> <i>K.ozaenae</i>
14	18,00	<i>E. coli</i>	8,00	<i>E. coli</i>	12,15	<i>E. coli</i> <i>P.mirabilis</i>	11,40	<i>E. coli</i> <i>P.mirabilis</i>
21	9,83	<i>E. coli</i> <i>K.ozaenae</i> <i>P.mirabilis</i>	14,07	<i>E. coli</i> <i>P.mirabilis</i>	5,63	<i>E. coli</i> <i>K.ozaenae</i>	4,25	<i>E. coli</i> <i>K.ozaenae</i> <i>P.mirabilis</i>
28	18,90	<i>E. coli</i>	109,60	<i>E. coli</i> <i>P.mirabilis</i>	46,40	<i>E. coli</i>	5,23	<i>E. coli</i>
35	13,77	<i>E. coli</i> <i>P.mirabilis</i>	6,50	<i>E. coli</i>	22,63	<i>E. coli</i> <i>P.mirabilis</i>	1,45	<i>E. coli</i>
42	12,33	<i>E. coli</i> <i>P.mirabilis</i>	240,33	<i>E. coli</i> <i>P.mirabilis</i>	17,97	<i>E. coli</i>	203,30	<i>E. coli</i> <i>P.mirabilis</i>

\*\*CP: Controle positivo; CN: Controle negativo; CN+XC+F: Controle negativo com adição de xilanase comercial e fitase comercial; CN+XP+F: Controle negativo com adição de xilanase do Cerrado Pantanal e fitase comercial. Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A partir do 7º dia de criação verificou-se a presença de bactérias Gram-negativas das espécies *Escherichia coli*, *Klebisella ozaenae* e *Proteus mirabilis* para todas as dietas, com contagem bacteriana total (CBT) variando de 0,50 a 46,40 ( $\times 10^4$ ) UFC/ml, sendo observado três valores para CBT acima desse intervalo, aos 28 e 42 dias para a dieta com redução na energia metabolizável (100 Kcla/kg), Ca (0,165%), P (0,150%) e Na (0,035%) sem adição enzimática, e ao 42 dias as aves alimentadas com a dieta com redução de nutrientes e adição de xilanase Cerrado Pantanal + fitase comercial.

Resultados semelhantes foram encontrados em um estudo conduzido por Leite et al. (2012), testando dietas para frangos de corte à base de sorgo e milho com e sem inclusão de um complexo enzimático (amilase + pectinase + protease + fitase) (200 g/T), não observaram diferença para os valores de CBT, variando de 6,33 a 10,25 ( $\times 10^4$ ) UFC/ml. Em um estudo realizado por Mathlouthi et al, (2002), testando dietas à base de milho e farelo de soja sem e com inclusão de xilanase comercial (2.800 BXG/kg) e  $\beta$ -glucanase (14.000 U/kg) para frangos de corte, observaram CBT variando entre 8,9 e 10,0 ( $\times 10^4$ ) UFC/ml aos 25 dias de criação, sendo que a inclusão enzimática proporcionou redução na CBT em relação a dieta sem adição enzimática.

As bactérias da espécie *Escherichia coli* são Gram-negativas e são normalmente encontradas na microbiota do trato gastrointestinal inferior de organismos endotérmicos, no qual

a colonização em aves ocorre logo após o nascimento, permanecendo como componente importante da microbiota normal do intestino durante toda a vida do hospedeiro. A maioria das estirpes são inofensivas, podendo ser benéficas ao impedirem que bactérias patógenas, como as do gênero *Salmonella*, se estabeleçam no organismo (Piatti & Baldassi, 2007). Porém, existem cepas patógenas para as aves (Mellata et al., 2003) que podem ocasionar infecções intestinais e respiratórias, podendo causar altas taxas de mortalidade se não controlada (Tivendale et al., 2004). Os sorotipos considerados patógenos são os de *E. coli* O1, O2, O5 e O78, sendo o último o mais comum em aves (Bopp et al., 2005).

Semelhante às espécies do gênero *Escherichia*, as bactérias dos gêneros *Proteus mirabilis* e *Klebsiella ozaenae* também são normalmente encontradas na microbiota intestinal das aves, estando amplamente distribuídas pelo meio ambiente, matéria orgânica, solo e água, o que pode justificar sua presença no trato gastrointestinal dos frangos de corte independente a qual tratamento tenham sido submetidos.

A colonização bacteriana sofre influência dos nutrientes fornecidos na dieta, sendo que o principal substrato para o metabolismo bacteriano é a fibra (Santos Jr. & Ferket, 2007). Segundo Apajalahti et al. (2001), a dieta é um dos fatores a ser levado em consideração na determinação da contagem bacteriana total em dietas formuladas à base de milho e farelo de soja.

Apesar de terem sido observados alguns valores de CBT elevados, as aves não apresentaram sinais clínicos de patologias (problemas respiratórios, diarreia e mortalidade excessiva) causadas pelas enterobactérias encontradas no trato digestório dos frangos de corte ao longo de todo período experimental.

Verificou-se no presente estudo que as dietas fornecidas não influenciaram ( $P > 0,05$ ) as concentrações de cálcio plasmático e triglicerídeos plasmático aos 21 dias de idade para as dietas experimentais (Tabela 17).

Foram observados no presente estudo níveis de colesterol total aos 21 dias maiores ( $P < 0,05$ ) para as aves que receberam dietas com redução de energia metabolizável (100 Kcal/kg), Ca (0,165%), P (0,150%) e Na (0,035%) e inclusão de xilanase Cerrado Pantanal + fitase comercial em comparação as aves alimentadas com a dieta com redução de nutrientes e adição de xilanase comercial e fitase comercial.

**Tabela 17.** Níveis séricos de colesterol total, cálcio, fósforo e triglicerídeos de frangos de corte aos 21 e 42 dias, submetidos a dietas com inclusão de xilanase comercial e xilanase do Cerrado Pantanal associadas a fitase

Variáveis	Diets experimentais**				Valor-P	CV %
	CP	CN	CN+XC+F	CN+XP+F		
21 dias						
mg/dL						
Colesterol	89,00 ab	119,60 ab	74,00 b	129,80 a	0,011	24,79
Cálcio	7,53	7,64	7,27	7,82	0,991	37,17
Fósforo	5,44 a	2,38 b	2,67 b	4,90 a	0,029	45,57
Triglicerídeos	20,37	31,39	30,10	41,40	0,144	43,37
42 dias						
mg/dL						
Colesterol	90,40	83,80	97,80	95,20	0,903	34,53
Cálcio	8,53	6,38	7,34	7,67	0,446	27,43
Fósforo	6,16 a	1,92 b	6,30 a	3,78 ab	0,001	35,44
Triglicerídeos	16,32	24,16	20,96	27,89	0,531	56,22

\*\*CP: Controle positivo; CN: Controle negativo; CN+XC+F: Controle negativo com adição de xilanase comercial e fitase comercial; CN+XP+F: Controle negativo com adição de xilanase do Cerrado Pantanal e fitase comercial.

\*Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05)

Para as concentrações de fósforo plasmático, os frangos alimentados com a dieta formulada para atender as exigências nutricionais das aves e a dieta com redução de nutrientes e adição de xilanase Cerrado Pantanal + fitase comercial apresentaram maiores concentrações (P<0,05) em comparação as demais dietas.

As concentrações de colesterol total, cálcio e triglicerídeos plasmáticos não foram influenciadas (P>0,05) aos 42 dias de idade pelas dietas experimentais. No entanto, o fornecimento da dieta formulada para atender as exigências nutricionais das aves e sem adição de enzimas e a dieta com redução de nutrientes com inclusão de xilanase comercial + fitase comercial aumentaram (P<0,05) as concentrações de fósforo plasmático em comparação a dieta com redução de nutrientes e sem adição enzimática.

Mesmo com redução de nutrientes as maiores quantidades de fósforo presentes na corrente sanguínea das aves que receberam suplementação enzimática podem ser resultado da presença de fitase nas dietas, assim a enzima hidrolisa as moléculas de ácido fítico melhorando a disponibilização e digestão desse nutriente.

Os componentes dietéticos presentes nas dietas fornecidas têm efeitos mensuráveis na composição sanguínea (Etim et al, 2014), desse modo, a saúde das aves pode ser refletida através dos constituintes sanguíneos, existindo diversos fatores que podem influenciar nos seus resultados, principalmente o metabolismo animal, evidenciando a importância de avaliações nas mais diversas condições de criação (Minafra et al., 2010). Ainda, os nutrientes transportados

pelo sangue até diferentes partes do corpo desempenham papel fundamental no estado fisiológico e nutricional do animal, podendo influenciar no bom desempenho produtivo (Aderemi et al., 2004).

## **CONCLUSÕES**

A associação das enzimas xilanase comercial e xilanase Cerrado Pantanal com fitase resulta em maiores quantidades de fósforo plasmático aos 42 dias de criação , porém, não afeta o peso e rendimentos de vísceras, a morfometria intestinal do jejuno e íleo, e a microbiota intestinal de frangos de corte.

## REFERÊNCIAS

- ALVA, J.C.R. **Aditivos na alimentação de frangos de corte: desempenho, características morfológicas e funcionais**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014. 139p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2014.
- ADEREMI, F.A. Effects of replacement of wheat bran with cassava root sieviate supplemented or unsupplemented with enzyme on the haematology and serum biochemistry of pullet chicks. **Tropical Animal Health and Production**, v.7, p.147-153, 2004.
- AO, T.; CANTOR, A.H.; PESCATORE, A.J.; FORD, M.J., PIERCE, J.L.; DAWSON, K.A. Effect of enzyme supplementation and acidification of diets on nutrient digestibility and growth performance of broiler chicks. **Poultry Science**, v.88, p.111-117, 2009.
- APAJALAHTI, J.H.A.; KETTUNEN, A.; BEDFORD, M.R.; HOLBEN, W.E. Percent G+C profiling accurately reveals diet-related differences in the gastrointestinal microbial community of broiler chickens. **Applied and Environmental Microbiology**, v.67, p.5656-5667, 2001.
- BARROS, V.R.S.M.D. **Avaliação nutricional da fitase e suas interações para frangos de corte**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa (2016).
- BAURHOO N.; BAURHOO B.; ZHAO X. Effects of exogenous enzymes in cornbased and Canadian pearl millet-based diets with reduced soybean meal on growth performance, intestinal nutrient digestibility, villus development, and selected microbial populations in broiler chickens. **Journal of Animal Science**, v.89, p.4100-4108, 2011.
- BOOP, C.A; BRENNER, W.E.; WELLS, J.G.; STROCKBINE, N.A. *Escherichia, Shigella and Salmonella*. **Manual of clinical microbiology**. Washington, DC.: American Society for Microbiology. p.459- 474, 2005.
- CARDOSO, D.M; MACIEL, M.P.; PASSOS, D.P. et al. Efeito do uso de complexo enzimático em rações para frangos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.60, n.232, p.1053-1064, 2011.
- COBB-VANTRESS. **Guia de manejo para frangos de corte cobb 500**. 2008, 58p.
- ETIM, N.A.N.; AKPABIO, U.; OKPONGETE, R.O.; OFFIONG, E.E. Do Diets Affect Haematological Parameters of Poultry? **British Journal Applied Science & Technology**, v.4, ed.13, p.1952, 2014.
- FERNANDES, J.I.; CONTINI, J.P.; PROKOSKI, K.; GOTTARDO, E. T.; CRISTO, A. B.; PERINI, R. Desempenho produtivo de frangos de corte e utilização de energia e nutrientes de dietas iniciais com milho classificado ou não e suplementadas com complexo enzimático. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia**, v.69, n.1, p.181-190, 2017.

LEITE, P.R.D.S.D., LEANDRO, N.S.M., STRINGHINI, J.H., SOUZA, E.S., CAFÉ, M.B., CARVALHO, F.B.D., ANDRADE, M.A. Microbiota intestinal e desempenho de frangos alimentados com rações elaboradas com sorgo ou milho e complexo enzimático. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.6, p.1673-1681, 2012.

LIU, N.; RU, Y.; WANG, J. et al. Effect of dietary sodium phytate and microbial phytase on the lipase activity and lipid metabolism of broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.103, p.862-868, 2010.

MATHLOUTHI, N.; MALLET, S.; SAULNIER, L.; QUEMENER, B.; LARBIER, M. Effects of xylanase and  $\alpha$ -glucanase addition on performance, nutrient digestibility, and physico-chemical conditions in the small intestine contents and caecal microflora of broiler chickens fed a wheat and barley-based diet. **Animal Research**, v.51, n.05, p.395-406, 2002.

MELLATA, M.; DHO-MOULIN, M.; DOZOIS, C.M.; CURTISS III, R.; BROWN, P.K.; ARNÉ, P.; BRÉE, A.; DESAUTELS, C.; FAIRBROTHER, J.M. Role of virulence factors resistance of avian pathogenic *Escherichia coli* to serum and in pathogenicity. **Infection and Immunity**, v.71, n.1, p.536-540, 2003.

MINAFRA, C.S.; MARQUES, S.F.F.; STRINGHINI, J.H.; ULHOA, C.J.; SANTOS, J.S.; MORAES, G.H.K.D. Perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com dieta suplementada com alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger*. **Revista Brasileira de Zootecnia**; v.39, n.12, p.2991-2996, 2010.

NUNES, J.O.; ABREU, R.D.; BRITO, J.A.G.; DA SILVA, R.F.; OLIVEIRA, L.S.; JESUS, N.A. Enzyme Supplementation of Broiler Feeds with Reduced Mineral and Energy Levels. **Revista Brasileira de Ciencia Avicola**, v.17, p.15-21, 2015.

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

OLUKOSI, O.A.; COWIESON, A.J.; ADEOLA, O. Age-related influence of a cocktail of xylanase, amylase and protease or phytase individually or in combination in broilers. **Poultry Science**, v.86, p.77–86, 2007.

PALOHEIMO, M.; PIIRONEN, J.; VEHEMAANPERÄ, J. Xylanases and cellulases as feed additives. **Enzymes in Farm Animal Nutrition**, p.12-53, 2010

PIATTI, R. M; BALDASSI, L. Prevalência de *Escherichia coli* O78: K80 na microbiota de aves da região oeste do Estado de São Paulo. **Arquivo Instituto Biológico**, v.74, n.4, p.357-359, 2007.

SANTOS JR, A.A.; FERKET, P.R. Fatores dietéticos que afetam a saúde intestinal e a colonização por patógenos. In: **conferência apinco de ciência e tecnologia avícola, 2007**, Santos. *Anais...* Santos: FACTA, p.143-159, 2007.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V. Microbial phytase in poultry nutrition. **Animal Feed Science and Technology**, v. 31, p. 1-41, 2007.

SELLE, P. H.; RAVINDRAN, V.; CALDWELL, R. A.; BRYDEN, W. L. Phytate and phytase: consequences for protein utilization. **Nutrition Research Reviews**, v.13, p.255-278, 2000.

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

SOUSA, J. P. L. **Fitase (Escherichia coli) em dietas com correções nutricionais para frangos de corte**. Tese de Doutorado. Tocantins 2013.

TIVENDALE, K.A.; ALLEN, J.L.; GINNS, C. A.; CRABB, B. S.; BROWNING, G.F. Association of *iss* and *iucA*, but not *tsh*, with plasmid mediated virulence of avian pathogenic *Escherichia coli*. **Infection and Immunity**, v.72, n.11, p.6554-6560, 2004.

WILLING, B.P.; VAN KESSEL, A.G. Enterocytes proliferation and apoptosis in the caudal small intestine is influenced by the composition of colonizing commensal bacteria in the neonatal gnotobiotic pig. **Journal of Animal Science**, v.85, p.3256-3266, 2007.

WINN-JÚNIOR W. et al. **Diagnóstico microbiológico: texto e atlas colorido**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1465p. 2008.

YANG, Y.; IJI, P.A.; KOCHER, A.; MIKKELSEN, L.L.; CHOCT, M. Effects of xylanase on growth and gut development of broiler chickens given a wheat-based diet. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.21, ed.11, p.1659- 1664, 2008.