

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS XILANASES PARA  
CODORNAS DE CORTE

Autora: Erica Travaini Grecco  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simara Márcia Marcato  
Coorientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Janeiro - 2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS XILANASES PARA  
CODORNAS DE CORTE

Autora: Erica Travaini Grecco

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simara Márcia Marcato

Coorientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração Produção Animal.

MARINGÁ  
Estado do Paraná  
Janeiro - 2016

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

G789u	<p>Grecco, Erica Travaini Utilização de enzimas xilanases para codornas de corte/ . -- Maringá, 2016. 94 f. : il. , figs. , tabs.</p> <p>Orientadora: Prof.a. Dr.a. Simara Márcia Marcato. Coorientador: Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2016.</p> <p>1. Nutrição de codornas de corte. 2. Enzimas exógenas. 3. Balanço de nutrientes. 4. Carboidrases. 5. Corturnicultura. 5. Desempenho. I. Marcato, Simara Márcia, orient. II. Furlan, Antonio Claudio, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV. Título.</p> <p>CDD 22. ED.636.6 JLM000756</p>
-------	--



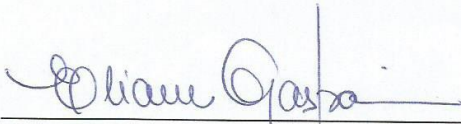
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

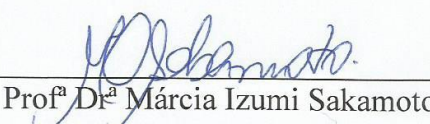
**UTILIZAÇÃO DE ENZIMAS XILANASES  
PARA CODORNAS DE CORTE**

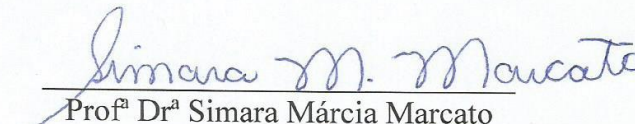
Autora: Erica Travaini Grecco  
Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Simara Márcia Marcato

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção  
Animal

APROVADA em 14 de janeiro de 2016.

  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eliane Gasparino

  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Márcia Izumi Sakamoto

  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Simara Márcia Marcato  
(Orientadora)

"A Esperança não murcha, ela não cansa,  
Também como ela não sucumbe a Crença,  
Vão-se sonhos nas asas da Descrença,  
Voltam sonhos nas asas da Esperança."

Augusto dos Anjos

Aos meus pais,

Carlos Augusto Grecco e Marta Regina Travaini Grecco,  
por toda dedicação, por toda paciência e ensinamentos,  
por sempre me apoiarem e acreditarem em mim,  
mas principalmente pelo amor e educação;

Ao meu avô, Daniel, e meu tio, Chico (*in memoriam*),  
por me guiarem e exemplo que foram;

Aos meus irmãos, Henrique Augusto Travaini Grecco e Elora Travaini Grecco,  
por me aturarem e me apoiarem;

Ao meu grupo de pesquisa,  
sem os quais não conduziria o experimento e aprenderia.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Carlos Augusto Grecco e Marta R. Travaini Grecco, por não me deixarem desistir, por acreditarem em mim. A vocês, todas as minhas conquistas serão sempre dedicadas. Mãe, se o mundo conhecesse você, todos iriam seguir seu exemplo de mulher forte, batalhadora, que mesmo em momentos ruins, estava ali, firme e forte, de cabeça erguida. Você me ensinou a ser quem eu sou! E não sou nem metade do que você é;

À minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simara Márcia Marcato, pela orientação, amizade, ensinamento, convivência, risadas, e acima de tudo, por acreditar em mim e possibilitar minha volta ao grupo e realizar meu mestrado;

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan, pelos preciosos ensinamentos, sugestões e auxílio na elaboração do experimento;

Ao Prof. Dr. Elias Nunes Martins, pelo grande auxílio na estatística do projeto, além de seu conhecimento;

Ao meu lindo e querido grupo de pesquisa: Caroline Stanquevis, Taciana de Oliveira, Mariana Zanon, Eline Finco, Taynara Prestes, Vittor Zancanela, Daiane Grieser, Mariani Benites, Priscila Martins, Yohana Vieira, Isabela Martins, João Paulo Rossato, Tainara Euzébio e aos mais novos, Bianca, Marcos, Fabrício, Andressa, Luana, Mari C.,

Nay e Felipe. Sem vocês seria impossível realizar qualquer experimento. Obrigada pelas risadas, conversas dos mais variados tipos, pelos ensinamentos e paciência, pelos cafés da manhã, almoços e até mesmo jantares, churrascos e bares. Obrigada pelas novas amizades. Carol e Taci, a vocês um obrigado ainda maior, por terem me “orientado”, por terem tido paciência com as minhas dúvidas, por sempre estarem ali para o que “der e vier”!

Às minhas amigas, Rayssa Lima e Silvia Letícia, pela amizade e convivência. Silvinha, obrigada pelos feriados de estudos, manhãs de aulas, idas e vindas da FEI, uma amizade de pós-graduação e de PET. Rayssa, obrigada pelo fortalecimento da nossa amizade nesses últimos anos.

À Universidade Estadual de Maringá, Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) e Programa de Pós-graduação em Zootecnia (PPZ-UEM), pela disponibilidade para realização deste trabalho;

Aos funcionários do LANA (Laboratório de Análises e Nutrição Animal): Osvaldo Tarelho Jr. e Augusto de Camargo Neto, pelos auxílios na condução das análises;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo, que possibilitou a realização do mestrado;

À empresa BrNova Sistemas Nutricionais, por todo suporte e fornecimento dos produtos.

A todos, os meus sinceros agradecimentos.



## BIOGRAFIA

Erica Travaini Grecco, filha de Carlos Augusto Grecco e Marta Regina Travaini Grecco, nasceu em Valinhos, São Paulo, no dia 12 de Dezembro de 1990.

Em Dezembro de 2013, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá.

Em Março de 2014, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Avicultura.

No dia 14 de Janeiro de 2016, submeteu-se à banca para defesa da Dissertação.

## ÍNDICE

	Páginas
LISTA DE TABELAS .....	ix
LISTA DE FIGURA .....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
I- INTRODUÇÃO.....	16
1.1. Coturnicultura de corte.....	17
1.2. Enzimas exógenas .....	18
1.3. Polissacarídeos não amiláceos .....	21
1.4. Xilanase.....	23
1.5. Utilização de enzimas exógenas na alimentação de aves.....	26
1.6. Referências.....	28
II- OBJETIVOS GERAIS .....	35
2.1 Objetivos Específicos .....	35
III- Utilização de xilanases para codornas de corte de 1 a 14 dias de idade .....	36
Resumo.....	36
Abstract .....	37
Introdução .....	38
Material e Métodos .....	39
Ensaio de metabolismo .....	40
Ensaio de desempenho .....	42

Resultados e Discussão .....	46
Ensaio de metabolismo .....	46
Ensaio de desempenho .....	54
Morfometria do jejuno .....	58
Conclusões .....	61
Referências .....	62
IV- Utilização de xilanases para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade .....	69
Resumo.....	69
Abstract .....	70
Introdução .....	71
Material e Métodos .....	72
Resultados e Discussão .....	78
Ensaio de desempenho .....	78
Morfometria do jejuno .....	82
Rendimento de carcaça, de corte e de gordura abdominal .....	86
Conclusões .....	88
Referências .....	89
V- CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	94

## LISTA DE TABELAS

	PÁGINA
Tabela 1. Relação de enzima e substrato utilizados na avicultura.....	19
Tabela 2. Composição percentual e nutricional das rações experimentais de codornas de corte de 1 a 14 dias de idade .....	42
Tabela 3. Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), fibra em detergente neutro (CMFDN) e energia bruta (CMEB), e teores de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) de codornas de corte alimentadas com reduções de energia metabolizável (EM) suplementadas com xilanases ou não.....	47
Tabela 4. Peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de codornas de corte alimentadas com reduções de energia metabolizável (EM), suplementadas com xilanases ou não, na fase de 1 a 14 dias de idade.....	55
Tabela 5. Altura de vilo (AV), profundidade de cripta (PC) e a relação vilo:cripta (V:C) do jejuno de codornas de corte alimentadas com reduções de energia metabolizável (EM), suplementadas com xilanases ou não, na idade de 14 dias .....	59
Tabela 6. Composição percentual e nutricional das rações experimentais de codornas de corte de 15 a 35 dias de idade .....	74
Tabela 7. Peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de codornas de corte alimentadas com reduções de energia metabolizável (EM), suplementadas com xilanases ou não, na fase de 15 a 35 dias de idade.....	79

Tabela 8. Altura de vilo (AV), profundidade de cripta (PC) e a relação vilo:cripta (V:C) do jejuno de codornas de corte alimentadas com reduções de energia metabolizável (EM), suplementadas com xilanases ou não, na idade de 35 dias .....	83
Tabela 9. Rendimento de carcaça (RC), de cortes e gordura de codornas de corte alimentadas com reduções de energia metabolizável (EM), suplementadas com xilanases ou não, na idade de 35 dias .....	87

## LISTA DE FIGURA

	PÁGINA
Figura 1. Classificação dos polissacarídeos não amiláceos .....	21

## RESUMO

Foram conduzidos três experimentos com o objetivo de avaliar os efeitos da suplementação de duas xilanases nas dietas à base de milho e farelo de soja para codornas de corte, considerando a metabolizabilidade dos nutrientes, o desempenho, a morfometria da mucosa intestinal e o rendimento de carcaça. No Experimento I, foram utilizadas 175 codornas de corte, machos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $2 \times 3 + 1$  (duas reduções de energia metabolizável – 70 e 140 kcal/kg, e com inclusão ou não de duas xilanases – A e B, mais um tratamento testemunha sem xilanase), totalizando sete tratamentos com cinco repetições e cinco codornas por unidade experimental. Houve interação ( $P < 0,10$ ) entre as reduções de energia metabolizável e inclusão das enzimas para os coeficientes de metabolizabilidade de proteína bruta, FDN e energia bruta. As enzimas foram eficazes em disponibilizar mais nutrientes pelos coeficientes de proteína bruta e FDN, e disponibilizaram mais energia pela EMAn ( $P < 0,10$ ). No Experimento II, foram utilizadas 1575 codornas de um dia de idade, não sexadas, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial  $2 \times 3 + 1$ , totalizando sete tratamentos com cinco repetições e 45 codornas por unidade experimental. Os tratamentos utilizados foram os mesmos do Experimento I. Aos 14 dias de idade, foi colhido segmento de jejuno e avaliada a morfometria da mucosa intestinal. Não houve interação ( $P > 0,10$ ) entre as reduções de energia e inclusão de enzimas para as variáveis de desempenho e morfometria do jejuno. As reduções energéticas influenciaram apenas o consumo de ração. A redução de 140 kcal/kg aumentou o consumo de ração, enquanto que a redução de 70 kcal/kg diminuiu, refletindo em melhores médias de desempenho. Para a morfometria do jejuno, as xilanases aumentaram a altura de vilos e relação vilo:cripta. No Experimento III, foram utilizadas 1490 codornas de corte, de 15 a 35 dias de idade, submetidas aos

tratamentos utilizados no Experimento II. Aos 35 dias de idade, as codornas foram sacrificadas para avaliação do rendimento de carcaça e morfometria da mucosa intestinal do jejuno. Não houve interação ( $P>0,10$ ) entre as reduções de energia e inclusão de enzimas para as variáveis de desempenho, morfometria do jejuno e rendimento de carcaça. As reduções energéticas influenciaram consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, observando melhores médias para redução energética de 70 kcal/kg. Para a morfometria do jejuno, as xilanases aumentaram a altura de vilo e relação vilo:cripta. Conclui-se que a xilanase A é eficaz em reduções energéticas em dietas à base de milho e farelo de soja para codornas de corte de 1 a 35 dias de idade.

**Palavras chave:** balanço de nutrientes, carboidrases, coturnicultura, desempenho



## **ABSTRACT**

Three experiments were carried out to evaluate the effects of supplementation of two xylanase in diets based on corn and soybean meal for meat type quails on the metabolization of nutrients, performance, morphology of the intestinal mucosa and carcass yield. In the first experiment, 175 male meat type quails were allotted in a completely randomized design, distributed in a factorial arrangement  $2 \times 3 + 1$  (two metabolizable energy reduction – 70 and 140 kcal/kg, and with or without addition of two xylanase – A and B, plus a control treatment without xylanase), with seven treatments and five replicates with five birds per replicate. There was interaction ( $P < 0.10$ ) between metabolizable energy reduction and inclusion of enzymes for metabolizability coefficients of crude protein, NDF and gross energy. The enzymes were effective in providing more nutrients for crude protein and NDF coefficients, and provided more energy for AMEn ( $P < 0.10$ ). In Experiment II 1575 meat type quails of one day age and non-sexed were allotted in a completely randomized design, distributed in a factorial arrangement  $2 \times 3 + 1$ , with seven treatments and five replicates with 45 birds per replicate, submitted to treatments used in Experiment I. At 14 days of age jejunum segments were collected and morphometry was evaluated. There was no interaction ( $P > 0.10$ ) between metabolizable energy reduction and inclusion of enzymes for performance variables and jejunum morphometry. Energy reductions only influenced feed intake. The reduction of 140 kcal/kg increased feed intake, while reduction of 70 kcal/kg decreased it, reflecting better average performance. For jejunum morphometry,

xylanases increased height of villi and villous: crypt. In Experiment III, 1490 meat type quails from 15 to 35 days of age were submitted to treatments used in Experiment II. At 35 days of age the carcass yield was evaluated and a jejunum segment was collected and evaluated intestinal morphometry. There was no interaction ( $P>0.10$ ) between metabolizable energy reduction and inclusion of enzymes for performance variables, jejune morphometry and carcass yield. Energy reductions affect feed intake, weight gain and feed conversion, with best averages for energy reduction of 70 kcal/kg. For jejune morphometry, xylanases increase villus height and villus: crypt. It is concluded that xylanase is effective in energy reductions on corn and soybean meal diets for meat type quails from 1 to 35 days old.

**Keywords:** carbohydrases, nutrient balance, performance, quail production

## I- INTRODUÇÃO

A coturnicultura é uma atividade avícola de cadeia produtiva consolidada, que produz proteína de origem animal de alta qualidade e de custo relativamente baixo (Moura et al., 2010). A exploração desse setor permite melhorar o desempenho das codornas utilizando formulações de rações mais eficientes e econômicas, por meio da suplementação com enzimas exógenas, proporcionando melhoras na eficiência de produção dessas aves.

De acordo com Sartori et al. (2007), as enzimas exógenas são caracterizadas pela capacidade de disponibilizar maior quantidade de nutriente contido na ração, na tentativa de melhorar ou pelo menos manter o desempenho dos animais. As codornas não possuem capacidade digestiva para degradar os polissacarídeos não amiláceos (PNA's), devido à natureza de suas ligações, sendo resistentes à hidrólise no trato gastrintestinal (Conte et al., 2003). O uso de enzimas carboidrases, no caso a xilanase, tem sido utilizado para hidrolisar os PNA's, contribuindo com o aumento da digestibilidade dos cereais.

Sendo assim, é importante o conhecimento do mecanismo das enzimas exógenas sobre o desempenho das codornas de corte, e a realização de mais pesquisas, com o intuito de estabelecer a melhor relação das enzimas exógenas nas dietas e qual a idade ideal.

### 1.1.Coturnicultura de corte

A origem das codornas domésticas é conhecida através dos diversos cruzamentos entre codornas provindas da Europa (*Coturnix coturnix coturnix*), pelos japoneses, obtendo, assim, a subespécie conhecida como *Coturnix coturnix japonica*, explorada para produção de ovos. No Brasil, esta ave foi introduzida na década de 50 e, segundo Albino & Barreto (2003), a expansão da produção no setor coturnícola ocorreu a partir da década de noventa, com a mudança no mercado atacadista-varejista, com o processamento em indústrias beneficiadoras, ao iniciar a venda de ovos descascados ou em conserva, agregando valor ao produto e expandindo o consumo.

A produção brasileira de codornas praticamente dobrou de 1984 a 1988, permanecendo estável até 1994 (IBGE, 2009). Desde então, o setor coturnícola cresce em ritmo acelerado, tal como ocorrido no ano de 2014, em que o Brasil produziu cerca de 20 milhões de codornas, representando um aumento de 11,9% sobre o ano anterior (IBGE, 2014).

Há vários fatores que contribuem para o crescimento da criação de codornas no Brasil, com destaque para o baixo investimento com instalações e o rápido retorno financeiro, a maturidade sexual precoce (35 a 42 dias), o rápido crescimento, a alta produtividade e pequenos espaços para alojamento de um grande número de animais (Pinto et al., 2002). Conforme Silva et al. (2007), as codornas são animais de vida longa, com capacidade e tolerância ao calor. Conseguem produzir até cinco gerações em um ano e apresentam grande resistência a doenças, além de ser uma importante fonte de proteína animal. Apresentam carne de excelente qualidade nutricional, coloração mais escura e resistente, alta palatabilidade, e com características sensoriais de grande aceitabilidade pelo consumidor (Oliveira et al., 2005).

Para a produção de carne, a linhagem *Coturnix coturnix coturnix*, também conhecida como codorna francesa ou europeia, é a mais comumente utilizada. Essa linhagem de codorna apresenta maior tamanho corporal em relação à linhagem *Coturnix coturnix japonica*, destinada para produção de ovos. No Brasil, as linhagens de codornas de corte atingem o peso vivo de 200 a 300g, a coloração é marrom mais viva, e seu temperamento é mais calmo. A maturidade sexual é alcançada praticamente na mesma idade da codorna de postura, sendo que o peso e tamanho dos ovos são maiores para a linhagem de corte (Rezende et al., 2004).

## 1.2. Enzimas exógenas

As enzimas são classificadas, segundo Butolo (2010), como aditivo, ou seja, são microingredientes classificados como pró-nutrientes, que podem ser proteínas ligadas ou não a radicais, denominados cofatores, com propriedades catalíticas específicas.

Sabe-se que o uso de enzimas exógenas na alimentação das aves proporciona melhores índices zootécnicos, além de reduzir a eliminação de substâncias poluentes, como o fósforo e o nitrogênio, diminuindo assim o impacto ambiental. Os estudos com as enzimas exógenas datam de 1920, porém, avanços maiores ocorreram na década de 80, com o esclarecimento do papel das enzimas na fisiologia da digestão, na redução de problemas digestivos e nas limitações associadas a alguns tipos de alimentos. Nos últimos 15 anos, foram aperfeiçoadas técnicas industriais para purificação de enzimas (Lima, 2005). Na Tabela 1, são apresentadas as principais enzimas comercializadas e utilizadas nas dietas de aves.

Enzimas são produtos de origem biológica, que catalisam reações bioquímicas envolvidas na vida da célula. São proteínas de alto peso molecular (entre 10000 e 500000 daltons), que podem ser precipitadas em álcool, acetona e sulfato de amônia (Sabatier & Fish, 1996). De acordo com estes mesmos autores, as enzimas, assim como todas as proteínas, são formadas por cadeias de aminoácidos, e aceleram ou catalisam reações em um curto período de tempo, devido à sua alta especificidade e afinidade.

A molécula de enzima, ao completar o ciclo da reação, pode não perder a atividade, voltando a atuar sobre uma nova reação da mesma forma. Por esta razão, as quantidades de enzimas necessárias para incorporação a um substrato são muito pequenas (Lima, 2005).

As enzimas são utilizadas frequentemente no sentido de aumentar a qualidade nutricional das dietas que contém cereais de baixa digestibilidade, especialmente para aves, resultando em melhora da qualidade do meio ambiente pela redução da excreção de alguns elementos, como o fósforo, por exemplo. Uma vez que as enzimas tendem a melhorar o desempenho das aves alimentadas com cereais de baixa energia metabolizável aparente, um benefício adicional seria a obtenção de maior uniformidade, reduzindo a variação entre lotes (Marquardt & Bedford, 2001).

Tabela 1. Relação de enzima e substrato utilizados na avicultura

Enzimas	Ação	Ingrediente em que atua (substratos)	Benefícios esperados
$\beta$ -glucanase	Degradação de $\beta$ -glucanos e oligossacarídeos	Dietas à base de aveia, cevada e arroz	Redução da viscosidade intestinal e melhoria na utilização dos nutrientes
Amilase	Degrada o amido a dextrina e açúcares	Dietas ricas em amido, contendo milho e outros	Aumento da disponibilidade de glicose
Celulases	Degrada celulose a produtos de menor peso molecular e açúcares	Dietas ricas em fibras (farelo de trigo, cevada e outros)	Aumento da disponibilidade de energia, por permitir o aproveitamento do conteúdo celular
Xilanases	Degrada arabinosilanas a produtos de menor peso molecular e açúcares	Dietas à base de aveia, trigo, cevada, arroz e milho	Melhora a utilização de nutrientes e reduz a excreção de água
Galactosidases	Degrada oligossacarídeos e fatores antinutricionais	Soja e outras leguminosas e oleaginosas	Melhora a disponibilidade de energia e reduz a viscosidade
Fitase	Degrada ligações do fitato com íons divalentes (fósforo e a molécula de inositol)	Todos os tipos de cereais e oleaginosas (farelo de arroz, milho, soja e outros)	Reduz a necessidade de fósforo inorgânico e a excreção de fósforo
Proteases	Degrada proteínas a peptídeos e aminoácidos	Dietas com leguminosas	Aumenta a digestibilidade dos aminoácidos e reduz excreção de nitrogênio
Lipases	Degrada lipídeos a ácidos graxos e monoacilglicerol	Dietas ricas em óleos de origem vegetal ou animal	Melhora a digestibilidade da gordura

Adaptado de Thorpe & Beal (2001)

O uso de enzimas traz também os benefícios em relação ao custo da dieta, pela redução na quantidade de ingredientes de alto custo e inclusão de ingredientes baratos à ração. De forma geral, a adição de enzimas em dietas para não ruminantes promove uma digestão mais eficiente, com redução das exigências de energia para manutenção, e pode também reduzir a quantidade de substrato que entra no intestino grosso, melhorando a utilização dos mesmos no intestino delgado e, conseqüentemente, reduzindo a população microbiana no íleo terminal (Dourado et al., 2014).

Para produção de enzimas, são consideradas algumas características desejáveis: atividade altamente específica, altos níveis de resistência à inativação por calor, baixo

pH ou enzimas proteolíticas, segurança toxicológica, baixo custo de produção, boa vida de prateleira, ausência de interações com a matriz do alimento para facilitar a determinação quantitativa de enzima na dieta completa e especificidade em promover os efeitos esperados (Marquardt & Bedford, 2001; Lima, 2005).

Quando feita a suplementação de enzimas nas dietas, a ação catalítica das mesmas depende de uma série de fatores, tais como: concentrações do substrato e da enzima, temperatura, variação do pH, umidade e presença de coenzimas e inibidores no local em que ocorrerá a reação (pois enzima é substrato dependente). Se a enzima não for protegida, principalmente para temperatura e pH, o seu uso será limitado, pois ocorrerá alteração significativa na estrutura da enzima ativa, resultando em perda da sua atividade (Sabatier & Fish, 1996; Officer, 2000; Lima, 2005). A termoestabilidade da enzima é outro fator que afeta sua ação catalítica, pois depende do tipo de microrganismo que produz a enzima, sendo menos resistentes (até 75°C) aquelas produzidas por fungos e mais resistentes (80 a 90°C) as produzidas por bactérias (Officer, 2000).

A enzima é substrato dependente e, desta forma, o seu efeito está diretamente relacionado com a ação sobre o substrato. Sendo assim, é fundamental a preocupação com a formulação da dieta e o tipo de enzima específica para a composição nutricional. Nesse contexto, é importante ressaltar o conceito de “matriz nutricional da enzima”, que nada mais é do que a quantidade de nutrientes que a adição da dose preconizada de uma determinada enzima exógena pode disponibilizar ao animal. A matriz nutricional de uma enzima exógena é relativamente variável, de acordo com sua atividade, o tipo de substrato e a forma de adição à dieta (Dourado et al., 2014).

Pesquisas relacionadas com enzimas exógenas, tanto isoladas quanto combinadas para formar complexos, têm demonstrado resultados satisfatórios, com inclusões desejáveis e idade ideal, com dietas de alta e baixa viscosidade. Porém, é comum encontrar na literatura pesquisas com resultados insatisfatórios, sem efeito da enzima e/ou complexo enzimático sobre o desempenho e metabolismo. Tal fato pode estar relacionado com o tipo de dieta e forma de suplementação enzimática, a idade e espécie animal, além do manejo, balanço eletrolítico, forma física e processamento térmico da ração, entre outros.

Inúmeros estudos com suplementação de enzimas exógenas em dietas para aves foram realizados, e melhorias do desempenho e disponibilidade de nutrientes têm sido documentados na literatura (Zhou et al., 2009).

### 1.3. Polissacarídeos não amiláceos

Os cereais são os principais componentes das dietas das aves e apresentam, em suas paredes celulares, carboidratos complexos classificados como polissacarídeos não amiláceos (PNA's), constituídos de polímeros de monossacarídeos unidos por ligações glicosídicas, apresentando baixa digestibilidade. Os principais PNA's são os arabinoxilanos e os  $\beta$ -glucanos (Bedford, 1996a). Os PNA's podem ser classificados em três grupos: celulose, polissacarídeos não celulósicos e polissacarídeos pécnicos (Figura 1.) (Choct, 2002). O perfil de PNA's presentes na parede celular vegetal varia largamente entre os tecidos e espécies (Carré, 2002).

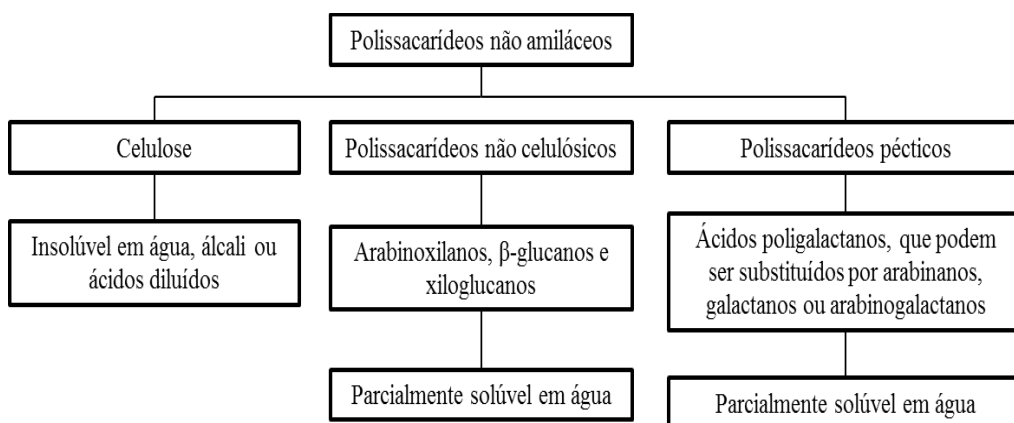


Figura 1. Classificação dos polissacarídeos não amiláceos

Fonte: Adaptado de Choct (2002)

Os cereais contêm entre 10 a 30% de PNA's, dos quais, em sua grande maioria, são compostos predominantemente por arabinoxilanas (pentosanas),  $\beta$ -glucanas e celulose (Choct, 1997).

O milho é a principal fonte energética utilizada em rações para aves, compondo, aproximadamente, 60% das dietas. Entretanto, a composição química e o valor nutricional do milho variam em função do conteúdo de amido, proteína e, principalmente, da concentração de fitato, inibidores de enzimas e presença de amido resistente (Cowieson, 2005). Porém, sabe-se que o milho possui níveis de PNA's totais muito baixos, cerca de 8% da MS (Huisman et al., 2000), sendo a maior parte destes constituídos por PNA's insolúveis, como arabinoxilanos e celulose (Oliveira & Moraes, 2007), o que o caracteriza por ser um alimento relativamente isento de PNA's viscosos,



que são os principais fatores anti-nutricionais presentes na maior parte dos cereais considerados de alta viscosidade, como o trigo, aveia, cevada, entre outros.

Como principal componente proteico, o farelo de soja é o mais utilizado em dietas para animais não ruminantes, apesar de possuir uma série de PNA's, além de certos fatores antinutricionais que podem comprometer a produtividade das aves. De acordo com Torres et al. (2003), o farelo de soja contribui com mais de 70% da proteína em dietas avícolas, mesmo contendo quantidades elevadas de substâncias pécticas na estrutura de sua parede celular. Porém, os polissacarídeos não amiláceos do farelo de soja são potencialmente antagônicos à utilização dos nutrientes e podem afetar negativamente a morfologia intestinal (Yu & Chung, 2004). Por outro lado, Opalinski et al. (2006) relatam que o alimento contém proteínas de alta qualidade e com boa disponibilidade de aminoácidos.

As fibras solúveis, quando consumidas, podem aumentar a viscosidade no intestino, devida à alta capacidade de se ligar a grande quantidade de água, além de serem altamente fermentáveis no intestino grosso. A fibra solúvel é composta principalmente pela hemicelulose, a qual tem composição principal de  $\beta$ -glucanos e arabinosilanos (Conte et al., 2003). Já a parte insolúvel é composta por xilose e xilanos (Bedford & Schukze, 1998) e ao contrário das fibras solúveis, não possuem a capacidade de se ligar à água, conseqüentemente não aumenta a viscosidade intestinal e, em geral, não sofrem fermentação no intestino grosso, ou esta ocorre de forma parcial. O modo de ação é diferente entre os PNA's solúveis e insolúveis e vai depender da quantidade dos mesmos presentes nos alimentos, podendo ser considerados nutriente diluente ou antinutritivo, de acordo com sua solubilidade (Hetland et al., 2004).

Normalmente, a fibra insolúvel é considerada como diluente de nutrientes na dieta e não é fermentada pela microbiota do trato gastrintestinal em frangos e, portanto, não altera a composição e quantidade da microbiota de maneira significativa (Choct et al., 1996; Hetland et al., 2004). Embora seja considerada como diluente, não deve ser considerada como substância inerte, pois apresentam propriedades funcionais que não podem ser negligenciadas na nutrição de animais não ruminantes (Choct, 1997).

A redução no tempo de retenção da dieta no trato gastrintestinal geralmente está associada com digestibilidade dos nutrientes mais baixos, pois é sugerido que a exposição dos nutrientes às enzimas digestivas é menor. Entretanto, segundo Choct (1997), tal teoria não é válida sob determinadas circunstâncias. Quando os PNA's insolúveis são adicionados à dieta, acredita-se que não há alteração na viscosidade da

digesta e, conseqüentemente a digestibilidade dos nutrientes é aumentada, o material não digerido passa pelo intestino rapidamente, não havendo tempo suficiente para a microbiota anaeróbica se estabelecer na porção distal do intestino delgado (Choct, 1997).

A atividade antinutritiva de PNA solúvel, com estruturas químicas bem definidas como, por exemplo, arabinosilanos e  $\beta$ -glucanas, é eficazmente inativada pela suplementação da ração com xilanases e  $\beta$ -glucanases que causam a despolimerização parcial do PNA para polímeros menores, de modo que a sua capacidade para formar digesta altamente viscosa é bastante reduzida (Choct, 1997).

Por aumentar a viscosidade intestinal, a difusão dos substratos e de enzimas digestivas é comprometida, dificultando as interações na superfície da mucosa intestinal (Choct, 2001), o que resulta na interferência da microbiota e funções intestinais (Choct et al., 2004) e no aumento da carga de nutrientes não degradados (Silva et al., 2007).

De modo geral, a viscosidade da digesta reduz o contato entre os nutrientes e as secreções digestivas, a difusão e o transporte da digesta, das enzimas endógenas, dos sais biliares e dos movimentos peristálticos, além de aumentar o tempo de retenção da digesta, favorecendo a proliferação de bactérias no trato gastrintestinal (Bedford, 2000).

Dessa forma, a inclusão de enzimas exógenas na dieta de animais não ruminantes auxilia na digestão de PNA's presentes nos cereais, contribuindo com maior disponibilidade de nutrientes, potencializando os mecanismos de ação das enzimas endógenas. Porém, é preciso ter conhecimento dos alimentos utilizados na ração para incluir a enzima ou complexo enzimático ideal, a quantidade certa de substratos (já que enzima é substrato dependente), a idade e condição fisiológica do animal, entre outros. Com uma inclusão ideal, é possível reduzir os impactos negativos ao ambiente, além de melhorar o desempenho e digestibilidade do animal.

#### **1.4.Xilanase**

A xilanase vem sendo utilizada como aditivo alimentar por mais de 20 anos e sua capacidade de melhorar a conversão alimentar e ganho de peso dos animais não ruminantes tem sido demonstrada em inúmeros trabalhos (Paloheimo et al., 2011). Os efeitos positivos da adição de enzimas na dieta são propostos devido a vários mecanismos. Um dos mecanismos é que alguns cereais, como aveia, trigo, triticale, arroz, centeio e cevada causam um aumento da viscosidade intestinal devido à presença de  $\beta$ -glucanos e arabinosilanos nesses cereais (Bedford & Classen, 1992). Esses

componentes prendem uma quantidade significativa de água, devido à alta viscosidade, resultando em uma limitação de absorção de nutrientes para as aves (Paloheimo et al., 2011). Como consequência da limitação, o desempenho pode ser prejudicado. Porém, o desempenho pode ser melhorado com a adição de  $\beta$ -glucanases e xilanases.

A hemicelulose apresenta-se em associação com a celulose nas paredes da maioria das espécies de plantas. Baseadas nos principais resíduos de açúcares presentes como polímeros da cadeia principal, as hemiceluloses podem ser chamadas de xilanas, glucomananas, galactanas ou arabinanas (Bhat & Hazlewood, 2001). A xilana é o componente principal da hemicelulose e é, depois da celulose, o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza (Paloheimo et al., 2011).

Em geral, as xilanases são específicas para ligações internas  $\beta$ -1,4 de polímeros de xilanas, ou seja, a hidrólise de arabinoxilanas é realizada principalmente pela atividade de uma endo-1,4- $\beta$  - xilanase, que quebra as ligações (1,4) da cadeia central das xilanas (Classen, 1996; Bhat & Hazlewood, 2001). As xilanases são produzidas por uma grande variedade de fungos e bactérias, tais como *Thermomyces lanuginosus*, *Hemicella insolens*, *Aspergillus aculeatus* e *Trichoderma viride*, porém são frequentemente inibidas pela presença de seus produtos de hidrólise. O modo de ação destas enzimas é dependente do microrganismo que a produziu, podendo liberar diferentes produtos conforme o tipo de reação catalítica (Bhat & Hazlewood, 2001).

No Brasil, a maioria das dietas são constituídas por milho e farelo de soja, podendo ser passíveis de melhoria a partir do uso de enzimas exógenas, como as celulasas e hemicelulasas. Segundo Malathi & Devegowda (2001), o milho possui 5,32% de pentosanas totais; 3,12% de celulose; 1,00% de pectinas e 9,34% de polissacarídeos não amiláceos totais, enquanto o farelo de soja possui 4,21% de pentosanas totais; 5,75% de celulose; 6,16% de pectinas e 29,02% de polissacarídeos não amiláceos totais. Acredita-se que os componentes insolúveis dos polissacarídeos não amiláceos presentes no milho podem encapsular os nutrientes, que poderiam ser liberados pelas xilanases e celulasas (Classen, 1996; Gracia et al., 2003).

Os efeitos benéficos das xilanases na utilização de nutrientes estão relacionados à redução da viscosidade da digesta, resultando em aumento da despolimerização de arabinoxilanas em componentes de menor peso molecular (Ravindran et al., 1999) ou a partir da liberação dos nutrientes encapsulados nas estruturas da parede celular, favorecendo o contato dos nutrientes com as enzimas endógenas. Previnem, ainda, distúrbios digestórios resultantes da presença de material fibroso não digerido no trato

gastrintestinal de aves, pois os PNA's servem de substrato para bactérias patogênicas, além de reduzir a tensão superficial de oxigênio na mucosa intestinal, decorrente do aumento da viscosidade, o que favorece a proliferação de bactérias anaeróbicas, como o *Clostridium perfringens* (Lima, 2005). Outro benefício da xilanase é a redução da umidade da cama, pois a maioria dos PNA's solúveis têm alta capacidade de retenção de água em sua molécula, e como não são digeridos, acabam aumentando a umidade da excreta e conseqüentemente da cama (Dourado et al., 2014).

Cowieson (2005), contudo, acredita que o uso de xilanase, isoladamente, sem emprego de outras enzimas exógenas como proteases, amilases ou fitase, não produz resposta semelhante às obtidas com a combinação das enzimas.

Alguns estudos indicam melhoras no desempenho de aves, como no caso da influência de xilanase e vitamina A suplementadas na dieta à base de trigo para frangos de corte. Além do desempenho, as vilosidades da mucosa do intestino (duodeno, jejuno e íleo) apresentaram maiores comprimentos em relação à dieta baseada em milho (Khoramabadi et al., 2014).

Utilizando níveis reduzidos de energia para poedeiras suplementadas com xilanase, Souza et al. (2012) verificaram que com 14 semanas de idade o coeficiente de metabolizabilidade da proteína bruta da dieta aumentou e houve melhora na retenção de nitrogênio, devido à suplementação de xilanase. Com 80 semanas de idade, os valores de energia metabolizável aparente corrigida para nitrogênio e energia metabolizável aparente são elevados com a inclusão de xilanase associado a um nível adequado de energia da dieta.

É amplamente aceito que as enzimas  $\beta$ -glucanase e xilanase degradam a parede celular dos cereais e liberam mais nutrientes para o animal. Portanto, este mecanismo pode ser considerado como importante para melhorar o valor da energia do alimento (Paloheimo et al., 2011). Tal fato pode auxiliar a codorna de corte a alcançar um melhor ganho de peso, já que é mais eficiente no uso de energia para ganho de peso, por exigir maior energia de manutenção (Jordão Filho et al., 2011).

A inclusão de enzimas xilanolíticas inibe a fermentação no íleo e estimula a fermentação nos cecos (Persia et al., 2002). A redução da fermentação ileal é benéfica para o animal, já que grande parte do material fermentado é composto por amido e proteína não digeridos e, desta forma, ficam disponíveis para serem hidrolisados e absorvidos pelas aves (Bedford, 1996b). Além do mais, os oligossacarídeos oriundos da

degradação dos PNA's pelas enzimas exógenas teriam efeito prebiótico no ceco (Persia et al., 2002).

### **1.5. Utilização de enzimas exógenas na alimentação de aves**

Na década de 50, cientistas estudaram a adição de amilase e protease nas dietas de vários animais de produção e observaram benefícios. Desde então, o uso de enzimas exógenas na alimentação animal tem sido amplamente estudado e reportado na literatura, e tem desfrutado de enorme crescimento mundial na indústria animal (Adeola & Cowieson, 2011). A suplementação de várias enzimas possibilita um maior campo de atuação nos compostos antinutritivos presentes nos alimentos, desde que haja substrato disponível e condição fisiológica, para obter máximo benefício da enzima, com consequência de melhor desempenho animal e digestibilidade dos nutrientes.

A suplementação enzimática pode ser feita por meio de duas abordagens econômicas que consideram a incorporação de enzimas exógenas nas formulações das dietas. Uma aplicação mais simples e provavelmente mais prática, chamada de *over the top*, para melhorar o desempenho de forma mais econômica, consiste em suplementar as enzimas com uma formulação padrão, sem alterar os níveis nutricionais (Barbosa et al., 2008). Essa aplicação, *over the top* ou *on top*, normalmente apresenta resultado imprevisível por uma série de fatores, entre os quais se destacam: o desajuste de matrizes nutricionais dos ingredientes básicos da formulação, as margens de segurança praticadas pela indústria avícola, aliadas à limitação fisiológica das aves em fases específicas para se melhorar a sua eficiência alimentar, pela melhoria no aproveitamento de nutrientes de uma dieta (Bertechini & Brito, 2007).

A segunda alternativa seria alterar a formulação da ração, por meio da redução dos nutrientes, e adição de enzimas exógenas para restaurar o valor nutricional da dieta-padrão que visa o mesmo desempenho de uma dieta com os níveis nutricionais recomendados (Barbosa et al., 2008). Essa alternativa, além de viabilizar o mesmo desempenho, também viabiliza o custo com alimentação por unidade de ganho e consequentemente o custo final.

Utilizando uma combinação de enzimas fitase e amilase, xilanase e protease, com reduções de energia metabolizável, cálcio e fósforo, Barbosa et al. (2012) obtiveram resultados melhores para consumo de ração, conversão alimentar, ganho de peso e peso médio de frangos de corte alimentados com dieta à base de milho e farelo de soja, na fase total de criação, comparados a dietas sem enzimas.

Utilizando fitase em dietas com 15% de farelo de arroz integral, Conte et al. (2003) concluíram que a redução na suplementação inorgânica de fósforo, ferro, cobre, zinco e manganês pode ser feita, sem afetar o desempenho de frangos de corte. A fitase aumenta o teor de cinzas e fósforo na tíbia, porém não afeta a deposição de ferro, cobre, zinco e manganês, enquanto que a utilização da enzima xilanase melhora a conversão alimentar das aves.

Avaliando um complexo enzimático de amilase, protease e xilanase suplementado em dieta à base de milho e farelo de soja para frangos de corte, Torres et al. (2001) adicionaram o complexo enzimático em 0,5, 1,0 e 1,5 g/kg de dieta, além de terem trabalhado com dietas de níveis normais de nutrientes e reduzidos (3% na fase de crescimento e 5% na fase final) de energia e/ou proteína. Os autores observaram que a adição das enzimas melhorou o desempenho das aves. Em dietas com nível proteico reduzido, quanto maior foi o nível de incorporação de enzimas, menor foi o ganho de peso. Melhores respostas aos 28 dias ocorreram quando foi adicionado 1,0 g de enzima na dieta. Aos 42 dias, a utilização de enzimas digestivas exógenas pelas aves não influenciou o índice europeu de eficiência produtiva, o rendimento de carcaça e os teores de gordura abdominal dos frangos; entretanto, manteve o desempenho zootécnico das aves alimentadas com dietas contendo níveis energéticos ou proteicos reduzidos, demonstrando que é possível formular rações com níveis mais baixos desses nutrientes.

Em codornas de corte, o uso de enzimas exógenas é satisfatório. Iwahashi et al. (2011) verificaram que a suplementação de complexo enzimático (xilanase +  $\beta$ -glucanase) pode ser utilizada com eficácia em dietas à base de milho e farelo de soja reduzidas em energia metabolizável e aminoácidos (lisina, metionina + cistina e treonina) para codornas de corte em ambas as fases (1 a 14 e 15 a 35 dias).

Utilizando complexo enzimático composto por hemicelulase e pectinase, Cunha et al. (2014) concluíram que é possível reduzir em até 4% a energia metabolizável e aminoácidos da ração de codornas europeias, de 1 a 42 dias de idade, sem prejudicar o rendimento de carcaça e cortes nobres.

De maneira geral, a inclusão das enzimas exógenas em dietas para aves promove uma digestão mais eficiente, com redução das exigências de energia para manutenção, além de reduzir a quantidade de substrato que entra no intestino grosso, melhorando a utilização dos mesmos no intestino delgado e alterando, conseqüentemente, a população microbiana no íleo terminal (Bedford & Apajalahti, 2001).

Atualmente, estão sendo pesquisadas novas gerações de enzimas, com foco para a melhoria na qualidade e segurança dos alimentos, no potencial de atividade em diferentes idades da ave, com diversos locais de ação e em diferentes doses, com intuito de promover melhor efeito destas enzimas no organismo das aves, de acordo com o tipo de alimento utilizado (Cowieson et al., 2006a).

### 1.6. Referências

ADEOLA, O.; COWIESON, A.J. Opportunities and challenges in using exogenous enzymes to improve non-ruminant animal production. **Journal Animal Science**, v. 89, p. 3189-3218, 2011.

ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T. **Criação de codornas para a produção de ovos e carne**, Viçosa: Aprenda Fácil. 2003. 290p.

BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; BONATO, M.A.; HAUSCHILD, L.; OVIEDO-RONDON, E. Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho. **Ciência Rural**, v.42, n.8, p.1497-1502, 2012

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.; CLASSEN, H.L. Reduction of intestinal viscosity through manipulation of dietary rye and pentosanase concentration is effected through changes in the carbohydrate composition of the intestinal aqueous phase and results in improved growth rate and food conversion efficiency of broiler chicks. **The Journal of Nutrition**, v. 122, p.560-569, 1992.

BEDFORD, M. R. Efeito del uso de enzimas digestivas en la alimentación de aves. **Avicultura Profesional**, v.14, n.04, p. 24-29, 1996a.

BEDFORD, M. R. The effect of enzymes on digestion. **Journal Apply Poultry Rewies**, v.5, n. 04, p. 370-378, 1996b.

BEDFORD, M. R.; SCHUKZE, H. Exogenous enzymes for pigs and poultry. **Nutrition Research Reviews**, v. 11, n. 01, p. 91-114, 1998.

BEDFORD, M.R. Removal of antibiotic growth promoters from poultry diets: Implications and strategies to minimize subsequent problems. **Worlds Poultry Science Journal**. v. 56, p. 347-365, 2000.

BEDFORD, M. R.; APAJALAHTI, J. Microbial Interactions in the Response to exogenous Enzyme Utilization. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm nutrition**. Londres: Cab International, 2001, p. 299-314.

BERTECHINI, A. G.; BRITO, J.A.G. Utilização correta de enzimas em rações de aves. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE AVICULTURA, 2., 2007, Curitiba. **Anais...Curitiba: Animal World, 2007. CD-ROM.**

BHAT, M. K.; HAZLEWOOD, G. P. Enzymology and other characteristics of cellulases and xylanases. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm nutrition**. Londres: Cab International, 2001. p.11-60.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. 2ª. ed. Campinas: J.E. Butolo, 2010, 430p.

CARRÉ, B. Carbohydrate chemistry of the feedstuffs used for poultry. In: McNAB, J.M.; BOORMAN, K.N. (eds). **Poultry Feedstuffs Supply, Composition and Nutritive Value**. CABI Publishing, Wallingford, UK, 2002, p. 39-56.

CHOCT, M. Feed Non-Starch Polysaccharides: Chemical Structures and Nutritional Significance. **Feed Milling International**, v. 13, p.1-10. 1997.

CHOCT, M. Carbohydrate and fibre digestion in monogastric animals. **ASA Technical bulletin**, AN34, 2001.

CHOCT, M. Non-starch polysaccharides: effect on nutritive value. In: McNAB, J.M.; BOORMAN, K.N. (eds). **Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value**. CABI Publishing, Wallingford, UK, 2002, p. 222-236.

CHOCT, M.; KOCHER, A.; WATERS, D.L.E., et al. A comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v.92, p.53-61, 2004.



CLASSEN, H. L. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 62, n. 1-2, p. 21-27, 1996.

CONTE, A.J., TEIXEIRA, A.S., FIALHO, E.T.; SCHOULTEN, N.A.; BERTECHINI, A.G. Efeito da Fitase e Xilanase sobre o Desempenho e as Características Ósseas de Frangos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Farelo de Arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.05, p.1147-1156, 2003.

CUNHA, T. M. R.; LANA, S. R. V., LANA, G. R. Q.; LANA, A.M.Q.; PARIZIO, F.A.S.; SILVA, M.P.L.; TORRES, E.C.; DELFIM, P.H.A. Rendimento de carcaça de codornas européias alimentadas com dietas suplementadas com complexo enzimático. In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2014, Vitória. **Anais...** Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2014. CD-ROOM.

COWIESON, A.J. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 119, p. 293–305, 2005.

COWIESON, A. J.; HRUBY, M.; PIERSON, E. E. M. Evolving enzyme technology: Impact on commercial poultry nutrition. **Nutrition Research Reviews**, v. 19, n. 1, p. 1-15, 2006a.

DOURADO, L.R.B.; BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K. Enzimas na nutrição de monogástricos. In: SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDES, J.B.K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2014, p. 466-484.

GRACIA, M. I.; ARANÍBAR, M. J.; LÁZARO, R.  $\alpha$ -Amylase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, v. 82, n. 3, p. 436–442, 2003.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble no-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, v.60, n. 4, p.415-422, 2004.

HUISMAN, M. M. H.; SCHOLS, H. A.; VORAGEN, A. G. J. Glucuronarabinoxylans from maize kernel cell walls are more complex than those from sorghum kernel cell walls. **Carbohydrate Polymers**, v. 43, p. 269-279, 2000.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2009) **Pesquisa pecuária municipal**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2&z=t&o=23&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1&u5=1&u6=1&u7=1>>. Acessado em: 04/08/2015.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2014). **Produção da pecuária municipal**. v. 42, 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2014/ppm/2014.pdf>. Acessado em 07/01/2016.

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.

JORDÃO FILHO, J.; SILVA, J.H.V.; SILVA, C.T.; COSTA, F.G.P.; SOUSA, J.M.B.; GIVISIEZ, P.E.N. Energy requirement for maintenance and gain for two genotypes of quails housed in different breeding rearing systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2415-2422, 2011.

KHORAMABADI, V.; AKBARI, M.R.; KHAJALI, F.; NOORANI, H.; RAHMATNEJAD, E. Influence of xylanase and vitamin A in wheat-based diet on performance, nutrients digestibility, small intestinal morphology and digesta viscosity in broiler chickens. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 36, n. 4, p. 379-384, 2014.

LIMA, F. R. Aditivos zootécnicos: enzimas. In: PALERMO NETO, J.; SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. I. **Farmacologia aplicada à avicultura**. São Paulo: ROCA, 2005. p. 239-248.

MALATHI, V.; DEVEGOWDA, G. *In Vitro* evaluation of nonstarch polysaccharide digestibility of feed ingredients by enzymes. **Poultry Science**, v. 80, n. 3, p.302-305, 2001.

MARQUARDT, R. R.; BEDFORD, M. R. Future horizons. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm nutrition**. Londres: Cab International, 2001, p.389-398.

MOURA, A.M.A.; FONSECA, J.B.; TAKATA, F.N.; RABELLO, C.B.V.; LOMBARDI, C.T. Determinação da energia metabolizável de alimentos para codornas japonesas em postura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.1, p.178-183, 2010.

OFFICER, D. I. Feed enzymes. In: D'MELLO, J. P. F. **Farm animal metabolism and nutrition**. Edinburgh: Cab International, 2000, p. 405-426.

OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, M.I.M.; MENDES, A.A. et al. Avaliação sensorial de carne de codornas para corte, abatidas aos 35, 56, e 77 dias de idade. **Veterinária e Zootecnia**, v.12, n.1/2, p.61-68, 2005.

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**, v.8, n.3, p.339-357, 2007.

OPALINSKI, M.; MAIORKA, A.; CUNHA, F.; MARTINS DA SILVA, E.C.; 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. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm nutrition**. Londres: Cab International, 2011, p.12-53.

PERSIA, M.E.; DEHORITY, B.A.; LILBURN, M.S. The effects of enzyme supplementation of corn- and wheat-based diets on nutrient digestion and cecal microbial populations in turkeys. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.11, p.134-145, 2002.

PINTO, R.; FERREIRA, A.S.; ALBINO, L.F.T.; GOMES, P.C.; VARGAS JÚNIOR, J.G. Níveis de proteína e energia para codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1761-1770, 2002.

RAVINDRAN, V.; HEW, L. I., RAVINDRAN, G. Influence of xylanase supplementation on the apparent metabolizable energy and ileal amino acid digestibility in a diet containing wheat and oats, and on the performance of three strains of broiler chickens. **Australian Journal Agriculture Research**, v. 50, n. 7, p. 1159- 1163,1999.

REZENDE, M.J.M.; FLAUZINA, L.P.; McMANUS, C.; OLIVEIRA, L.Q.M. Desempenho produtivo e biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.26, n.3, p.353-358, 2004.

SABATIER, A. M.; FISH, N. M. Method of analysis for feed enzymes: methodological problems? **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 5, n. 4, p. 408-413, 1996.

SARTORI, J.R.; PEREIRA, K.A.; GONÇALVES, J.C; CRUZ, V.C; PEZZATO, A.C. Enzimas e simbióticos para frangos de corte criados no sistema convencional e alternativo. **Ciência Rural**, v.37, n.1, p.235-240, 2007.

SILVA, J. H. V.; ARAUJO, J. A.; LIMA, C. B.; OLIVEIRA, E. R. A. Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.1, n.4, p.99-110, 2007.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; SILVA, E.L. et al. Exigências nutricionais de codornas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 3., 2007, Lavras. **Palestra...** Lavras: UFLA, 2007. p.42-62.

SOUZA, K.M.R.; FARIA, D.E.; NAKAGI, V.S.; CARÃO, A.C.P.; PACHECO, B.H.C.; TREVISAN, R.B.; GOMES, G.A . Metabolizable energy values of diets supplemented with xylanase determined with laying hens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 12, p. 2433-2440, 2012.

THORPE, J.; BEAL, J. D. Vegetable protein meals and the effects of enzymes. In: BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm nutrition**. Londres: Cab International, 2001, p.125-143.

TORRES, D.M.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B.; BERTECHINI, A.G.; FREITAS, R.T.F.; SANTOS, E.C. Eficiência das enzimas amilase, protease e xilanase sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.6, p.1401-1408, 2003.

YU, B.; CHUNG, T. K. Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.13, n. 2, p.178–182, 2004.

ZHOU, Y.; JIANG, Z.; LV, D.; WANG, T. Improved energy-utilizing efficiency by enzyme preparation supplement in broiler diets with different metabolizable energy levels. **Poultry Science**, v.88, p.316-322, 2009.

## **II- OBJETIVOS GERAIS**

O objetivo deste trabalho foi avaliar a suplementação de duas enzimas xilanases para obtenção de máximo desempenho zootécnico de codornas de corte, de 1 a 35 dias de idade.

### **2.1. Objetivos Específicos**

- a) Avaliar o rendimento de carcaça, de corte e gordura abdominal, aos 35 dias;
- b) Analisar a morfometria da mucosa intestinal do jejuno, aos 14 e 35 dias;
- c) Avaliar o teor de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e energia bruta das excretas e rações.

### **III- Utilização de xilanases para codornas de corte de 1 a 14 dias de idade**

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da suplementação de duas xilanases em dietas para codornas de corte. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial  $2 \times 3 + 1$  (duas reduções de energia metabolizável – 70 e 140 kcal/kg, e com ou sem inclusão de duas xilanases – A e B, mais um tratamento testemunha sem xilanase), totalizando sete tratamentos com cinco repetições e 45 codornas por unidade experimental. Neste período, foi avaliada a metabolizabilidade dos nutrientes, desempenho e morfometria da mucosa intestinal. No ensaio de metabolismo, houve interação ( $P < 0,10$ ) entre as reduções de energia e inclusão de enzimas para os coeficientes de metabolizabilidade de PB, FDN e EB. As enzimas melhoraram os coeficientes de PB e FDN, e disponibilizaram mais energia pela EMAN ( $P < 0,10$ ). Não houve interação ( $P > 0,10$ ) entre as reduções de energia e inclusão de enzimas para as variáveis de desempenho e morfometria do jejuno. As reduções energéticas influenciaram apenas o consumo de ração, observando melhor consumo na redução de 70 kcal/kg. Para a morfometria do jejuno, as xilanases aumentaram altura de vilo e relação vilo:cripta. A xilanase A foi eficaz em manter o desempenho das aves e melhorar as condições epiteliais do jejuno.

Termos para indexação: balanço de nutrientes, carboidrases, coturnicultura, energia, enzimas

### **III- Xylanase inclusion for meat type quails from 1 to 14 days of age**

**Abstract-** The objective of this study was to evaluate the effect of supplementation of two xylanase in the diet of meat type quails. The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement 2x3 + 1 (two metabolizable energy reduction – 70 and 140 kcal/kg, with or without inclusion of two xylanases – A and B, plus a control treatment without xylanase), seven treatments with five replicates of 45 quails. During this period the metabolization of nutrients was assessed, besides performance and morphology of the intestinal mucosa. In the metabolism trial, there was interaction ( $P < 0.10$ ) between energy reduction and inclusion of enzymes for the metabolizability coefficients of CP, NDF and CE. Enzymes improved the CP and NDF coefficients, and provided more energy for AMEn ( $P < 0.10$ ). There was no interaction ( $P > 0.10$ ) between energy reduction and adding enzymes to the performance variables and jejune morphometry. The energy reductions only influence the feed intake, observing better feed intake for reduction of 70 kcal/kg. For morphometry of jejunum, xylanase increased the villus height and villus:crypt. The xylanase A was effective in keeping bird performance and improve epithelial jejunum conditions.

Index terms: carbohydrases, energy, enzymes, nutrient balance, quail production



## Introdução

A produção avícola tem um crescimento exponencial a cada ano e dentre os fatores de maior relevância de expansão, a nutrição apresenta um papel que se destaca, pois abrange desde o conhecimento do potencial nutritivo dos nutrientes até as exigências nutricionais. No potencial nutritivo, os programas nutricionais têm buscado novas estratégias para melhorar a digestibilidade dos alimentos e proporcionar condições que favoreçam a expressão do máximo potencial genético das aves, sem acréscimos aos custos de produção (Araújo et al., 2007).

A utilização de enzimas exógenas na alimentação de codornas pode ser uma das estratégias para auxiliar na melhora do desempenho das aves, por atuar no aumento da digestibilidade dos nutrientes, além de reduzir a excreção de minerais, tais como o fósforo, considerado o mais relevante (Fischer et al., 2002). Além disso, as enzimas são consideradas como componentes naturais alternativos, que favorecem a redução de uso de antibióticos na alimentação animal. Esses componentes naturais, de modo geral, não só melhoram a condição do epitélio intestinal, como também atuam como moduladores da dieta. Além disso, a utilização desses componentes atende à crescente preocupação da opinião pública mundial quanto à redução do uso de produtos químicos na alimentação animal (Teixeira, 2007).

A inclusão de enzimas exógenas na dieta de aves pode ser feita de maneira isolada, apenas incluindo um tipo de enzima, ou formando um *blend* de enzimas, comumente conhecido por complexo enzimático. A sua inclusão pode auxiliar nas estratégias nutricionais, e dentre essas, a redução do nível nutricional da dieta com inclusão de enzima tem intuito de obter uma resposta das aves similar ou até melhor, comparada a uma dieta com níveis nutricionais exigidos. Essa resposta é proporcionada

25 pelo incremento do valor nutricional dos ingredientes, devido à atuação da enzima na  
26 melhora da disponibilidade de nutrientes (Barbosa et al., 2012).

27 Atualmente, na alimentação animal os tipos de enzimas utilizadas são aquelas  
28 que degradam fibra, proteínas, amido e fitato. Essas são categorizadas de acordo com os  
29 substratos que agem, podem ser carboidrases, proteases, amilases, celulasas e fitases. As  
30 carboidrases tem ação nos polissacarídeos não amiláceos (Barletta, 2011), que são  
31 prejudiciais para os animais, pois aumentam a viscosidade intestinal, interferindo na  
32 disponibilização de nutrientes e energia.

33 Dentre as carboidrases, a xilanase vem ganhando destaque e obtendo resultados  
34 satisfatórios, seja isolada ou complexada com outras enzimas. Essa enzima é capaz de  
35 quebrar os arabinoxilanos presentes nos grãos. Apesar de ser mais comumente utilizada  
36 em dietas de grãos de alta viscosidade (Dusel et al., 1998; Mathlouthi et al., 2002; Conte  
37 et al., 2002; Schoulten et al., 2003; Adeola & Bedford, 2004; Freitas et al., 2004), há  
38 também estudos com grãos de baixa viscosidade (Zanella et al., 1999; Fischer et al.,  
39 2002; Iwahashi et al., 2011; Barbosa et al., 2012; Souza et al., 2012; Khoramabadi et al.,  
40 2014).

41 Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho avaliar o desempenho (peso  
42 corporal, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), metabolizabilidade  
43 de nutrientes e morfometria intestinal de codornas de cortes, de 1 a 14 dias de idade,  
44 alimentadas com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com duas  
45 enzimas xilanases.

## 46 **Material e Métodos**

47 O experimento foi conduzido no setor de Coturnicultura da Fazenda  
48 Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá – UEM, e o protocolo

49 experimental foi aprovado pelo Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em  
50 Experimentação da UEM (nº 6841070515).

### 51 **Ensaio de metabolismo**

52 Para a realização do ensaio de metabolismo, foram utilizados 175 machos, de 28  
53 dias de idade, alojados em bateria de gaiolas de arame galvanizado (20cm de largura x  
54 33cm de profundidade x 25cm de altura) dispendo de bebedouro tipo nipple e  
55 comedouro individual tipo calha. A metodologia foi de acordo com Sakomura &  
56 Rostagno (2007).

57 O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em um  
58 esquema fatorial 2x3+1 (duas reduções de energia metabolizável de 70 e 140 kcal/kg, e  
59 com inclusão ou não de duas enzimas xilanases A e B, mais um tratamento testemunha  
60 sem xilanase), totalizando sete tratamentos com cinco repetições e cinco codornas por  
61 unidade experimental.

62 Foi formulado um tratamento testemunha (Te) para atender as exigências  
63 nutricionais das aves sem a inclusão de enzima xilanase. As reduções de energia  
64 metabolizável e proteína bruta foram feitas a partir do tratamento testemunha.

65 As enzimas foram incluídas na quantidade de 100 g por tonelada de ração, com  
66 as valorizações das dietas a partir da matriz nutricional das enzimas, de acordo com o  
67 fabricante. A xilanase A tem origem do fungo *Trichoderma longibrachiatum*, de  
68 atividade mínima de 1500EPU/kg, e atividade secundária de celulase,  $\beta$ -glucanase,  $\alpha$ -  
69 amilase e protease. A xilanase B tem origem do fungo *Trichoderma reesei*, de atividade  
70 mínima de 16000BXU/kg. Ambas possuem atividade enzimática primária endo – 1,4  $\beta$ -  
71 xilanase.

72 As rações experimentais (Tabela 2) foram formuladas à base de milho e farelo  
73 de soja de acordo com os valores de composição química e energéticos dos alimentos  
74 obtidos por Rostagno et al. (2011).

75 Para atender as exigências nutricionais das codornas, foram adotadas as  
76 recomendações preconizadas por Scherer et al. (2011) para exigência de energia  
77 metabolizável, por Furlan et al. (2011) para atender à exigência de lisina digestível, por  
78 Otutumi et al. (2009) para atender a exigência de proteína bruta e por Silva et al. (2009)  
79 para atender as exigências de cálcio e fósforo disponível da ração.

80 O período experimental teve duração de 10 dias, sendo cinco dias de adaptação  
81 às gaiolas e ração e cinco dias de coleta total das excretas. Foi utilizado o método  
82 tradicional de coleta total de excretas, utilizando o óxido férrico (2%) como marcador  
83 do início e final do período de coleta.

84 As gaiolas foram forradas com bandejas revestidas por plásticos, devidamente  
85 identificadas, que foram removidas a cada coleta (intervalo de 12 horas) para a retirada  
86 das excretas.

87 As excretas, após serem coletadas, foram acondicionadas em sacos plásticos,  
88 devidamente identificadas por repetição e armazenadas em congelador após cada coleta.

89 No final do período experimental, foram descongeladas, homogeneizadas,  
90 pesadas e mantidas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, para a  
91 determinação da pré-secagem. Após a pré-secagem, foram moídas e realizadas análises  
92 químicas no Laboratório de Nutrição Animal da UEM/DZO, para determinar os teores  
93 de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN),  
94 conforme metodologia descrita por Silva & Queiroz (2005). A energia bruta (EB) das  
95 excretas e das rações foi determinada por meio de uma bomba calorimétrica adiabática  
96 (Parr Instruments Co.).

**Tabela 2.** Composição percentual e nutricional das rações experimentais de codornas de corte de 1 a 14 dias de idade.

<b>Tratamentos</b>	<b>Te</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>
<b>Ingredientes (%)</b>							
Farelo de Soja 46%	51,100	49,800	49,800	49,800	49,500	49,500	49,500
Milho	41,440	44,290	44,290	44,290	45,960	45,960	45,960
Óleo Vegetal	4,300	2,700	2,700	2,700	1,300	1,300	1,300
Fosfato Bicálcico	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920	0,920
Calcário 38% Ca	0,572	0,600	0,600	0,600	0,626	0,626	0,636
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Sal	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
DL-Metionina 99%	0,270	0,265	0,265	0,265	0,263	0,263	0,263
L-Lisina 98%	0,234	0,253	0,253	0,253	0,259	0,259	0,259
L-Treonina	0,148	0,146	0,146	0,146	0,146	0,146	0,146
Xilanase A	-	0,010	-	-	0,010	-	-
Xilanase B	-	-	0,010	-	-	0,010	-
Fitase	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Antioxidante <sup>2</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Peso Total	100	100	100	100	100	100	100
<b>Níveis Nutricionais</b>							
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.995	2.925	2.925	2.925	2.854	2.854	2.854
Proteína Bruta (%)	27,489	27,139	27,139	27,139	27,142	27,142	27,142
Extrato Etéreo (%)	6,639	5,165	5,165	5,165	3,855	3,855	3,855
Cálcio (%)	0,743	0,755	0,755	0,755	0,765	0,765	0,765
Fósforo Disponível (%)	0,425	0,425	0,425	0,425	0,426	0,426	0,426
Sódio (%)	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181	0,181
Lisina Digestível (%)	1,599	1,585	1,585	1,585	1,585	1,585	1,585
Met+Cis Digestível (%)	1,150	1,139	1,139	1,139	1,139	1,139	1,139
Treonina Digestível (%)	1,039	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025	1,025

<sup>1</sup>Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto): Vit. A - 1.700.000,000 UI; Vit.D3 - 483.333,333 UI; Vit.E - 3.500,00 UI; Vit.K3 - 533,333 mg; Vit.B1 - 500,000 mg; Vit.B2 - 1.000,000 mg; Vit.B6 -683,333 mg; Vit.B12 - 1.733,333 mcg; Niacina - 6.833,333 mg; Ácido Pantotênico - 5.000,000 mg; Ácido Fólico - 83,333 mg; Biotina - 500,000 mg; Colina - 26,100 g; Cobre - 1.666,667 mg; Ferro - 8,333,333 mg; Iodo - 200,000 mg; Manganês - 13,333 g; Selênio - 33,333 mg; Zinco - 10,000 g; B.H.T - 16,667 g; Metionina - 264,000 g; Salinomicina - 9.166,667 mg; <sup>2</sup>B.H.T (Butil Hidroxi Tolueno)

## 97 **Ensaio de desempenho**

98 Foram utilizadas 1575 codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp) não sexadas,  
99 alojadas em galpão convencional, disposto no sentido leste-oeste, dividido em 35  
100 “boxes” de 2,5 m<sup>2</sup>, com cobertura de telha francesa, piso de terra batida com cama de  
101 palha de arroz e paredes laterais de alvenaria com telas de arame até o telhado, providas  
102 de cortinas laterais.

103 O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em um  
104 esquema fatorial 2x3+1 (duas reduções de energia metabolizável de 70 e 140 kcal/kg e  
105 com inclusão ou não de duas enzimas xilanases A e B, mais um tratamento testemunha  
106 sem xilanase), totalizando sete tratamentos com cinco repetições e 45 codornas por  
107 unidade experimental.

108 As rações experimentais (Tabela 2) e as inclusões de enzimas foram as mesmas  
109 utilizadas para o Ensaio de metabolismo.

110 Durante todo o período experimental, a ração e a água foram fornecidas *ad*  
111 *libitum* para as aves.

112 Até o 7º dia de idade, os boxes foram providos de papelão corrugado sobrepondo  
113 a cama a fim de absorver a umidade. As codornas receberam ração em comedouros tipo  
114 bandeja e água em bebedouros tipo copo de pressão, que foram substituídos aos sete  
115 dias de idade por comedouros tubulares e bebedouros pendulares.

116 Foi utilizado um programa de luz de 24 horas, e o aquecimento foi por meio de  
117 campânulas elétricas com lâmpadas incandescentes até o 10º dia de idade. Após este  
118 período, o aquecimento foi alterado conforme as condições ambientais. A fim de evitar  
119 oscilações de temperatura e incidência de vento, foram utilizados círculos de proteção  
120 nos boxes até os 14 dias de idade.

121 Durante todo período experimental, as temperaturas e umidades no interior e  
122 fora do box foram registradas às 8 e 16 horas, por intermédio de termo-higrômetros,  
123 dispostos em dois pontos distintos do galpão (início e fim), sendo as temperaturas  
124 máxima de 34,1°C e mínima de 22,3°C.

125 Para avaliação de desempenho zootécnico, as codornas foram pesadas  
126 semanalmente e simultaneamente foram realizadas as pesagens das rações  
127 experimentais fornecidas para determinação do consumo de ração (g/ave), do peso  
128 corporal (g), do ganho de peso (g) e da conversão alimentar (g/g).

129 O ganho de peso foi determinado pela diferença entre os pesos final e inicial de  
130 cada unidade experimental e, o consumo de ração, pela diferença entre a ração fornecida  
131 e as sobras nos baldes e comedouros. A conversão alimentar foi obtida pela relação  
132 entre o consumo de ração e o ganho de peso das codornas.

133 Aos 14 dias de idade, foi retirada uma ave por unidade experimental,  
134 representativas do peso médio do lote ( $\pm 10\%$ ). Estas foram insensibilizadas via  
135 intravenosa pelo barbitúrico tiopental, sendo sacrificadas em seguida por deslocamento  
136 cervical e, posteriormente, foram coletados fragmentos do jejuno para análise  
137 morfométrica por meio de microscopia de luz. As amostras foram lavadas em solução  
138 salina, fixadas em solução de formalina tamponada (10%) e, posteriormente,  
139 desidratadas em série de concentrações crescentes de álcool, diafanizadas em xilol, e  
140 incluídas em parafina segundo metodologia de Beçak & Paulete (1976). Os cortes  
141 histológicos longitudinais e semi-seriados foram de sete  $\mu\text{m}$  de espessura e corados pelo  
142 método Hematoxilina-Eosina. A captura de imagens das lâminas foi realizada utilizando  
143 microscópio óptico Leica com sistema de captura de imagem (Moticam 5MP). Dez  
144 vilos e dez criptas por repetição foram mensurados, com objetiva de 4x para ambos, por  
145 meio do software Motic Images Plus (versão 2.0). A partir dos valores encontrados,

146 obteve-se a média por segmento intestinal de cada animal para: altura de vilo,  
147 profundidade de cripta e relação vilo:cripta.

148 A análise estatística dos dados foi realizada pelo software Sistema de Análises  
149 Estatísticas e Genética – SAEG (versão 9.1), da Universidade Federal de Viçosa – MG,  
150 de acordo com os modelos estatísticos apresentados a seguir:

$$151 Y_{ijk} = \mu + EM_i + ENZ_j + EMENZ_{ij} + e_{ijk} \quad (1)$$

152 e

$$153 Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad (2)$$

154 Em que:

155  $Y_{ijk}$  é a variável resposta relacionada ao nível de redução de energia  
156 metabolizável ( $i = 70$  kcal/kg e  $140$  kcal/kg) com as inclusões ou não de enzimas ( $j =$   
157 xilanase A, xilanase B e sem xilanase) na repetição ( $k = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ );

158  $\mu$  é a média geral;

159  $EM_i$  é o efeito das reduções de energia metabolizável ( $EM 1 = 70$  kcal/kg e  $EM$   
160  $2 = 140$  kcal/kg);

161  $ENZ_j$  é o efeito da inclusão ou não de enzima ( $ENZ 1 =$  xilanase A;  $ENZ 2 =$   
162 xilanase B e  $ENZ 3 =$  sem xilanase);

163  $EMENZ_{ij}$  é o efeito da interação energia metabolizável e enzimas;

164  $e_{ijk}$  é o erro aleatório associado a cada observação  $Y_{ijk}$ ;

165  $Y_{ij}$  é a variável resposta obtida no indivíduo  $j$ , recebendo tratamento  $i$ ;

166  $T_i$  é o efeito do tratamento adicional;

167  $e_{ij}$  é o erro experimental associado ao tratamento adicional.

168 Para o modelo um, os dados foram submetidos à análise de variância e quando  
169 houve interação significativa ( $P < 0,10$ ) entre as reduções de energia metabolizável e a  
170 adição de enzimas, os dados obtidos foram desdobrados e as médias comparadas pelo



171 teste de Tukey ( $P < 0,10$ ). No caso da interação não ser significativa, os efeitos dos  
172 fatores foram analisados de maneira isolada, sendo as reduções de energia  
173 metabolizável submetidas à análise de variância e teste de F ( $P < 0,10$ ), e as adições de  
174 enzimas à análise de variância e teste de Tukey ( $P < 0,10$ ).

175 Para o modelo dois, os dados foram submetidos à análise de variância e as  
176 médias comparadas pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ).

## 177 **Resultados e Discussão**

### 178 **Ensaio de metabolismo**

179 Na Tabela 3, encontram-se os coeficientes de metabolizabilidade de matéria seca  
180 (CMMS), de proteína bruta (CMPB), de fibra em detergente neutro (CMFDN), de  
181 energia bruta (CMEB) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de  
182 nitrogênio (EMAn) de codornas de corte alimentadas com dietas com reduções  
183 energéticas e suplementadas com xilanases.

184 Não houve interação ( $P = 0,0641$ ) entre as reduções de energia metabolizável  
185 (EM) e inclusão de xilanases para o CMMS. O teste de Dunnett não mostrou diferença  
186 ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos com o tratamento testemunha, o que indica que a  
187 absorção da matéria seca da dieta testemunha foi semelhante às dietas com reduções de  
188 EM e inclusão de xilanases. Efeito semelhante foi observado em dietas para codornas de  
189 corte suplementadas com xilanase e  $\beta$ -glucanase (Iwahashi et al., 2011) e frangos de  
190 corte suplementados com amilase, protease, xilanase e fitase (Barbosa et al., 2008).

**Tabela 3.** Coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), proteína bruta (CMPB), fibra em detergente neutro (CMFDN) e energia bruta (CMEB), e teores de energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) de codornas de corte alimentadas com reduções de energia metabolizável (EM) suplementadas com xilanases ou não.

Variáveis	Xilanases (100g/t)	Reduções de EM		Médias	Testemunha	Probabilidades			CV (%) <sup>1</sup>
		70 kcal/kg	140 kcal/kg			EM	Enzima	EM*ENZ	
CMMS (%)	A	68,85	66,08	67,47	66,93	0,3419	0,1052	0,0641	2,54
	B	66,15	66,67	66,41					
	SEM	65,56	66,02	65,79					
	Médias	66,85	66,26						
CMPB (%)	A	33,32 Aa	27,45 Aa		28,25	0,7668	0,5412	0,0008	17,89
	B	23,62 Bb	36,94*Ba						
	SEM	35,58 Aa	29,94 Aa						
CMFDN (%)	A	43,13*Aa	46,51*Aa		36,09	0,5331	0,0002	0,0348	9,92
	B	41,04 Aa	34,76 Bb						
	SEM	36,58 Aa	36,73 Ba						
CMEB (%)	A	74,69 Aa	71,74 Ba		73,81	0,0601	0,0730	0,0413	1,95
	B	72,18 Aa	72,47 Aa						
	SEM	71,89 Aa	71,50 Aa						
EMAn (kcal/kgMN)	A	2910,43	2788,11*	2849,27 A	2972,4	0,0007	0,0020	0,0545	1,62
	B	2829,37*	2775,46*	2802,41 AB					
	SEM	2777,02*	2757,58*	2767,30 B					
	Médias	2838,94 a	2773,72 b						

<sup>1</sup> Coeficiente de variação

\* Diferem do tratamento testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05)

A, B, a, b Médias seguidas de mesmas letras, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,10)

a, b Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha, diferem significativamente do teste de F (P<0,10)

191 O coeficiente de metabolizabilidade da matéria seca reflete a digestibilidade dos  
192 nutrientes, ou seja, um aumento indica maior absorção dos nutrientes de uma dieta  
193 (Barbosa et al., 2008), refletindo na melhora de desempenho. Dänicke et al. (1999)  
194 relataram melhora na digestibilidade da matéria seca devido à adição de xilanase às  
195 dietas, embora não tenham observado diferenças com relação ao peso médio e consumo  
196 de ração das aves. Zanella et al. (1999) observaram que a combinação enzimática  
197 melhorou em 1,95% a digestibilidade da matéria seca, em relação à dieta não  
198 suplementada. Utilizando triticales na dieta de frangos de corte, Furlan et al. (1997)  
199 também observaram melhora no CMMS com adição de enzimas exógenas.

200 Houve interação significativa ( $P=0,0008$ ) para os CMPB entre as reduções de  
201 EM e inclusão de xilanases, assim como para CMFDN e CMEB.

202 O teste de Dunnett demonstrou que para o CMPB a xilanase B suplementada na  
203 redução de 140 kcal/kg de EM foi maior que o tratamento testemunha ( $P<0,05$ ). Desta  
204 forma, a xilanase B foi eficaz em aumentar a digestibilidade da proteína,  
205 disponibilizando mais nutrientes para as enzimas endógenas atuarem, com consequência  
206 de melhor digestão e absorção dos nutrientes. Pesquisadores observaram que as  
207 pentosanas, quando solubilizadas no trato gastrointestinal, não só deprimem a  
208 disponibilidade dos nutrientes, mas também causam perda proteica endógena (Cleophas  
209 et al., 1995). Porém, tal fato não ocorreu neste experimento, já que os CMPB foram  
210 melhorados com a inclusão de xilanases, indicando que as enzimas atuaram na  
211 degradação das pentosanas.

212 O desdobramento da interação para CMPB mostrou que as aves que receberam  
213 dietas com redução de 70 kcal/kg de EM com inclusão de xilanase B obtiveram piores  
214 coeficientes em relação às aves que receberam redução de 140 kcal/kg de EM. A  
215 xilanase B se mostrou mais ativa em dieta de menor nível energético, resultando em seu

216 máximo aproveitamento e evidenciando seu efeito benéfico em melhorar a  
217 digestibilidade da proteína em rações à base de milho e farelo de soja. A qualidade da  
218 proteína do cereal também pode influenciar o funcionamento padrão de carboidrases ou  
219 proteases (Bao et al., 2013).

220 A adição da combinação de fitase com amilase, protease e xilanase melhoram a  
221 digestibilidade da proteína bruta (Barbosa et al., 2008), indicando que a combinação  
222 enzimática promove aumento na digestibilidade das proteínas. Zanella et al. (1999) e  
223 Bedford (1998) também observaram melhora nos coeficientes ileais de proteína. Já  
224 Meng & Slominski (2005), incluindo carboidrases em dietas para frangos de corte,  
225 verificaram que as enzimas não foram capazes de melhorar a digestibilidade da proteína  
226 em dieta à base de milho, provavelmente devido à baixa concentração de PNA's  
227 solúveis do milho. Apesar de não ter sido quantificada a concentração de PNA's  
228 solúveis do milho utilizado neste experimento, tal fato não corrobora os dados deste  
229 trabalho.

230 Utilizando níveis reduzidos de energia para poedeiras suplementadas com  
231 xilanase, Souza et al. (2012) verificaram que com 14 semanas de idade o coeficiente de  
232 metabolizabilidade da proteína bruta da dieta aumentou e houve melhora na retenção de  
233 nitrogênio, devido à suplementação de xilanase.

234 Avaliando o efeito de enzimas multi-carboidrase em dietas à base de milho e  
235 farelo de soja, Cowieson (2010) sugeriu uma melhoria consistente de 16% na porção da  
236 proteína não digerida, assumindo que resultou da liberação da estrutura da proteína  
237 (glicoproteína) do farelo de soja, em vez de partir da eliminação do efeito encapsulado  
238 da parede celular (Meng & Slominski, 2005).

239 Efeito adverso pode ser verificado em estudos com dietas à base de canola  
240 (Kocher et al., 2000; Meng & Slominski, 2005), suplementadas com xilanase, glucanase

241 e celulase, em que o maior nível de inclusão de canola resultou em mais produtos de  
242 hidrólise de PNA's, que possam influenciar a digestibilidade da proteína por frangos de  
243 corte. Portanto, a interação entre PNA solúvel e insolúvel e proteínas, tanto dos cereais  
244 quanto outras fontes de proteína, podem complicar o efeito da xilanase nos PNA's e  
245 digestibilidade da proteína (Bao et al., 2013).

246         Suplementando pentosanase, celulase e hemicelulase em dietas contendo triticales  
247 para frangos de corte, Furlan et al. (1997) não observaram melhoras nos CMPB,  
248 justificando que mais proteína foi excretada na medida em que o triticales substituiu o  
249 milho nas dietas, resultando em baixos CMPB.

250         O benefício do aumento da digestibilidade da proteína, promovida pela  
251 suplementação enzimática, está mais relacionado à redução da produção de aminoácidos  
252 endógenos, do que à melhor digestão dos aminoácidos da dieta (Wyatt & Bedford,  
253 1998). No entanto, tal benefício é maior em poupar o gasto energético, porque a ave  
254 gasta menos energia para realizar processos de digestão, o que resulta em mais energia  
255 disponível para processos produtivos.

256         O desdobramento da interação ( $P=0,0348$ ) dos CMFDN apresentou melhores  
257 valores com as dietas de redução de 140 kcal/kg com a suplementação de xilanase A em  
258 relação às dietas com e sem suplementação de xilanase B de mesma redução.

259         O teste de Dunnett demonstrou que a xilanase A, nas duas reduções de EM,  
260 apresentou valores diferentes da ração testemunha ( $P<0,05$ ), indicando a melhora no  
261 CMFDN.

262         A melhora no CMFDN comprova a eficácia das enzimas em disponibilizar  
263 nutrientes intracelulares contidos na parede vegetal, efeito ainda mais significativo  
264 ( $P<0,05$ ) para a xilanase A. Essa enzima, segundo o fabricante, possui atividade  
265 secundária de enzimas celulase,  $\beta$ -glucanase,  $\alpha$ -amilase e protease, indicando uma

266 maior disponibilização de nutrientes para as aves, conseqüentemente, maior absorção  
267 dos nutrientes. A hidrólise da parede celular foi verificada por Bedford (2000),  
268 incluindo xilanase e  $\beta$ -glucanase, liberando os nutrientes encapsulados da parede  
269 celular. Liberando esses nutrientes através das enzimas exógenas, os mecanismos de  
270 ação das enzimas endógenas são potencializados.

271 Em codornas de corte, Iwahashi et al. (2011) também observaram melhora  
272 significativa de 5% nos CMFDN com a suplementação de carboidrases. Em nível ileal,  
273 Brito et al. (2006) também observaram efeito significativo com a suplementação de  
274 carboidrases, um aumento de 10,60% para FDN. Pesquisando dietas de frangos de corte  
275 contendo triticale, Furlan et al. (1997) obtiveram melhor CMFDN ao suplementar  
276 carboidrases *on top*.

277 Tais fatos corroboram os dados deste experimento, em que a melhora foi de  
278 19,50%, quando adicionada xilanase A na dieta de redução de 70 kcal/kg de EM e  
279 28,87%, para dieta de redução de 140 kcal/kg de EM. Mediante a decomposição da  
280 fibra presente nas paredes celulares pela adição de enzimas, há uma facilitação ao  
281 acesso das enzimas endógenas aos nutrientes encapsulados dentro destas paredes ricas  
282 em fibra (Bedford, 1996; Bedford, 2000; Brito et al., 2008).

283 A suplementação de xilanases nos grãos de milho e de farelo de soja traz efeitos  
284 benéficos, que estão mais relacionados à ação sobre a parede celular vegetal e  
285 microflora intestinal ao invés da ação sobre a viscosidade do intestino (Cowieson,  
286 2005). O milho possui 9,34% de polissacarídeos não amiláceos totais, enquanto que o  
287 farelo de soja 29,02% (Malathi & Devegowda, 2001). Acredita-se que os componentes  
288 insolúveis dos polissacarídeos não amiláceos presentes no milho podem encapsular os  
289 nutrientes, que poderiam ser liberados pelas xilanases (Classen, 1996; Gracia et al.,  
290 2003).

291 O desdobramento da interação ( $P=0,0413$ ) dos CMEB demonstraram diferenças  
292 apenas para a redução de 140 kcal/kg de EM com xilanase A, promovendo uma  
293 interação fraca entre os fatores.

294 Os valores de EMAn foram influenciados pela inclusão de xilanases ( $P=0,0020$ )  
295 e reduções do nível energético ( $P=0,0007$ ). As aves que consumiram dietas com  
296 xilanase A obtiveram maior valor de EMAn (2849,27 kcal/kgMN), enquanto que o  
297 menor valor foi obtido sem xilanases (2767,30 kcal/kgMN). Em questão de redução  
298 energética, o maior valor foi obtido na redução de 70 kcal/kg (2838,94 kcal/kgMN) em  
299 relação a redução de 140 kcal/kg (2773,72 kcal/kgMN).

300 Em relação à EMAn, o teste de Dunnett demonstrou que apenas a xilanase A na  
301 redução de 70 kcal/kg de EM não diferiu ( $P>0,05$ ) do tratamento testemunha, enquanto  
302 que o restante dos tratamentos diferiram ( $P<0,05$ ). Tal fato indica que a atividade  
303 enzimática da xilanase A foi eficaz em melhorar a EM da ração, enquanto que a  
304 xilanase B pode ter sido mascarada devido a uma alta EM dos grãos da ração. Apesar de  
305 não terem sido avaliados os ingredientes, e sim a ração, os valores de EM do milho e do  
306 farelo de soja foram considerados de acordo com Rostagno et al. (2011).

307 As diferenças no efeito das enzimas sobre a energia dos alimentos ou dieta  
308 podem estar relacionadas com a quantidade de substrato para a enzima ou a  
309 disponibilidade de energia a partir do próprio ingrediente, ou ambos (Adeola &  
310 Cowieson, 2011). De acordo com Palander et al. (2005), a melhoria em energia a partir  
311 de grãos de cereais com suplementação de carboidrase pode ser mascarado quando o  
312 valor de energia do grão de cereal é grande. Da mesma forma, em Adeola et al. (2008),  
313 o estudo com carboidrases melhorou a EM em rações com reduzida energia, mas não  
314 em dietas com maior EM. Um efeito semelhante foi demonstrado por Zhou et al.

315 (2009), em que a melhoria no efeito da EMA de carboidrase tornou-se maior com uma  
316 diminuição na EMA da dieta controle.

317 Em questão de EMAn, as xilanases A e B foram capazes de fornecer energia  
318 suficiente para as aves, incrementaram 81,97 e 35,11 kcal/kg da EMAn das dietas,  
319 respectivamente. Para ambas as enzimas, a valorização esperada era de 70 kcal/kg na  
320 EM. Sendo assim, a xilanase A apresentou maior valorização em relação à xilanase B.  
321 Diante disto, a melhoria de EMA com inclusão de enzimas exógenas em dietas de baixa  
322 energia é evidente em relação às dietas com alta energia (Bao et al., 2013).

323 Trabalhando com dietas à base de milho e farelo de soja, com a inclusão de  
324 amilase, Gracia et al. (2003) observaram que a suplementação melhorou a  
325 digestibilidade do amido e a EMAn, melhorando o ganho de peso das aves. Kocher et  
326 al. (2002) observaram que a utilização de enzimas à base de carboidrases (hemicelulase,  
327 pectinase,  $\beta$ -glucanase e galactanase) aumentou a EMAn de dietas formuladas à base de  
328 milho e farelo de soja para frangos, de 34 a 38 dias de idade, e que o melhor  
329 aproveitamento da energia da dieta foi relacionado à maior produção de AGV nos cecos  
330 das aves, observada para os tratamentos que consumiram dietas suplementadas com  
331 enzimas. Porém, tal fato não pode ser observado neste trabalho.

332 A xilanase A em redução de 70 kcal/kg de EM melhorou o CMPB, enquanto que  
333 a xilanase B apresentou melhora na redução de 140 kcal/kg de EM. Para o CMFDN,  
334 ocorreu o contrário. A xilanase A disponibilizou mais energia para as aves, excedendo o  
335 esperado da valorização, que era de 70 kcal/kg de EM. Tal fato sugere que a inclusão de  
336 xilanase pode ser adotada em dietas com reduções de energia e à base de milho e farelo  
337 de soja, visando à melhora de disponibilidade de nutrientes presentes nesses cereais  
338 para, assim, potencializar a atuação das enzimas endógenas das aves.



**339 Ensaio de desempenho**

340 Na Tabela 4, são apresentados os resultados de desempenho da fase de 1 a 14  
341 dias de idade de codornas de corte, alimentadas com dietas com reduções de energia  
342 metabolizável de 70 kcal/kg e 140 kcal/kg e suplementadas com xilanases (A e B).

343 Não houve interação ( $P>0,10$ ) entre as reduções de energia metabolizável (EM)  
344 e a inclusão de enzimas xilanases para o desempenho das aves. Independentemente da  
345 suplementação das xilanases A, B ou sem inclusão, os parâmetros de peso corporal,  
346 ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar não foram influenciados  
347 ( $P>0,10$ ). Para as reduções de energia metabolizável (70 ou 140 kcal/kg) também não  
348 houve influência ( $P>0,10$ ), exceto para consumo de ração ( $P= 0,0782$ ).

349 Ao se comparar as médias de consumo de ração de cada tratamento com a média  
350 da testemunha (níveis adequados da exigência nutricional e sem xilanase) pelo teste de  
351 Dunnett, observa-se que o consumo de ração das aves que receberam os tratamentos de  
352 redução de 70 kcal/kg de EM foi semelhante ao das aves do tratamento testemunha  
353 ( $P>0,05$ ), independentemente da inclusão ou não de xilanases. Já as aves que receberam  
354 os tratamentos com redução de 140 kcal/kg de EM apresentaram consumo superior ao  
355 das aves do tratamento testemunha ( $P<0,05$ ), exceto para aquelas que receberam ração  
356 com xilanase B, para as quais o consumo de ração foi semelhante ao das aves do  
357 tratamento testemunha ( $P>0,05$ ). A EMAn encontrada no ensaio de metabolismo foi de  
358 2775,46 kcal/kgMN e a da testemunha foi de 2972,40 kcal/kgMN. Possivelmente essas  
359 aves não precisaram compensar a deficiência energética com aumento da ingestão.

**Tabela 4.** Peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de codornas de corte alimentadas com reduções de energia metabolizável (EM), suplementadas com xilanases ou não, na fase de 1 a 14 dias de idade.

Variáveis	Xilanase (100g/t)	Reduções de EM		Médias	Testemunha	Probabilidades			CV (%) <sup>1</sup>
		70 kcal/kg	140 kcal/kg			EM	Enzima	EM*ENZ	
PC (g)	A	88,29	89,14	88,71	87,00	1,0000	0,8447	0,6429	5,01
	B	87,71	88,86	88,28					
	SEM	88,70	86,45	87,57					
	Médias	88,23	88,15						
GP (g)	A	79,94	80,73	80,33	78,64	1,0000	0,8530	0,6306	5,48
	B	79,33	80,52	79,92					
	SEM	80,38	78,10	79,24					
	Médias	79,88	79,79						
CR (g)	A	152,42	155,85*	154,1	147,88	0,0782	0,5785	0,2342	2,95
	B	153,90	153,20	153,6					
	SEM	148,87	155,25*	152,1					
	Médias	151,73b	154,77a						
CA (g/g)	A	1,90	1,93	1,91	1,88	0,213	1,0000	0,1561	4,89
	B	1,94	1,90	1,92					
	SEM	1,85	1,99	1,92					
	Médias	1,90	1,94						

<sup>1</sup> Coeficiente de variação

\* Diferem do tratamento testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05)

<sup>a,b</sup> Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha, diferem significativamente do teste de F (P<0,10)

360 O consumo de ração é influenciado pelo nível energético da dieta, desta forma,  
361 Scherer et al. (2011), observaram que os níveis de EM influenciaram o consumo de  
362 ração de codornas de cortes para a mesma fase avaliada neste experimento. Houve  
363 efeito linear dos níveis de EM sobre o consumo de ração, que reduziu conforme  
364 aumentou o nível energético da dieta. Fato que corrobora os dados deste experimento,  
365 em que as aves submetidas a uma dieta de baixa redução energética não aumentaram o  
366 consumo de ração para compensar essa redução, enquanto que as aves submetidas a  
367 uma maior redução energética aumentaram o consumo para compensar a deficiência  
368 energética.

369 A redução de energia metabolizável em 70 kcal/kg não afetou significativamente  
370 o consumo de ração das aves, mesmo sem a utilização de xilanase. Por outro lado, a  
371 redução energética de 140 kcal/kg causou um aumento no consumo de ração.  
372 Resultados semelhantes foram observados por Iwahashi et al. (2011), que utilizaram  
373 uma redução de 120 kcal/kg na EM para codornas de corte alimentadas com rações à  
374 base de milho e farelo de soja, suplementadas com complexo enzimático. Porém,  
375 Barbosa et al. (2012), utilizando uma ração controle positivo e outra negativa, com ou  
376 sem suplementação de enzimas exógenas, para frangos de corte, verificaram que a  
377 redução de níveis energéticos diminui o consumo de ração em relação ao controle  
378 positivo, sem suplementação enzimática.

379 Avaliando os efeitos da suplementação de protease sobre o desempenho de  
380 codornas de corte, Torres et al. (2014) observaram que não houve diferença ( $P>0,05$ ) no  
381 consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar durante a fase inicial. Iwahashi  
382 et al. (2011) também observaram que não houve diferença ( $P>0,05$ ) no ganho de peso e  
383 conversão alimentar de codornas de corte de mesma idade (1 a 14 dias), mesmo  
384 trabalhando com dietas reduzidas de 2 e 4% de EM e aminoácidos.

385 Utilizando quatro inclusões de xilanase (0, 200, 400 e 600 g/ton), Schoulten et  
386 al. (2003) verificaram que a xilanase, em dose adequada, é efetiva em reduzir os efeitos  
387 negativos provocados pelos PNA's de uma dieta de alta viscosidade. Há também efeito  
388 positivo da xilanase em dietas de baixa viscosidade (Zanella et al., 1999; Iwahashi et al.,  
389 2011; Souza et al., 2012; Khoramabadi et al., 2014). Resultados semelhantes foram  
390 encontrados neste experimento, em que a xilanase foi efetiva em dieta à base de milho e  
391 farelo de soja, considerada de baixa viscosidade, no entanto, neste experimento não  
392 foram avaliadas as concentrações de PNA's. Foram utilizados dados da literatura  
393 (9,34% e 29,02% de polissacarídeos não amiláceos totais para o milho e farelo de soja,  
394 respectivamente, segundo Malathi & Devegowda, 2001).

395 O uso da enzima xilanase é capaz de melhorar a conversão alimentar das aves,  
396 possivelmente confirmando sua ação sobre a digestibilidade de nutrientes,  
397 principalmente no aumento de energia metabolizável (Conte et al., 2003). Apesar de não  
398 apresentar diferença significativa ( $P>0,05$ ), a conversão alimentar não foi prejudicada  
399 pela inclusão das xilanases. Pelos dados apresentados no ensaio de metabolismo, a  
400 xilanase A disponibilizou mais energia para as aves. A inclusão *on top* de enzimas  
401 exógenas na fase inicial das aves é de suma importância em razão da imaturidade do  
402 sistema enzimático das aves jovens (Barbosa et al., 2008).

403 A suplementação de enzimas exógenas é conhecida por produzirem respostas  
404 variadas mesmo quando adicionadas em dietas similares e animais de mesma idade  
405 (Officer, 2000). Bedford (2002) esclarece que a oferta de dietas que satisfaçam  
406 plenamente todos os nutrientes e a energia não dá oportunidade para que as enzimas  
407 demonstrem seu valor, reduzindo o tamanho da resposta esperada e, portanto,  
408 dificultando a sua detecção.

409 De maneira geral, os resultados obtidos no ensaio de desempenho das aves  
410 permitem afirmar que as enzimas xilanases A e B, em reduções de 70 e 140 kcal/kg de  
411 EM, foram eficientes em mantê-lo, sem prejudicá-lo. Sendo assim, a estratégia de  
412 utilizar enzimas exógenas e níveis nutricionais mais baixos em relação à exigência da  
413 ave pode ser adotada. A inclusão de enzimas exógenas na fase inicial de criação de  
414 codornas de corte permite um melhor aproveitamento dos nutrientes, favorecendo o  
415 sistema enzimático imaturo nesta fase.

### 416 **Morfometria do jejuno**

417 Na Tabela 5, são apresentados os valores médios da morfometria intestinal do  
418 segmento do jejuno de codornas de corte, de 14 dias de idade, alimentadas com dietas  
419 com reduções de energia metabolizável e suplementadas com xilanase A, B ou sem  
420 xilanase.

421 Não houve interação ( $P > 0,10$ ) entre as reduções de energia metabolizável (EM)  
422 e a inclusão de xilanases sobre a morfometria intestinal das aves. As alturas de  
423 vilosidades foram influenciadas pelas xilanases ( $P = 0,0013$ ), assim como a relação  
424 vilo:cripta ( $P = 0,0022$ ), enquanto que as reduções de EM não foram significativas  
425 ( $P = 0,8450$ ).

426 Quando as médias das variáveis analisadas foram comparadas ao tratamento  
427 testemunha, essas não foram significativas ( $P > 0,05$ ) pelo teste de Dunnett.

428 A altura das vilosidades das aves alimentadas com dieta sem inclusão de  
429 xilanase foi bem inferior às alturas de vilos das dietas com xilanases. Neste caso, as  
430 enzimas permitiram que as vilosidades expusessem uma maior altura. A exposição teve  
431 acréscimo quando a energia metabolizável foi reduzida, apesar de não diferir  
432 estatisticamente ( $P > 0,10$ ).

**Tabela 5.** Altura de vilo (AV), profundidade de cripta (PC) e a relação vilo:cripta (V:C) do jejuno de codornas de corte alimentadas com reduções de energia metabolizável (EM), suplementadas com xilanases ou não, na idade de 14 dias.

Variáveis	Xilanase (100g/t)	Reduções de EM		Médias	Testemunha	Probabilidades			CV (%) <sup>1</sup>
		70 kcal/kg	140 kcal/kg			EM	Enzima	EM*ENZ	
AV (µm)	A	446,14	532,21	489,17 A					
	B	468,88	504,42	486,65 A	412,51	0,1152	0,0013	0,6633	16,28
	SEM	337,93	362,27	350,10 B					
	Médias	417,65	466,3						
PC (µm)	A	78,66	82,04	80,35					
	B	80,34	83,38	81,86	80,02	0,1434	0,8450	0,4204	13,84
	SEM	71,42	85,83	78,62					
	Médias	76,81	83,75						
V:C (µm)	A	5,65	6,47	6,06 A					
	B	5,94	6,08	6,01 A	5,38	0,7440	0,0022	0,2652	15,07
	SEM	4,82	4,22	4,52 B					
	Médias	5,47	5,59						

<sup>1</sup> Coeficiente de variação

<sup>A,B</sup> Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,10)

433 A relação vilosidade sem inclusão de xilanase foi estatisticamente inferior  
434 quando comparada com as xilanases A e B.

435 O trato gastrointestinal sofre grandes mudanças no pós-eclosão, como maturação  
436 funcional do intestino, as quais envolvem mudanças morfológicas e fisiológicas que  
437 proporcionam um aumento na área de superfície de digestão e de absorção (Maiorka et  
438 al., 2002).

439 As alterações no intestino com a presença de enzimas exógenas nas dietas  
440 tendem a ser pequenas, porém, frequentemente são observadas, não somente na redução  
441 no tamanho do intestino e/ou liberação de enzimas endógenas, mas também no aumento  
442 dos vilos (Yang et al., 2008).

443 Uma forma do metabolismo animal responder a uma melhor absorção de  
444 nutrientes do alimento ingerido seria um maior desenvolvimento do intestino delgado,  
445 ou seja, quanto maior o seu comprimento mais extensa é a área de exposição dos  
446 nutrientes às células absorptivas, resultando em melhor utilização dos nutrientes para  
447 formação de músculos (Gomes et al., 2007).

448 O desenvolvimento da mucosa intestinal consiste no aumento da altura ou  
449 densidade dos vilos, o que corresponde a um maior número de células epiteliais  
450 (enterócitos, células caliciformes e enteroendócrinas) e, conseqüentemente, de um  
451 acréscimo na capacidade digestiva e absorptiva do intestino (Uni et al., 2000). Sendo  
452 assim, quanto maior a altura dos vilos, maior será a capacidade de absorção dos  
453 nutrientes. A diminuição dessa altura pode ocorrer por diminuição na taxa de  
454 proliferação e/ou aumento na taxa de extrusão (Macari, 1995).

455 O intestino delgado desenvolve rapidamente após a eclosão, demonstrando a  
456 importância deste órgão para as aves neonatas. Este rápido crescimento dos órgãos do

457 trato gastrointestinal atinge um pico entre três e sete dias, e declina em seguida (Iji et  
458 al., 2001).

459 A presença de nutrientes no lúmen é fator estimulante no crescimento dos vilos e  
460 das criptas (Maiorka et al., 2002). As maiores alturas de vilosidades foram mensuradas  
461 na presença de xilanases, indicando, possivelmente, uma maior disponibilização de  
462 nutrientes, conseqüentemente uma melhora na capacidade digestiva e absorção do  
463 intestino. Desta forma, a alteração da morfometria do jejuno influenciou o consumo de  
464 ração das aves, já que as aves que receberam xilanases apresentaram maiores consumos.

465 Quanto maior a relação de altura de vilo:profundidade de cripta, melhor será a  
466 absorção de nutrientes e menores serão as perdas energéticas com a renovação celular.

467 Desta forma, as melhores relações de vilo:cripta foram para as dietas com  
468 inclusão de xilanase, independentemente de qual xilanase foi suplementada, indicando a  
469 eficácia da enzima em melhorar as condições epiteliais.

470 A morfometria do intestino delgado, mais especificamente o jejuno, demonstrou  
471 melhora na altura de vilosidades e relação vilo:cripta para codornas de corte de 14 dias  
472 de idade, comprovando o benefício do uso de enzimas exógenas em melhorar a  
473 morfometria de intestino e, conseqüentemente, melhorar o desempenho das aves.

474

### **Conclusões**

475 A suplementação de xilanase A, com redução de 70 e 140 kcal/kg de EM, pode  
476 ser utilizada com eficácia em dietas à base de milho e farelo de soja para codornas de  
477 corte, de 1 a 14 dias de idade, sobre o desenvolvimento da mucosa intestinal e  
478 desempenho zootécnico.



**Referências**

479

480 ADEOLA, O.; BEDFORD, M.R. Exogenous dietary xylanase ameliorates viscosity-  
481 induced anti-nutritional effects in wheat-based diets for White Pekin ducks (*Anas*  
482 *platyrinchos domesticus*). **British Journal of Nutrition**, v.92, p.87–94, 2004.

483 ADEOLA, O.; COWIESON, A.J. Opportunities and challenges in using exogenous  
484 enzymes to improve non-ruminant animal production. **Journal Animal Science**, v. 89,  
485 p. 3189-3218, 2011.

486 ADEOLA, O.; SHAFER, D.J.; NYACHOTI, C.M. Nutrient and energy utilization in  
487 enzyme-supplemented starter and grower diets for White Pekin ducks. **Poultry Science**,  
488 v. 87, p. 255-263, 2008.

489 ARAÚJO, E.S.; SOARES, L.H.B.; ALVES, B.J.R.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S.  
490 S. Balanço energético da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) para produção de  
491 biodiesel. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE AGROENERGIA E  
492 BIOCOMBUSTÍVEIS, 1., 2007, Teresina. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 143).  
493 Disponível em: <<http://www.cpamn.embrapa.br/agrobioenergia/trabalhos/004.PDF>>  
494 Acesso em: 18/11/15.

495 BAO, Y.M.; ROMERO, L.F.; COWIESON, A.J. Functional patterns of exogenous  
496 enzymes in different feed ingredients. **World's Poultry Science Journal**, v.69, p. 759-  
497 774, 2013.

498 BARBOSA, N. A. A.; SAKOMURA, N. K.; FERNANDES, J. B. K.; DOURADO, L.  
499 R. B. Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em  
500 frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 6, p. 755-762, 2008.

501 BARBOSA, N.A.A.; SAKOMURA, N.K.; BONATO, M.A.; HAUSCHILD, L.;  
502 OVIEDO-RONDON, E. Enzimas exógenas em dietas de frangos de corte: desempenho.  
503 **Ciência Rural**, v.42, n.8, p.1497-1502, 2012

504 BARLETTA, A. Introduction: Current Market and Expected Developments. In:  
505 BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm nutrition**. Londres: Cab  
506 International, 2011. p.1-11.

- 507 BEÇAK, W.; PAULETE, J. **Técnicas de citologia e histologia**. Livros Técnicos e  
508 Científicos, Rio de Janeiro, 1976. 305p.
- 509 BEDFORD, M.R. The effects of enzymes on digestion. **The Journal of Applied**  
510 **Poultry Research**, v. 5, p. 370–378, 1996.
- 511 BEDFORD, M.R. Mechanisms of action and potential nutritional benefits from feed  
512 enzymes. In: FEED ENZYMES-REALIZING THEIR POTENTIAL IN CORN/SOYA  
513 BASED POULTRY DIETS, 1998, Atlanta, G.A. **Proceedings...** p.12.
- 514 BEDFORD, M.R. Exogenous enzymes in monogastric nutrition-their current value and  
515 future benefits. **Animal Feed Science and Technology**, v. 86, p. 1-13, 2000.
- 516 BEDFORD, M.R. The role of carbohydrases in feedstuff digestion. In: McNAB, J.M.;  
517 BOORMAN, K.N. (eds) **Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive**  
518 **Value**. CABI Publishing, Wallingford, UK, 2002, p. 319–336.
- 519 BRITO, C.O.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.S.; GOMES, P.C.; CARVALHO,  
520 D.C. O.; CORASSAL, A. Adição de complexo multienzimático em dietas a base de  
521 soja extrusada: valores energéticos e digestibilidade de nutrientes em pintos de corte.  
522 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n. 3, p.1047-1055, 2006.
- 523 BRITO, M.S.; OLIVEIRA, C.F.S.; SILVA, T.R.G.; LIMA, R.B.; MORAIS, S.N.;  
524 SILVA, J.H.V. Polissacarídeos não amiláceos na nutrição de monogástricos – revisão.  
525 **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.111-117, 2008.
- 526 CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, presente and future, In: **World's**  
527 **Poultry Science Journal**, v.62, n.1, p-5-16, 2006.
- 528 CLEÓPHAS, G.M.L.; Van HARTINGSVELDT, W.; SOMERS, W.A.C. Enzymes can  
529 play an important role in poultry nutrition. **Word Poultry Science**, v. 11, n. 4, p. 12-15,  
530 1995.
- 531 CONTE, A.J.; TEIXEIRA, A.S.; BERTECHINI, A.G.; FIALHO, E.T.; MUNIZ, J.A.  
532 Efeito da fitase e xilanase sobre a energia metabolizável do farelo de arroz integral em  
533 frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 6, p. 1289-1296, 2002.

- 534 COWIESON, A.J. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. **Animal**  
535 **Feed Science and Technology**, v. 119, p. 293–305, 2005.
- 536 COWIESON, A. J.; HRUBY, M.; PIERSON, E. E. M. Evolving enzyme technology:  
537 Impact on commercial poultry nutrition. **Nutrition Research Reviews**, v. 19, n. 1, p. 1-  
538 15, 2006a.
- 539 COWIESON, A.J. Strategic selection of exogenous enzymes for corn/soy-based diets.  
540 **Journal of Poultry Science**, v. 47, p. 1-7, 2010.
- 541 DÄNICKE, S.; VAHJEN, W.; SIMON, O.; JEROCH, H. Effects of dietary fat type and  
542 xylanase supplementation to rye-based broilers diets on selected bacterial groups  
543 adhering to the intestinal epithelium, on transit time of feed and on nutrient digestibility.  
544 **Poultry Science**, v. 78, p. 1292- 1299, 1999.
- 545 DUSEL, G.; KLUGE, H.; JEROCH, H. Xylanase supplementation of wheat-based  
546 rations for broilers: influence of wheat characteristics. **The Journal of Applied Poultry**  
547 **Research**, v. 7, p. 119-131, 1998.
- 548 FISCHER, G.; MAIER, J.C.; RUTZ, F.; BERMUDEZ, V.L. Desempenho de frangos de  
549 corte alimentados com dietas a base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de  
550 enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.402-410, 2002.
- 551 FREITAS, F. B.; ZANELLA, I.; D'ÁVILA CARVALHO, A.; SOUZA, J. F.; RABER,  
552 M. R.; FRANCO, S.S . Avaliação de complexo multienzimático em dietas com níveis  
553 crescentes de trigo para poedeiras: ensaio de desempenho. **Ars Veterinária**, v.20, n.2,  
554 p. 136-143, 2004.
- 555 FURLAN, A.C.; FRAIHA, M.; MURAKAMI, A.E. Utilização de complexo  
556 multienzimático em dietas de frangos de corte contendo triticales, ensaio de  
557 digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.759-764, 1997.
- 558 FURLAN, A. C.; TON, A.P.S.; MARCATO, S. M.; POZZA, P. C.; ZANCANELLA,  
559 V.; GRIESER, D. O.; PASQUETTI, T.J. . Reducción de niveles proteicos y lisina  
560 digestible para codornices de engorde. In: 34° Congresso Argentino de Producción  
561 Animal-1st Joint Meeting AAPA-ASAS, 2011, Mar del Plata. **Annales** 34° Congresso  
562 Argentino de Producción Animal-1st Joint Meeting AAPA-ASAS. Mar Del Plata, 2011.

- 563 GOMES, J.D.F.; PUTRINO, S.M.; MARTELLI, M.R.; MARTINELLI, M.R.; ISHI,  
564 M.P.; SOBRAL, P.J.A.; FUKUSHIMA, R.S. Morfologia de órgãos digestivos de suínos  
565 de linhagens modernas durante as fases de crescimento, terminação e pós-terminação.  
566 **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 29, n.3, p. 261-266, 2007.
- 567 GRACIA, M.I.; ARANIBAR, M.J.; LAZARO, R.; MEDEL, P.; MATEOS, G.G.  $\alpha$ -  
568 amilase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, v.82, p.436-  
569 442, 2003.
- 570 IJI, P. A.; SAKI, A.; TIVEY, D. R. Body and intestinal growth of broiler chicks on a  
571 commercial starter diet. 1. Intestinal weight and mucosal development. **British Journal**  
572 **of Poultry Science**, v. 42, p. 505-513, 2001.
- 573 IWAHASHI, A.S.; FURLAN, A.C.; SCHERER, C.; TON, A.P.S.; SCAPINELLO, C.  
574 Utilização de complexo enzimático em rações para codornas de corte. **Acta**  
575 **Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 3, p. 273-279, 2011.
- 576 KOCHER, A.; CHOCT, M.; PORTER, M.; BROZ, J. The effects of enzyme addition  
577 to broiler diets containing high concentrations of canola or sunflower meal. **Poultry**  
578 **Science**, v.79, p. 1767-1774, 2000.
- 579 KOCHER A.; CHOCT, M.; PORTER, M.D.; BROZ, J. Effects of feed enzymes on  
580 nutritive value of soybean meal fed to broilers. **British Poultry Science**, v. 43, p. 54-  
581 63, 2002.
- 582 KHORAMABADI, V.; AKBARI, M.R.; KHAJALI, F.; NOORANI, H.;  
583 RAHMATNEJAD, E. Influence of xylanase and vitamin A in wheat-based diet on  
584 performance, nutrients digestibility, small intestinal morphology and digesta viscosity in  
585 broiler chickens. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 36, n. 4, p. 379-384, 2014.
- 586 MACARI, M. Mecanismos de proliferação e reparação da mucosa gastrointestinal em  
587 aves. In: SIMPÓSIO DE COCCIDIOSE E ENTERITE, 1, 1995, Campinas. **Anais...**  
588 **Campinas**, 1995.
- 589 MAIORKA, A.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa  
590 intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZÁLES, E. (ed.). **Fisiologia**  
591 **Aviária: Aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. p.113-123.

- 592 MALATHI, V.; DEVEGOWDA, G. *In Vitro* evaluation of nonstarch polysaccharide  
593 digestibility of feed ingredients by enzymes. **Poultry Science**, v. 80, n. 3, p.302-305,  
594 2001.
- 595 MATHLOUTHI, N.; LALLÈS, J. P.; LEPERCQ, P.; JUSTE, C.; LARBIER, M.  
596 Xylanase and  $\beta$ -glucanase supplementation improve conjugated bile acid fraction in  
597 intestinal contents and increase villus size of small intestine wall in broiler chickens fed  
598 a rye-based diet. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2773–2779, 2002.
- 599 MENG, X.; SLOMINSKI, B.A. Nutritive values of corn, soybean meal, canola meal,  
600 and peas for broiler chickens as affected by a multicarbohydrase preparation of cell wall  
601 degrading enzymes. **Poultry Science**, v. 84, p. 1242-1251, 2005.
- 602 OFFICER, D.I. Feed Enzymes. In: D’MELLO, I.D.; FELIX, J.P. (Ed) **Farm**  
603 **Metabolism and Nutrition**: Critical Review. UK: Wallingford, 2000, p.405-426.
- 604 OLIVEIRA, E. G. **Avaliação do desempenho, rendimento de carcaça e das**  
605 **características químicas e sensoriais de codornas para corte**. Botucatu, SP, 2001.  
606 p.96. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista.
- 607 OTUTUMI, L.K.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. Efeito do probiótico sobre o  
608 desempenho, rendimento de carcaça e exigências nutricionais de proteína bruta de  
609 codornas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.299-306, 2009.
- 610 PALANDER, S.; NASI, M.; JARVINEN, S. Effect of age of growing turkeys on  
611 digesta viscosity and nutrient digestibility of maize, wheat, barley and oats fed as such  
612 or with enzyme supplementation. **Archives of Animal Nutrition**, v. 59, p. 191-203,  
613 2005.
- 614 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.L.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA,  
615 R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas**  
616 **brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**.  
617 3. ed. Viçosa:UFV, 2011. 252p.
- 618 SAEG - Sistema para Análises Estatísticas, **Versão 9.1**: Fundação Arthur Bernardes -  
619 UFV - Viçosa, 2007.

- 620 SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de**  
621 **monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.
- 622 SOUZA, K.M.R.; FARIA, D.E.; NAKAGI, V.S.; CARÃO, A.C.P.; PACHECO,  
623 B.H.C.; TREVISAN, R.B.; GOMES, G.A . Metabolizable energy values of diets  
624 supplemented with xylanase determined with laying hens. **Revista Brasileira de**  
625 **Zootecnia**, v. 41, n. 12, p. 2433-2440, 2012.
- 626 SCHERER, C.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N.; SCAPINELLO, C.; TON, A.P.S.  
627 Exigência de energia metabolizável de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de  
628 idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2496-2501, 2011.
- 629 SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B.; FREITAS, R.T.F.;  
630 CONTE, A.J.; SILVA, H.O. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração  
631 contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 6, p.1380-  
632 1387, 2003.
- 633 SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S.; MARTINS, E.N.; SCHERER, C.;  
634 MURAKAMI, A.E. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em  
635 crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1509-1517, 2009.
- 636 SILVA, D.J.; QUEIROZ, J.S. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**.  
637 3. ed. Viçosa: UFV, 2005. 235p.
- 638 TORRES, E.C.; PARIZIO, F.A.S.; LANA, S.R.V.; LANA, G.R.Q.; LANA, A.M.Q.;  
639 CUNHA, T.M.R.; FERREIRA, T.S.; SANTOS, L.C.S. Desempenho de codornas  
640 européias alimentadas com dietas contendo suplementação de protease. In: XXIV  
641 CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2014, Vitória. **Anais...** Vitória:  
642 Universidade Federal do Espírito Santo, 2014. CD-ROOM.
- 643 TEIXEIRA, M. **Anátomo-clínica e biologia em frangos de corte experimentalmente**  
644 **infectados com *eimeria acervulina* e suplementados com betaína**. 2007. 60f. Tese  
645 (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
646 Seropédica, RJ.

- 647 UNI, Z.; ZAIGER, G.; GAL-GARBER, O.; PINES, M.; ROZENBOIM, I.; REIFEN, R.  
648 Vitamin A deficiency interferes with proliferation and maturation of cells in the  
649 chickens small intestine. **British Poultry Science**, v.41, n.4, p.410-415, 2000.
- 650 WYATT, C.L.; BEDFORD, M.R. O uso de enzimas nutricionais para maximizar a  
651 utilização de nutrientes pelo frango de corte em dietas à base de milho: recentes  
652 progressos no desenvolvimento e aplicações práticas. In: SEMINÁRIO TÉCNICO  
653 FINNFEEDS, 1998, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Finnfeeds, 1998, p.2-12.
- 654 YANG, Y.; IJI, P.A.; KOCHER, A.; MIKKELSEN, L.L.; CHOCT, M. Effects of  
655 xylanase on growth and gut development of broiler chickens given a wheat-based diet.  
656 **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.21, n.11, p.1659-1664, 2008.
- 657 ZANELLA, I.; SAKOMURA, N.K.; SILVERSIDES, F.G. Effect of enzyme  
658 supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, v.78,  
659 n.4, p.561-568, 1999.
- 660 ZHOU, Y.; JIANG, Z.; LV, D.; WANG, T. Improved energy-utilizing efficiency by  
661 enzyme preparation supplement in broiler diets with different metabolizable energy  
662 levels. **Poultry Science**, v.88, p.316-322, 2009.

#### **IV- Utilização de xilanases para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade**

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da suplementação de duas xilanases em dietas com reduções de energia metabolizável para codornas de corte. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3+1 (duas reduções de energia metabolizável – 70 e 140 kcal/kg, e inclusão ou não de duas xilanases- A e B, mais um tratamento testemunha sem xilanase), totalizando sete tratamentos com cinco repetições. No ensaio de desempenho, não houve interação ( $P>0,10$ ) entre as reduções de energia e inclusão de enzimas para as características avaliadas de desempenho, morfometria do jejuno e rendimento de carcaça. As reduções energéticas influenciaram o consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar, observando melhores médios para redução de 70 kcal/kg. Para morfometria do jejuno, as xilanases aumentaram a altura de vilo e relação vilo:cripta. Conclui-se que a xilanase A é eficaz em reduções energéticas em dietas à base de milho e farelo de soja para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.

Termos para indexação: carboidrases, coturnicultura, energia, enzimas, rendimento de carcaça



#### **IV- Xylanase inclusion for meat type quails from 15-35 days of age**

**Abstract** - The objective of this study was to evaluate the effect of supplementation of two xylanase in diet for meat quails. The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement 2x3+1 (two metabolizable energy reduction – 70 and 140 kcal/kg, with or without inclusion of two xylanases – A and B, plus a control treatment without xylanase), totaling seven treatments with five replicates. In performance assay, there was no interaction ( $P>0.10$ ) between energy reduction and adding enzymes for performance characteristics evaluated, jejune morphometry and carcass yield. Energy reductions influenced feed intake, weight gain and feed conversion, with the best average reduction of 70 kcal/kg. For jejune morphometry, xylanases increased villus height and villus:crypt. It is concluded that xylanase A is effective in energy reductions on corn and soybean meal diets for quails from 15 to 35 days old.

Index terms: carbohydrases, carcass yield, energy, enzymes, quail production

## 1 **Introdução**

2 Desde o final da década de 80, as enzimas têm desempenhado um papel  
3 importante em ajudar a melhorar a eficiência de produção de carnes e ovos, alterando o  
4 perfil nutricional dos ingredientes da ração. A inclusão de enzimas exógenas na dieta  
5 permite que o animal extraia mais nutrientes dos alimentos e assim melhore a eficiência  
6 alimentar. Além disso, proporciona ao produtor uma maior flexibilidade no tipo de  
7 matéria-prima que pode ser utilizada com segurança na formulação de ração, além de  
8 desempenhar um papel fundamental na redução do impacto negativo da produção  
9 animal sobre o ambiente, diminuindo a excreção de resíduos contaminantes (Barletta,  
10 2011).

11 A codorna é uma excelente alternativa para a alimentação humana, pois pode ser  
12 utilizada tanto para produção de ovos como para produção de carne, que é aceita  
13 universalmente por ser um produto de excelente qualidade e rica em aminoácidos  
14 essenciais (Fugikura, 2002). Sua eficiência de produção pode ser melhorada com a  
15 inclusão de aditivos alimentares, mais especificamente enzimas exógenas (Iwahashi et  
16 al., 2011; Cunha et al., 2014; Torres et al., 2014).

17 Atualmente, no mercado, existem enzimas destinadas a dietas à base de grãos  
18 viscosos (trigo, cevada e triticale) e grãos não viscosos (milho e farelo de soja). Em  
19 geral, as enzimas são utilizadas na alimentação animal com dois objetivos bem  
20 definidos: complementar as enzimas que são produzidas pelo próprio animal em  
21 quantidades insuficientes (amilases e proteases) e fornecer aos animais enzimas que não  
22 são sintetizadas (celulases). Com essas práticas, há redução dos efeitos negativos  
23 causados pelos polissacarídeos não amiláceos (Fischer et al., 2002). Segundo Choct  
24 (2006), os polissacarídeos não amiláceos, na dieta de animais não ruminantes, têm uma  
25 atividade antinutricional, a qual reduz a utilização de nutrientes.

26 Uma dieta de alta viscosidade, à base de trigo e cevada, possui elevados níveis  
27 de polissacarídeos não amiláceos (PNA's) solúveis que aumentam a viscosidade  
28 intestinal, prejudicando o desempenho das aves (Choct, 2006; Cowieson et al., 2006). A  
29 suplementação de enzima exógena, como a xilanase, beneficia a diminuição da  
30 viscosidade intestinal, com consequente aumento na taxa de difusão dos nutrientes do  
31 lúmen para a corrente sanguínea (Bach Knudsen, 2001). A enzima cliva as longas  
32 cadeias de polissacarídeos, reduzindo sua capacidade de formar o gel. Além do que,  
33 age sobre a parede celular vegetal, disponibilizando nutrientes encapsulados, e  
34 modificam a microflora intestinal (Choct, 2006).

35 Até pouco tempo, afirmava-se que dietas à base de milho e farelo de soja não  
36 poderiam ser melhoradas pela adição de enzimas (Fischer et al., 2002). Porém, são  
37 datadas pesquisas (Zanella et al., 1999; Fischer et al., 2002; Iwahashi et al., 2011) que  
38 comprovam que a suplementação com diversas combinações de enzimas tem efeitos  
39 positivos. A suplementação de carboidrases nesses grãos traz efeitos benéficos que  
40 estão mais relacionados à ação sobre a parede celular vegetal e microflora intestinal ao  
41 invés da ação sobre a viscosidade do intestino (Cowieson, 2005).

42 Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho (peso corporal,  
43 ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar), rendimento de carcaça e  
44 morfometria intestinal de codornas de cortes, de 15 a 35 dias de idade, alimentadas com  
45 dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com duas enzimas xilanases e  
46 reduções de energia metabolizável.

## 47 **Material e Métodos**

48 O experimento foi conduzido no setor de Coturnicultura da Fazenda  
49 Experimental de Iguatemi na Universidade Estadual de Maringá – UEM, e o protocolo

50 experimental foi aprovado pelo Comitê de Conduta Ética no Uso de Animais em  
51 Experimentação da UEM (nº 6841070515).

52 Foram utilizadas 1490 codornas de corte (*Coturnix coturnix* sp) de 15 a 35 dias  
53 de idade não sexadas, alojadas em galpão convencional, disposto no sentido leste-oeste,  
54 dividido em 35 “boxes” de 2,5 m<sup>2</sup>, com cobertura de telha francesa, piso de terra batida  
55 com cama de palha de arroz e paredes laterais de alvenaria com telas de arame até o  
56 telhado, providas de cortinas laterais.

57 O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em um  
58 esquema fatorial 2x3+1 (duas reduções de energia metabolizável de 70 e 140 kcal/kg e  
59 com inclusão ou não de duas enzimas xilanases A e B, mais um tratamento testemunha  
60 sem xilanase), totalizando sete tratamentos com cinco repetições e cinco codornas por  
61 unidade experimental.

62 Foi formulado um tratamento testemunha (Te) para atender às exigências  
63 nutricionais das aves sem a inclusão de enzima xilanase. As reduções de energia  
64 metabolizável e proteína bruta foram feitas a partir do tratamento testemunha.

65 As enzimas foram incluídas na quantidade de 100 g por tonelada de ração, com  
66 as valorizações das dietas a partir da matriz nutricional das enzimas. A xilanase A tem  
67 origem do fungo *Trichoderma longibrachiatum*, de atividade mínima de 1500EPU/kg, e  
68 atividade secundária de celulase,  $\beta$ -glucanase,  $\alpha$ -amilase e protease. A xilanase B tem  
69 origem do fungo *Trichoderma reesei*, de atividade mínima de 16000BXU/kg. Ambas  
70 possuem atividade enzimática primária endo – 1,4  $\beta$ -xilanase.

71 As rações experimentais (Tabela 6) foram formuladas à base de milho e farelo  
72 de soja de acordo com os valores de composição química e energética dos alimentos  
73 obtida por Rostagno et al. (2011).

**Tabela 6.** Composição percentual e nutricional das rações experimentais de codornas de corte de 15 a 35 dias de idade.

<b>Tratamentos</b>	<b>Te</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>
<b>Ingredientes (%)</b>							
Milho	54,340	57,190	57,190	57,190	57,290	57,290	57,290
Farelo de Soja 46%	39,700	38,400	38,400	38,400	37,900	37,900	37,900
Farelo de Trigo	-	-	-	-	1,400	1,400	1,400
Óleo Vegetal	2,600	1,000	1,000	1,000	-	-	-
Fosfato Bicálcico	0,960	0,960	0,960	0,960	0,940	0,940	0,940
Suplemento mineral e vitamínico <sup>1</sup>	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600	0,600
Calcário 38% Ca	0,495	0,523	0,523	0,523	0,533	0,533	0,543
L-Lisina 98%	0,393	0,412	0,412	0,412	0,420	0,420	0,420
Sal	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
DL-Metionina 99%	0,302	0,298	0,298	0,298	0,296	0,296	0,296
L-Treonina	0,194	0,191	0,191	0,191	0,195	0,195	0,195
Xilanase A	-	0,010	-	-	0,010	-	-
Xilanase B	-	-	0,010	-	-	0,010	-
Fitase	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Antioxidante <sup>2</sup>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Peso Total	100	100	100	100	100	100	100
<b>Níveis Nutricionais</b>							
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3.035	2.964	2.964	2.964	2.894	2.894	2.894
Proteína Bruta (%)	23,506	23,155	23,155	23,155	23,158	23,158	23,158
Extrato Etéreo (%)	5,318	3,844	3,844	3,844	2,912	2,912	2,912
Cálcio (%)	0,695	0,707	0,707	0,707	0,707	0,707	0,707
Fósforo Disponível (%)	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,181	0,181	0,181
Lisina Digestível (%)	1,450	1,437	1,437	1,437	1,437	1,437	1,437
Met+Cis Digestível (%)	1,090	1,080	1,080	1,080	1,078	1,078	1,078
Treonina Digestível (%)	0,943	0,928	0,928	0,928	0,929	0,929	0,929

<sup>1</sup>Suplementação vitamínica/mineral (níveis de garantia por kg do produto): Vit. A - 1.700.000,000 UI; Vit.D3 - 483.333,333 UI; Vit.E - 3.500,00 UI; Vit.K3 - 533,333 mg; Vit.B1 - 500,000 mg; Vit.B2 - 1.000,000 mg; Vit.B6 - 683,333 mg; Vit.B12 - 1.733,333 mcg; Niacina - 6.833,333 mg; Ácido Pantotênico - 5.000,000 mg; Ácido Fólico - 83,333 mg; Biotina - 500,000 mg; Colina - 26,100 g; Cobre - 1.666,667 mg; Ferro - 8,333,333 mg; Iodo - 200,000 mg; Manganês - 13,333 g; Selênio - 33,333 mg; Zinco - 10,000 g; B.H.T - 16,667 g; Metionina - 264,000 g; Salinomicina - 9.166,667 mg; <sup>2</sup>B.H.T (Butil Hidroxi Tolueno)

74 Para atender às exigências nutricionais das codornas, foram adotadas as  
75 recomendações preconizadas por Scherer et al. (2011) para exigência de energia  
76 metabolizável, por Furlan et al. (2011) para atender à exigência de lisina digestível, por  
77 Otutumi et al. (2009) para atender à exigência de proteína bruta e por Silva et al. (2009)  
78 para atender as exigências de cálcio e fósforo disponível da ração.

79 Durante todo o período experimental, a ração e a água foram fornecidas à  
80 vontade para as codornas em comedouros tubulares e bebedouros automáticos do tipo  
81 pendular.

82 O programa de iluminação foi através de luz natural mais luz artificial,  
83 totalizando 24 horas de luz durante todo o período experimental.

84 As temperaturas e umidades no interior e fora do box foram registradas às 8 e 16  
85 horas, por intermédio de termo-higrômetros, dispostos em dois pontos distintos do  
86 galpão (início e fim), sendo as temperaturas máxima de 33,8°C e mínima de 19,4°C.

87 Para avaliação de desempenho zootécnico, as codornas foram pesadas  
88 semanalmente e simultaneamente foram realizadas as pesagens das rações  
89 experimentais fornecidas para determinação do consumo de ração (g/ave), do peso  
90 corporal (g), do ganho de peso (g) e da conversão alimentar (g/g).

91 O ganho de peso foi determinado pela diferença entre os pesos final e inicial de  
92 cada unidade experimental e, o consumo de ração, pela diferença entre a ração fornecida  
93 e as sobras nos baldes e comedouros. A conversão alimentar foi obtida pela relação  
94 entre o consumo de ração e o ganho de peso das codornas.

95 Aos 35 dias de idade, foi utilizada uma ave por unidade experimental,  
96 representativa do peso médio do lote ( $\pm 10\%$ ). Foram insensibilizadas via intravenosa  
97 pelo barbitúrico tiopental, sendo sacrificadas em seguida por deslocamento cervical e,  
98 posteriormente, foram coletados fragmentos do jejuno para análise morfométrica por

99 meio de microscopia de luz. As amostras foram lavadas em solução salina, fixadas em  
100 solução de formalina tamponada (10%), e posteriormente, desidratadas em série de  
101 concentrações crescentes de álcool, diafanizadas em xilol, e incluídas em parafina  
102 segundo metodologia de Beçak & Paulete (1976). Os cortes histológicos longitudinais e  
103 semi-seriados foram de sete  $\mu\text{m}$  de espessura e corados pelo método Hematoxilina-  
104 Eosina. A captura de imagens das lâminas foi realizada utilizando microscópio óptico  
105 Leica com sistema de captura de imagem (Moticam 5MP). Dez vilos e dez criptas por  
106 repetição foram mensurados, com objetiva de 4x para ambos, por meio do software  
107 Motic Images Plus (versão 2.0). A partir dos valores encontrados, obteve-se a média por  
108 segmento intestinal de cada animal para: altura de vilo, profundidade de cripta e relação  
109 vilo:cripta.

110       Duas aves (macho e fêmea) foram aleatoriamente retiradas de cada unidade  
111 experimental, dentro do peso médio ( $\pm 10\%$ ), para avaliação de rendimento de carcaça  
112 das aves de 35 dias de idade. As aves foram submetidas a 3 horas de jejum, sendo  
113 posteriormente insensibilizadas via intravenosa pelo barbitúrico tiopental, sendo  
114 sacrificadas em seguida por deslocamento cervical. As aves foram sangradas por 2  
115 minutos em cone adaptado ao abate de codornas, e escaldadas por 20 a 40 segundos a  
116 uma temperatura de 53 a 55°C. A depena foi manual e as aves foram evisceradas por  
117 meio de corte abdominal. Para o cálculo de rendimento de carcaça, foi considerado o  
118 peso da carcaça eviscerada, sem os pés e cabeça, em relação ao peso vivo, o qual foi  
119 obtido individualmente antes do abate das aves. Para o rendimento de cortes, foi  
120 considerado o rendimento de peito, gordura abdominal e pernas (coxa e sobrecoxa),  
121 sendo calculado em relação ao peso da carcaça eviscerada.

122 A análise estatística dos dados foi realizada pelo software Sistema de Análises  
 123 Estatísticas e Genética – SAEG (versão 9.1), da Universidade Federal de Viçosa – MG,  
 124 de acordo com os modelos estatísticos apresentados a seguir:

$$125 Y_{ijk} = \mu + EM_i + ENZ_j + EMENZ_{ij} + e_{ijk} \quad (1)$$

126 e

$$127 Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij} \quad (2)$$

128 Em que:

129  $Y_{ijk}$  é a variável resposta relacionada ao nível de redução de energia  
 130 metabolizável ( $i = 70$  kcal/kg e  $140$  kcal/kg) com as inclusões ou não de enzimas ( $j =$   
 131 xilanase A, xilanase B e sem xilanase) na repetição ( $k = 1, 2, 3, 4$  e  $5$ );

132  $\mu$  é a média geral;

133  $EM_i$  é o efeito das reduções de energia metabolizável ( $EM_1 = 70$  kcal/kg e  $EM$   
 134  $2 = 140$  kcal/kg);

135  $ENZ_j$  é o efeito da inclusão ou não de enzima ( $ENZ_1 =$  xilanase A;  $ENZ_2 =$   
 136 xilanase B e  $ENZ_3 =$  sem xilanase);

137  $EMENZ_{ij}$  é o efeito da interação energia metabolizável e enzimas;

138  $e_{ijk}$  é o erro aleatório associado a cada observação  $Y_{ijk}$ ;

139  $Y_{ij}$  é a variável resposta obtida no indivíduo  $j$ , recebendo tratamento  $i$ ;

140  $T_i$  é o efeito do tratamento adicional;

141  $e_{ij}$  é o erro experimental associado ao tratamento adicional.

142 Para o modelo um, os dados foram submetidos à análise de variância e quando  
 143 houve interação significativa ( $P < 0,10$ ) entre as reduções de energia metabolizável e a  
 144 adição de enzimas, os dados obtidos foram desdobrados e as médias comparadas pelo  
 145 teste de Tukey ( $P < 0,10$ ). No caso da interação não ser significativa, os efeitos dos  
 146 fatores foram analisados de maneira isolada, sendo as reduções de energia



147 metabolizável submetidas à análise de variância e teste de F ( $P < 0,10$ ) e as adições de  
148 enzimas à análise de variância e teste de Tukey ( $P < 0,10$ ).

149 Para o modelo dois, os dados foram submetidos à análise de variância e as  
150 médias comparadas pelo teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ).

## 151 **Resultados e Discussão**

### 152 **Ensaio de desempenho**

153 Na Tabela 7 são apresentados os resultados de desempenho da fase de 15 a 35  
154 dias de idade de codornas de corte alimentadas com dietas contendo reduções de energia  
155 metabolizável de 70 e 140 kcal/kg, com suplementação de xilanase A, B ou sem  
156 xilanase.

157 Não houve interação ( $P > 0,10$ ) entre as reduções de energia metabolizável (EM)  
158 e a inclusão de enzimas xilanases para as variáveis de desempenho das aves. A  
159 suplementação das enzimas não influenciou o peso corporal, ganho de peso, consumo  
160 de ração e conversão alimentar ( $P > 0,10$ ). As reduções de EM tiveram efeito para ganho  
161 de peso ( $P = 0,0859$ ), consumo de ração ( $P = 0,0969$ ) e conversão alimentar ( $P = 0,0036$ ).

162 As aves que consumiram rações com reduções de 70 kcal/kg EM ganharam mais  
163 peso em relação às aves que consumiram uma redução de 140 kcal/kg EM ( $P = 0,0859$ ).  
164 Consequentemente, a conversão alimentar dessas aves foi melhor ( $P = 0,0036$ ), refletindo  
165 em um consumo menor para as aves alimentadas com redução de 70 kcal/kg EM, em  
166 relação às aves alimentadas com redução de 140 kcal/kg EM ( $P = 0,0969$ ).

**Tabela 7.** Peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de codornas de corte alimentadas com reduções de energia metabolizável (EM), suplementadas com xilanases ou não, na fase de 15 a 35 dias de idade.

Variáveis	Xilanases (100g/t)	Reduções de EM		Médias	Testemunha	Probabilidades			CV (%) <sup>1</sup>
		70 kcal/kg	140 kcal/kg			EM	Enzima	EM*ENZ	
PC (g)	A	230,05	221,10	225,57	228,50	0,1767	0,9802	0,6011	3,99
	B	225,19	224,41	224,80					
	SEM	227,35	223,34	225,34					
	Médias	227,53	222,95						
GP (g)	A	141,76	131,96	136,86	141,49	0,0859	0,9142	0,3446	5,01
	B	137,47	135,55	136,51					
	SEM	138,65	136,89	137,77					
	Médias	139,29 a	134,8 b						
CR (g)	A	517,35	522,21	519,78	497,86	0,0969	0,7885	0,7436	3,70
	B	509,36	522,89	516,12					
	SEM	505,03	522,88	513,95					
	Médias	510,58 b	522,66 a						
CA (g/g)	A	3,65	3,98*	3,81	3,52	0,0036	0,5841	0,5113	4,99
	B	3,70	3,85*	3,77					
	SEM	3,64	3,81*	3,72					
	Médias	3,66 b	3,88 a						

<sup>1</sup> Coeficiente de variação

\* Diferem do tratamento testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05)

<sup>a,b</sup> Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha, diferem significativamente do teste de F (P<0,10)

167 O aumento no consumo de ração das aves submetidas aos tratamentos com  
168 redução de 140 kcal/kg de EM está associado à deficiência de nutrientes já que, em  
169 geral, em dietas com redução nos níveis nutricionais, as aves buscam compensar a  
170 deficiência com aumento da ingestão. Mesmo adicionando enzimas xilanases, não foi  
171 suficiente para compensar essa deficiência. Neste caso, as enzimas não foram eficazes  
172 em disponibilizar mais nutrientes. O aumento do consumo de ração também não refletiu  
173 em melhoras para ganho de peso e conversão alimentar.

174 Sendo assim, nem sempre o maior consumo será compensado pela quantidade de  
175 ganho de peso por estas aves, existindo sempre um nível ótimo entre consumo de ração  
176 e ganho de peso, que permite o maior retorno econômico. As quantidades de ração e  
177 energia devem estar relacionadas à conversão alimentar (Scherer et al., 2011).

178 Esse aumento de consumo de ração influenciado pelo nível de EM corrobora os  
179 achados de Freitas et al. (2006) que, em trabalho com codornas, verificaram que o  
180 consumo de ração foi influenciado pelo nível de EM da ração. Os mesmos autores  
181 relataram que o aumento do nível de energia da ração provocou redução linear no  
182 consumo de ração, aumentou o ganho de peso e melhorou a conversão alimentar das  
183 aves.

184 Desta forma, reduzir 70 kcal/kg de EM em relação à exigência nutricional da ave  
185 (3035 kcal/kg EM) mostra que a redução foi mínima para influenciar negativamente o  
186 desempenho das codornas, enquanto que uma redução mais drástica (140 kcal/kg de  
187 EM) prejudicou o desempenho das aves.

188 A piora no ganho de peso das aves que consumiram dietas com redução de 140  
189 kcal/kg pode estar associada à alta liberação de monossacarídeos pela ação das enzimas.  
190 Segundo Wyatt et al. (2008), essa alta liberação pode ocasionar diarreia em virtude de  
191 alterações na pressão osmótica no intestino, porém, não foi estudado neste experimento.

192 Outra justificativa para a piora no ganho de peso é em relação ao aproveitamento dos  
193 nutrientes no trato gastrointestinal.

194 No teste de Dunnett, as médias de peso corporal, ganho de peso e consumo de  
195 ração foram semelhantes ao tratamento testemunha ( $P>0,05$ ), independentes da  
196 suplementação ou não de xilanases e das reduções de EM. Porém, para a conversão  
197 alimentar, as aves que receberam dietas com redução de 140 kcal/kg de EM foram  
198 superiores ao tratamento testemunha ( $P<0,05$ ), enquanto que as aves que consumiram  
199 dietas de 70 kcal/kg de redução de EM foram semelhantes à dieta testemunha ( $P>0,05$ ).

200 Quanto maior o volume de ração no trato digestório, menor será sua utilização,  
201 explicado pela diminuição na eficiência de atuação das enzimas digestivas, e  
202 consequentemente, menor absorção de nutrientes, ou seja, há um menor aproveitamento  
203 da dieta quando aves ingerem quantidades crescentes de ração (Sakomura et al., 2004).  
204 Sendo assim, é justificável o aumento da conversão alimentar para as aves com nível  
205 energético menor em relação ao tratamento testemunha.

206 Avaliando a inclusão de enzimas xilanase e  $\beta$ -glucanase em dietas à base de  
207 milho e farelo de soja para codornas de corte, de 15 a 35 dias de idade, Iwahashi et al.  
208 (2011) observaram uma piora no ganho de peso das aves alimentadas com dietas  
209 controle positivo suplementadas com enzimas exógenas. Porém, o controle negativo  
210 com suplementação enzimática foi eficiente em manter o ganho de peso. Os mesmos  
211 autores não observaram diferenças significativas para consumo de ração e ganho de  
212 peso.

213 Trabalhando com codornas de corte na fase de 22 a 42 dias de idade, Torres et  
214 al. (2014) observaram que para o consumo de ração, a inclusão de protease sobre o nível  
215 de 20% de proteína bruta apresentou um melhor consumo, porém, a enzima não  
216 influenciou o ganho de peso e conversão alimentar.

217 A inclusão de um complexo enzimático à base de protease, amilase e celulase  
218 em dietas contendo milho e farelo de soja para frangos de corte, segundo Fischer et al.  
219 (2002), não influenciou os parâmetros consumo de ração, ganho de peso e conversão  
220 alimentar.

221 Utilizando triticales na substituição de milho e inclusão de complexo enzimático  
222 para frangos de corte, Fraiha et al. (1997) relataram um menor consumo de ração e  
223 melhora na conversão alimentar das aves quando alimentadas com complexo  
224 enzimático. Ainda segundo os mesmo autores, dietas com menor densidade energética  
225 evidenciam melhor resposta de desempenho das aves, em função do efeito da enzima  
226 sobre a liberação energética dos alimentos.

227 A utilização de complexos enzimáticos em dietas à base de milho e farelo de  
228 soja que atendem plenamente o requerimento das aves não traz resultados em termos de  
229 maximização do desempenho nem de redução do custo de produção (Fernandes et al.,  
230 2010). Todavia, os estudos encontrados na literatura (Barbosa et al., 2008; Torres et al.,  
231 2001; Iwahashi et al., 2011; Khoramabadi et al., 2014) sobre desempenho de aves  
232 alimentadas com suplementação enzimática são contraditórios.

233 De modo geral, os resultados obtidos indicam que as xilanases influenciaram o  
234 desempenho das codornas de corte. Possivelmente, a inclusão de 100 g/ton das  
235 xilanases A e B podem ter sido insuficiente para trazer efeito expressivo. Também pode  
236 ter ocorrido falta de substratos para as enzimas, já que são substrato dependentes.

### 237 **Morfometria do jejuno**

238 Na Tabela 8 são apresentados os valores médios da morfometria intestinal do  
239 segmento do jejuno de codornas de corte, aos 35 dias de idade, alimentadas com dietas  
240 com reduções de energia metabolizável e suplementadas com xilanase (A ou B).

**Tabela 8.** Altura de vilo (AV), profundidade de cripta (PC) e a relação vilo:cripta (V:C) do jejuno de codornas de corte alimentadas com reduções de energia metabolizável (EM), suplementadas com xilanases ou não, na idade de 35 dias.

Variáveis	Xilanase (100g/t)	Reduções de EM		Médias	Testemunha	Probabilidades			CV (%) <sup>1</sup>
		70 kcal/kg	140 kcal/kg			EM	Enzima	EM*ENZ	
AV (µm)	A	508,58	496,76	502,67 A	473,65	0,1665	0,0513	0,3477	10,33
	B	447,63	443,57	445,60 B					
	SEM	539,53	467,19	503,41 A					
	Médias	498,61	469,17						
PC (µm)	A	60,51	60,20	60,35	65,15	0,4204	0,3044	0,5594	11,40
	B	57,69	58,28	57,98					
	SEM	51,92	58,28	55,10					
	Médias	56,17	58,92						
V:C (µm)	A	8,48	8,30	8,39 AB	7,39	0,0521	0,0405	0,1090	15,21
	B	7,86	7,60	7,73 B					
	SEM	10,44*	8,07	9,26 A					
	Médias	8,93 a	7,99 b						

<sup>1</sup> Coeficiente de variação

\* Diferem do tratamento testemunha pelo teste de Dunnett (P<0,05)

<sup>A,B</sup> Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,10)

<sup>a,b</sup> Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na linha, diferem significativamente do teste de F (P<0,10)

241 Não houve interação ( $P>0,10$ ) entre as reduções de energia metabolizável (EM)  
242 e a inclusão de enzimas xilanases para a morfometria intestinal das aves. Os níveis de  
243 reduções de EM não influenciaram as alturas de vilos e profundidades de criptas  
244 ( $P>0,10$ ), porém, influenciaram a relação vilo:cripta ( $P=0,0521$ ), sendo a maior relação  
245 para a redução de 70 kcal/kg de EM.

246 As alturas de vilosidades foram influenciadas pelas xilanases ( $P=0,0513$ ), sendo  
247 que as maiores alturas de vilo foram encontradas nas aves que consumiram xilanase A e  
248 sem xilanase, e a menor altura para as aves que consumiram xilanase B. Desta forma, a  
249 xilanase A teve uma ação trófica sobre a mucosa intestinal, proporcionando melhor  
250 capacidade funcional da mesma.

251 A diminuição da altura de vilo pode ocorrer por diminuição na taxa de  
252 proliferação e/ou aumento na taxa de extrusão (Macari, 1995). Tal fato pode ter  
253 ocorrido com a diminuição da altura de vilo em função da inclusão de xilanase B. A  
254 enzima não foi eficiente na degradação de PNA's presentes nos alimentos, indicando,  
255 possivelmente, aumento de substrato para bactérias patogênicas e tensão superficial de  
256 oxigênio na mucosa intestinal (Lima, 2005).

257 As relações de altura de vilos:profundidade de criptas foram maiores para os  
258 tratamentos sem xilanases e a menor para os tratamentos com xilanase B. Os  
259 tratamentos com xilanase A não apresentaram diferenças entre os outros tratamentos  
260 ( $P=0,0405$ ).

261 Ao se comparar as médias dos tratamentos com o tratamento testemunha, apenas  
262 o tratamento sem xilanases com redução de 70 kcal/kg de EM foi maior que o  
263 tratamento testemunha ( $P<0,05$ ), enquanto que os demais tratamentos não diferiram  
264 pelo teste de Dunnett ( $P>0,05$ ). Essa diferença está relacionada com a altura de vilo

265 (539,53  $\mu\text{m}$ ) e profundidade de cripta (51,92  $\mu\text{m}$ ) encontrada nos tratamentos sem  
266 xilanase, na redução de 70 kcal/kg de EM.

267 O crescimento da mucosa intestinal é um processo dinâmico, sendo influenciado  
268 de forma positiva ou negativa não apenas pelos hormônios (do crescimento e  
269 tireoidianos), mas também por outros fatores relacionados com o alimento, como as  
270 características químicas e físicas dos nutrientes (Maiorka et al., 2002). Segundo  
271 Maiorka et al. (2000), substâncias que têm ação trófica sobre a mucosa intestinal,  
272 aumentando a capacidade funcional da mesma, podendo propiciar um melhor  
273 desempenho das aves em função da maior capacidade de digerir e absorver os nutrientes  
274 da dieta.

275 Sendo assim, quanto maior a altura dos vilos, menor será a profundidade de  
276 cripta e, conseqüentemente, maior será a relação vilo:cripta, proporcionando para a ave  
277 uma melhora na capacidade de digestão e absorção dos nutrientes da dieta.

278 Avaliando a inclusão de xilanase em dieta à base de trigo para frangos de corte,  
279 Yang et al. (2008) não observaram diferenças significativas na altura de vilo e  
280 profundidade de cripta. Porém, a xilanase melhorou 5% e 4% a altura de vilo e  
281 profundidade de cripta, respectivamente. Do mesmo modo, Iji et al. (2001),  
282 suplementando xilanase e protease em ração contendo trigo para frangos de corte,  
283 também não encontraram quaisquer efeitos significativos de enzimas na morfometria do  
284 jejuno.

285 Trabalhando com suplementação enzimática em dietas à base de milho e farelo  
286 de soja, Mathoulthi et al. (2002) e Wu et al. (2004) verificaram diminuição da  
287 profundidade de cripta de frangos de corte recebendo rações suplementadas com  
288 complexo enzimático. Segundo os mesmo autores, esta diminuição da profundidade de  
289 cripta observada implica em redução da demanda de energia e proteína necessárias à



290 renovação de tecido, diminuindo a energia de manutenção e aumentando a eficiência do  
291 animal. Porém, tal fato não foi observado neste experimento.

292 De maneira geral, os resultados obtidos na morfometria do jejuno mostraram que  
293 a xilanase A foi eficaz em melhorar os parâmetros avaliados.

#### 294 **Rendimento de carcaça, de corte e de gordura abdominal**

295 Os rendimentos de carcaça, de cortes e de gordura não apresentaram interação  
296 ( $P>0,10$ ) entre as reduções de energia metabolizável (EM) e a inclusão de enzimas  
297 xilanases (Tabela 9). As reduções de EM e a inclusão de enzimas xilanases também não  
298 diferiram entre si ( $P>0,10$ ).

299 A comparação de médias do tratamento testemunha, pelo teste de Dunnett, com  
300 os demais tratamentos também não foram significativos ( $P>0,05$ ).

301 Esses dados corroboram os resultados obtidos por Cunha et al. (2014) e Iwahashi  
302 et al. (2011), que não observaram diferenças nos rendimentos de carcaça e dos cortes de  
303 codornas de corte. Carvalho et al. (2009) também não observaram diferenças nos  
304 rendimentos de carcaça e dos cortes de frangos de corte alimentados com dietas à base  
305 de milho e farelo de soja, suplementadas com complexo enzimático.

**Tabela 9.** Rendimento de carcaça (RC), de cortes e gordura de codornas de corte alimentadas com reduções de energia metabolizável (EM), suplementadas com xilanases ou não, na idade de 35 dias.

Variáveis	Xilanase (100g/t)	Reduções de EM		Médias	Testemunha	Probabilidades			CV (%) <sup>1</sup>
		70 kcal/kg	140 kcal/kg			EM <sup>ns2</sup>	Enzima <sup>ns1</sup>	EM*ENZ <sup>ns1</sup>	
RC (%)	A	63,76	63,23	63,50	63,23	0,8887	0,3712	0,7582	3,34
	B	62,71	62,18	62,45					
	SEM	63,36	64,07	63,72					
	Médias	63,28	63,16						
Peito (%)	A	28,74	27,49	28,12	27,55	1,000	0,4923	0,3416	6,29
	B	27,50	28,60	28,05					
	SEM	28,77	29,06	28,92					
	Médias	28,34	28,38						
Pernas (%)	A	15,92	16,23	16,08	16,08	0,3176	0,8364	0,9609	5,72
	B	15,60	16,07	15,84					
	SEM	15,85	16,10	15,98					
	Médias	15,79	16,13						
Gordura (%)	A	0,68	0,67	0,68	0,67	0,3829	0,1005	0,1503	28,31
	B	0,64	0,42	0,53					
	SEM	0,49	0,56	0,53					
	Médias	0,60	0,55						

<sup>1</sup> Coeficiente de variação

<sup>NS1</sup> Não significativo para Teste de Tukey (P>0,10)

<sup>NS2</sup> Não significativo para Teste de F (P>0,10)

347 Avaliando um complexo enzimático composto de  $\alpha$ -galactosidase,  
348 galactomanase, xilanase e  $\beta$ -glucanase e da forma física da ração para frangos de corte,  
349 Souza et al., (2008) observaram que o aumento dos níveis de enzima resultou numa  
350 maior porcentagem de gordura na carcaça das aves, porém, não encontraram efeito no  
351 rendimento de carcaça e cortes. Segundo os mesmo autores, a maior porcentagem de  
352 gordura na carcaça pode ser explicada por um possível aumento na liberação de energia  
353 dos nutrientes através da suplementação enzimática. O excesso de energia ingerida além  
354 das necessidades teria sido acumulado na forma de gordura na carcaça do frango.  
355 Porém, tal fato não foi verificado neste experimento, possivelmente indicando que  
356 mesmo as xilanases tendo liberado mais energia dos nutrientes, as codornas de corte não  
357 foram capazes de transformar o excesso de energia na forma de gordura abdominal.

358 As características de desempenho e de carcaça de codornas são influenciadas  
359 pela duração do período de crescimento, genética, manejo, ambiente (temperatura),  
360 sanidade, conteúdo nutricional da ração utilizada, especialmente durante a fase de  
361 crescimento (Kul et al., 2006). Todavia, a conformação de carcaça precisa ser  
362 melhorada, visto que as aves apresentam baixo rendimento de cortes nobres, como peito  
363 e pernas (Almeida et al., 2002).

364

### Conclusões

365 A suplementação de xilanase A em reduções de 70 e 140 kcal/kg de EM para  
366 codornas de corte de 15 a 35 dias de idade manteve desempenho e rendimento de  
367 carcaça, enquanto que para morfometria do jejuno melhorou os parâmetros avaliados.

368

**Referências**

- 369 ALMEIDA, M.I.M.; OLIVEIRA, E.G.; RAMOS, P.R.; VEIGA, N.; DIAS, K . Efeito  
370 de linhagem e nível protéico sobre as características de carcaça de machos de codornas  
371 (*Coturnix sp.*). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 4.,  
372 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2002, p.105-  
373 107.
- 374 BACH KNUDSEN, K.E. The nutritional significance of “dietary fibre” analysis.  
375 **Animal Feed Science and Technology**, v.90, n.1/2, p.3-20, 2001.
- 376 BARLETTA, A. Introduction: Current Market and Expected Developments. In:  
377 BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G. **Enzymes in farm nutrition**. Londres: Cab  
378 International, 2011, p.1-11.
- 379 BARBOSA, N.A.A., SAKOMURA, N.K., FERNANDES, J.B.K., DOURADO, L.R.B.  
380 Enzimas exógenas no desempenho e na digestibilidade ileal de nutrientes em frangos de  
381 corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.6, p.755-762, 2008.
- 382 BEDFORD, M.R. Removal of antibiotic growth promoters from poultry diets:  
383 Implications and strategies to minimize subsequent problems. **Worlds Poultry Science**  
384 **Journal**, v. 56, p. 347-365, 2000.
- 385 BEÇAK, W.; PAULETE, J. **Técnicas de citologia e histologia**. Livros Técnicos e  
386 Científicos, Rio de Janeiro, 1976. 305p.
- 387 CARVALHO, J.C.C.; BERTECHINI, A.G.; FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B.;  
388 PEREIRA, R.A.N. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte  
389 alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos  
390 enzimáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.292-298, 2009.
- 391 CHOCT, M. **Enzymes in animal nutrition: the unseen benefits**. Capturado em 2 set.  
392 2015. Online. Disponível na Internet <http://www.idrc.ca/books/focus/821/chp5.html>.
- 393 CHOCT, M. Enzymes for the feed industry: past, present and future. In: **World's**  
394 **Poultry Science Journal**, v.62, n.1, p.5-16, 2006.

- 395 CLASSEN, H. L. Cereal grain starch and exogenous enzymes in poultry diets. **Animal**  
396 **Feed Science and Technology**, v. 62, n. 1-2, p. 21-27, 1996.
- 397 COWIESON, A.J. Factors that affect the nutritional value of maize for broilers. **Animal**  
398 **Feed Science and Technology**, v. 119, p. 293–305, 2005.
- 399 COWIESON, A. J.; HRUBY, M.; PIERSON, E. E. M. Evolving enzyme technology:  
400 Impact on commercial poultry nutrition. **Nutrition Research Reviews**, v. 19, n. 1, p. 1-  
401 15, 2006.
- 402 CUNHA, T. M. R.; LANA, S. R. V., LANA, G. R. Q.; LANA, A.M.Q.; PARIZIO,  
403 F.A.S.; SILVA, M.P.L.; TORRES, E.C.; DELFIM, P.H.A. Rendimento de carcaça de  
404 codornas européias alimentadas com dietas suplementadas com complexo enzimático.  
405 In: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2014, Vitória. **Anais...**  
406 Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 2014. CD-ROOM.
- 407 FERNANDES, J. I. M.; OUTUTUMI, L. K.; FERREIRA, P. W.; MACORIM, F.;  
408 TRIQUES, G. E. Efeito da adição de enzimas em dietas à base de milho e soja para  
409 frangos de corte. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia UNIPAR**, v. 13, n. 1,  
410 p. 25-31, 2010.
- 411 FISCHER, G.; MAIER, J.C.; RUTZ, F.; BERMUDEZ, V.L. Desempenho de frangos de  
412 corte alimentados com dietas a base de milho e farelo de soja, com ou sem adição de  
413 enzimas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.402-410, 2002.
- 414 FRAIHA, M.; FURLAN, A.C.; MURAKAMI, A.E.; MARTINS, E.N.; SCAPINELLO,  
415 C.; MOREIRA, I. Utilização de complexo multienzimático em rações de frangos de  
416 corte contendo triticale. 2. Ensaio de desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**,  
417 v.26, n.4, p. 765-772, 1997.
- 418 FREITAS, A.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; SUCUPIRA, F.S.; OLIVEIRA,  
419 B.C.M.; ESPÍNDOLA, G.B. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração  
420 para codornas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1705-1710, 2006.
- 421 FUGIKURA, W.S. Situação e perspectivas da coturnicultura no Brasil. SIMPÓSIO  
422 INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras:  
423 Universidade Federal de Lavras, 2002. p.10.

- 424 FURLAN, A. C. ; TON, A.P.S. ; MARCATO, S. M. ; POZZA, P. C. ; ZANCANELLA,  
425 V.; GRIESER, D. O.; ; PASQUETTI, T.J. . Reducción de niveles proteicos y lisina  
426 digestible para codornices de engorde. In: 34° CONGRESSO ARGENTINO DE  
427 PRODUCCIÓN ANIMAL-1ST JOINT MEETING AAPA-ASAS, 2011, Mar del Plata.  
428 **Annales** 34° Congresso Argentino de Producción Animal-1st Joint Meeting AAPA-  
429 ASAS. Mar Del Plata, 2011.
- 430 GRACIA, M.I.; ARANIBAR, M.J.; LAZARO, R.; MEDEL, P.; MATEOS, G.G.  $\alpha$ -  
431 amilase supplementation of broiler diets based on corn. **Poultry Science**, v.82, p.436-  
432 442, 2003.
- 433 IJI, P. A.; HUGHES, R. J.; CHOCT, M.; TIVEY, D. R. Intestinal structure and function  
434 of broiler chickens on wheat-based diets supplemented with a microbial enzyme. **Asian-**  
435 **Australasian Journal of Animal Science**, v. 14, p. 54-60, 2001.
- 436 IWAHASHI, A.S.; FURLAN, A.C.; SCHERER, C.; TON, A.P.S.; SCAPINELLO, C.  
437 Utilização de complexo enzimático em rações para codornas de corte. **Acta**  
438 **Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 3, p. 273-279, 2011.
- 439 KHORAMABADI, V.; AKBARI, M.R.; KHAJALI, F.; NOORANI, H.;  
440 RAHMATNEJAD, E. Influence of xylanase and vitamin A in wheat-based diet on  
441 performance, nutrients digestibility, small intestinal morphology and digesta viscosity in  
442 broiler chickens. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 36, n. 4, p. 379-384, 2014.
- 443 KUL, S.; SEKER, I.; YILDIRIM, O. Effect of separate and mixed rearing according to  
444 sex on fattening performance and carcass characteristics in Japanese quails (*Coturnix*  
445 *coturnix Japonica*). **Archiv Tierzucht**, v.49, n.6, p.607-614, 2006.
- 446 LIMA, F. R. Aditivos zootécnicos: enzimas. In: PALERMO NETO, J.; SPINOSA, H.  
447 S.; GÓRNIK, S. I. **Farmacologia aplicada à avicultura**. São Paulo: ROCA, 2005. p.  
448 239-248.
- 449 MACARI, M. Mecanismos de proliferação e reparação da mucosa gastrointestinal em  
450 aves. In: SIMPÓSIO DE COCCIDIOSE E ENTERITE, 1, 1995, Campinas. **Anais...**  
451 Campinas, 1995.

- 452 MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F.; SANTIN, E.; BORGES, S.A.; BOLELI, I.C.;  
453 MACARI, M. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o  
454 desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro**  
455 **de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, p.487-490, 2000.
- 456 MAIORKA, A.; BOLELI, I.C.; MACARI, M. Desenvolvimento e reparo da mucosa  
457 intestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária**  
458 **Aplicada a Frangos de Corte**. 2 ed. Jaboticabal, FUNEP, 2002, p.113-124.
- 459 MATHLOUTHI, N.; MALLET, S.; SAULNIER, L.; QUEMENER, B.; LARBIER, M.  
460 Effects of xylanase and  $\beta$ -glucanase addition on performance, nutrient digestibility, and  
461 physico-chemical conditions in the small intestine contents and caecal microflora of  
462 broiler chickens fed a wheat and barley-based diet. **Animal Research**, v.51, n.5, p.395-  
463 406, 2002.
- 464 OTUTUMI, L.K.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N. Efeito do probiótico sobre o  
465 desempenho, rendimento de carcaça e exigências nutricionais de proteína bruta de  
466 codornas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.299-306, 2009.
- 467 SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A.; RABELLO, C.B. WATANABE, K.; PELÍCIA,  
468 K.; FREITAS, E.R. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e  
469 metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33,  
470 p.1758-1767, 2004.
- 471 ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.L.; DONZELE, J.L; GOMES, P.C.; OLIVEIRA,  
472 R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas**  
473 **brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**.  
474 3. ed. Viçosa:UFV, 2011. 252p.
- 475 SAEG - Sistema para Análises Estatísticas, **Versão 9.1**: Fundação Arthur Bernardes -  
476 UFV - Viçosa, 2007.
- 477 SCHERER, C.; FURLAN, A.C.; MARTINS, E.N.; SCAPINELLO, C.; TON, A.P.S.  
478 Exigência de energia metabolizável de codornas de corte no período de 1 a 14 dias de  
479 idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2496-2501, 2011.

- 480 SILVA, R.M.; FURLAN, A.C.; TON, A.P.S.; MARTINS, E.N.; SCHERER, C.;  
481 MURAKAMI, A.E. Exigências nutricionais de cálcio e fósforo de codornas de corte em  
482 crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1509-1517, 2009.
- 483 SOUZA, R.M.; BERTECHINI, A.G.; SOUZA, R.V.; RODRIGUES, P.B.;  
484 CARVALHO, J.C.C.; BRITO, J.A.G. Efeitos da suplementação enzimática e da forma  
485 física da ração sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte.  
486 **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 584-590, 2008.
- 487 TORRES, E.C.; PARIZIO, F.A.S.; LANA, S.R.V.; LANA, G.R.Q.; LANA, A.M.Q.;  
488 CUNHA, T.M.R.; FERREIRA, T.S.; SANTOS, L.C.S. Desempenho de codornas  
489 européias alimentadas com dietas contendo suplementação de protease. In: XXIV  
490 CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 2014, Vitória. **Anais...** Vitória:  
491 Universidade Federal do Espírito Santo, 2014. CD-ROOM.
- 492 WU, Y.B.; RAVINDRAN, V.; THOMAS, D.G.; BIRTLES, M.J.; HENDRIKS, W.H.  
493 Influence of phytase and xylanase, individually or in combination, on performance,  
494 apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology in  
495 broilers fed wheat-based diets containing adequate level of phosphorus. **British Poultry**  
496 **Science**, v.45, p.76-84, 2004.
- 497 WYATT, C.L.; PARR, T.; BEDFORD, M.R. Mechanisms of action for supplemental  
498 nsp and phytase enzymes in poultry diets. In: Carolina poultry nutrition conference, 35.,  
499 2008, North Carolina. **Proceedings of...** North Carolina: Carolina Feed Industry  
500 Association, 2008. 53p. Disponível em:  
501 <[http://www.ces.ncsu.edu/depts/poulsci/conference\\_proceedings/nutrition\\_conference/2](http://www.ces.ncsu.edu/depts/poulsci/conference_proceedings/nutrition_conference/2008/nutrition_2008.pdf)  
502 [008/nutrition\\_2008.pdf](http://www.ces.ncsu.edu/depts/poulsci/conference_proceedings/nutrition_conference/2008/nutrition_2008.pdf)> Acesso em: 18/11/15.
- 503 YANG, Y.; IJI, P.A.; KOCHER, A.; MIKKELSEN, L.L.; CHOCT, M. Effects of  
504 xylanase on growth and gut development of broiler chickens given a wheat-based diet.  
505 **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.21, n.11, p.1659-1664, 2008.
- 506 ZANELLA, I.; SAKOMURA, N.K.; SILVERSIDES, F.G. Effect of enzyme  
507 supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, v.78,  
508 n.4, p.561-568, 1999.



## **V- CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A xilanase A pode ser utilizada com eficácia para codornas de corte nas fases inicial (1 a 14 dias) e crescimento (15 a 35 dias), alimentadas à base de milho e farelo de soja, com reduções de 70 e 140 kcal/kg. A enzima é capaz de manter o desempenho, além de melhorar as condições epiteliais do jejuno.

São precisos mais estudos acerca do mecanismo das enzimas exógenas sobre o desempenho das codornas de corte, com o intuito de estabelecer a melhor relação das enzimas exógenas nas dietas e qual a idade ideal, além de melhor conhecimento da composição dos ingredientes utilizados na ração, para que haja substrato disponível para atuação da enzima exógena específica adicionada à dieta, de forma a maximizar seu aproveitamento e evidenciar seu benefício.