



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

DANIEL SALES DO NASCIMENTO

**DIETAS PARA CODORNAS JAPONESAS COM FITASE E
XILANASE**

ILHÉUS-BAHIA

2022

DANIEL SALES DO NASCIMENTO

**DIETAS PARA CODORNAS JAPONESAS COM FITASE E
XILANASE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Santa Cruz, como parte das exigências para obtenção do título de mestre em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Produção e Comportamento Animal.

Sub-área: Produção e Nutrição de Animais Não-Ruminantes.

Orientador: Prof. Dr. Matheus Ramalho de Lima

ILHÉUS-BAHIA

2022

N244

Nascimento, Daniel Sales do.

Dietas para codornas japonesas com fitase e xilanase / Daniel Sales do Nascimento. – Ilhéus, BA: UESC, 2022.

43f. : il.

Orientadora: Matheus Ramalho de Lima
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – PPGCA.

Inclui referências.

1. Codornas. 2. Enzimas hidrolíticas. 3. Bactérias lácticas. 4. Microbioma gastrointestinal. I. Título.

CDD 636.59

DANIEL SALES DO NASCIMENTO

DIETAS PARA CODORNAS JAPONESAS COM FITASE E XILANASE

ILHÉUS – BAHIA, 21/02/2022



**Matheus Ramalho de Lima – DSc.
UFERSA/PPGCA
(Orientador)**

ALEX MARTINS VARELA DE ARRUDA:77250575600 Assinado de forma digital por ALEX MARTINS VARELA DE ARRUDA:77250575600
Dados: 2022.05.30 09:38:55 -03'00'

**Alex Martins Varela de Arruda – DSc.
UFERSA**



**Fernando Guilherme Perazzo Costa – DSc.
UFPB**

**ILHÉUS – BAHIA
2022**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo seu sustento, graça, Ele é quem não desampara os seus e está a todo tempo a nosso lado, foi um período difícil, de enfermidades e lutas tornando ainda mais desafiador o processo, mas Deus a cada instante nos sustentou com mãos fortes preservou a vida, a integridade física dando toda a condição de trabalhar.

Agradeço a minha família, meus pais Antonio Gilmar Pereira do Nascimento e Nataniela Andrade Sales e meu irmão Samuel Sales do Nascimento por sempre me apoiarem, estarem ao meu lado e serem minha base em todos os momentos, me dando ânimo e incentivo para prosseguir. A família é a base de tudo e sou muito abençoado por ter a família que tenho.

Agradeço ao meu orientador professor Matheus Ramalho de Lima por todo apoio, confiança, credibilidade, sendo um professor, um orientador e um amigo. Devo a ele toda a evolução profissional que tive durante este período de graduação e mestrado. Agradeço ao grupo de pesquisa Produção e Nutrição Animal da UFSB pelo suporte, auxílio nas análises, no trabalho, sendo também um grande apoio na pesquisa, especialmente a Miriam Lima Fernandes que me auxiliou de forma mais direta para a finalização desta dissertação.

Agradeço ao Professor Fernando Guilherme Perazzo Costa e ao GETA por me receberem em Areia e dar todo o suporte e subsídio para a execução do experimento no setor de avicultura do Campus II da UFPB, a Isabelle Naemi Kaneko, Anna Neusa Eduarda Ferreira de Brito e Augusto Dhoughlas de Oliveira Junior que foram imprescindíveis no planejamento para execução do experimento, abate e análises que foram realizadas nos laboratórios da UFPB. Também ao Lucas Nunes de Melo, Mário César, Bruno Vieira Lobato e Raiane dos Santos Silva, sem me esquecer de Josivaldo Roque (Josa) e José Ramalho (Ramalho), funcionários do setor, que deram todo apoio na estrutura experimental, produção das rações, abate e foram companheiros de proza e vivência no setor.

Não posso me esquecer de mencionar meus amigos, que mesmo longe estavam comigo todos os dias, Ingrid Cardoso, Darlene Lobo, Mirela Nascimento, Ana Caroline Silva e todos os outros que mesmo não tendo contato diário permaneceram torcendo e orando por mim. Os amigos que fiz na Paraíba, meu xará Daniel Pereira da Silva e sua família, dona Gilma, Tana o mototáxi, todos formaram uma grande família ajudando a me sustentar em todos os momentos, bons, ruins e principalmente quando a saudade de casa batia forte no peito.

Agradeço a UESC e o Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal pela oportunidade de estudo e a CAPES pela concessão da bolsa. A ABVista pelo fornecimento das enzimas utilizadas no experimento.

Este período de mestrado foi muito especial e ficará eternamente marcado em minha vida, me fez conhecer pessoas especiais, superar desafios inesperados e amadurecer de forma exponencial em todos os aspectos da minha vida, pessoal, moral, profissional e devo isto a Deus, minha família e meu orientador. Fico sem palavras para descrever e agradecer a todos, muitas coisas não se conseguem colocar no papel, mas todas estão registradas e bem guardadas no coração, cada momento e cada pessoa, esteja citada aqui ou não, serei eternamente grato.

DIETAS PARA CODORNAS JAPONESAS COM FITASE E XILANASE

RESUMO

O uso associado de enzimas exógenas possui um importante papel na dieta promovendo melhor digestão e absorção dos nutrientes presentes na ração, melhorando a performance e eficiência, além da imunidade do animal, perfil da microbiota intestinal. Desta forma, o objetivo deste estudo foi de avaliar o desempenho produtivo e modulação da microbiota intestinal de codornas japonesas alimentadas com dietas à base de milho+soja e de trigo+soja, com uso isolado e associado de xilanase e fitase. O experimento foi realizado com 448 codornas japonesas (*Coturnix Coturnix Japonica*) das 19 às 34 semanas de idade. Os tratamentos foram distribuídos seguindo delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x3+2), considerando as duas bases de formulação das rações, Milho+Soja e Trigo+Soja, três modos de uso de enzimas (16000BXU/kg de Xilanase; 2000FTU/kg de fitase; e 16000BXU/kg de xilanase + 2000FTU/kg de fitase), mais dois controles. Foram analisados dados de consumo de ração (g/ave/dia), produção (%), peso do ovo (g), massa (g/ave/dia), conversão por massa (kg/kg) e por dúzia de ovo (kg/dz), peso do ovo (g) e pesos relativos (%) de gema, de albúmen e de casca, espessura da casca (mm), unidade Haugh e gravidade específica (g/cm³). Ao final do experimento foi coletado conteúdo para identificação de bactérias e coleta sanguínea para análise dos parâmetros séricos, além de amostras de tíbia para análise de resistência de tíbia, matéria seca e cinzas. Os dados foram submetidos a ANOVA seguido de teste Tukey a 5% de significância. As bases das rações modificaram a resposta em produção, peso médio dos ovos, massa, conversão por massa e conversão por dúzia de ovo, onde, o milho mostrou resultados melhores com uma diferença de 55,7% na produção. Isoladamente a fitase também influenciou a produção das aves (P=0,022), reduzindo em cerca de 10,74% a produção. Alguns componentes internos dos ovos foram influenciados pela alteração da base das rações, tendo a dieta a base de trigo + soja menores resultados, contudo a estatística não evidenciou diferenças significativas nas medidas de qualidade de ovos. A presença das enzimas gerou um perfil bacteriano ainda mais benéfico, tendo em quase sua totalidade a presença de bactérias do filo firmicutes. As dietas a base de milho+soja propiciaram melhor desempenho em produção, peso, massa e conversão por massa de ovo, bem como altura e peso da gema, peso do albúmen, peso da casca e peso relativo da casca de ovo. A utilização de trigo+soja associada a 2000FTU de fitase e 16000BXU de xilanase promoveu maior nível sérico de triglicérideo e percentual de cinza tibial. As diferentes bases e a suplementação enzimática, por sua vez, estimulam o perfil da microbiota intestinal de codornas japonesas, a associação de xilanase e fitase com a dieta mais fibrosa a base de trigo + soja promove um perfil de 97% de bactérias gram positivas com maior predominância de bactérias da família lactobacillaceae.

Palavras-chave: Codornas japonesas; enzimas exógenas; lactobacillaceae; microbiota intestinal.

DIETS FOR JAPANESE QUAILS WITH PHYTASE AND XYLANASE

ABSTRACT

The associated use of exogenous enzymes plays an important role in the diet, promoting better digestion and absorption of nutrients present in the feed, improving performance and efficiency, in addition to the animal's immunity, intestinal microbiota profile. Thus, the objective of this study was to evaluate the productive performance and modulation of the intestinal microbiota of Japanese quails fed diets based on corn+soybean and wheat+soybean, with isolated and associated use of xylanase and phytase. The experiment was carried out with 448 Japanese quails (*Coturnix Coturnix Japonica*) from 19 to 34 weeks of age. The treatments were distributed following a completely randomized design in a factorial scheme (2x3+2), considering the two formulation bases of the rations, Corn+Soybean and Wheat+Soybean, three ways of enzyme use (16000BXU/kg of Xylanase; 2000FTU/kg of phytase; and 16000BXU/kg of xylanase + 2000FTU/kg of phytase), plus two controls. Data on feed consumption (g/bird/day), production (%), egg weight (g), mass (g/bird/day), conversion per mass (kg/kg) and per dozen of eggs (kg/dz), egg weight (g) and relative weights (%) of yolk, albumen and shell, shell thickness (mm), Haugh unit and specific gravity (g/cm³). At the end of the experiment, content was collected for identification of bacteria and blood collection for analysis of serum parameters, in addition to samples of tibia for analysis of tibia resistance, dry matter and ash. Data were submitted to ANOVA followed by Tukey test at 5% significance. The ration bases modified the response in production, average egg weight, mass, conversion per mass and conversion per dozen egg, where corn showed better results with a difference of 55.7% in production. Phytase alone also influenced the production of birds (P=0.022), reducing production by about 10.74%. Some internal components of the eggs were influenced by the change in the base of the rations, with the wheat + soy-based diet having lower results, however the statistics did not show significant differences in the measures of egg quality. The presence of enzymes generated an even more beneficial bacterial profile, with almost all the presence of bacteria of the phylum firmicutes. The corn+soybean-based diets provided better performance in production, weight, mass and egg mass conversion, as well as yolk height and weight, albumen weight, shell weight and relative eggshell weight. The use of wheat+soybean associated with 2000FTU of phytase and 16000BXU of xylanase promoted a higher serum triglyceride level and tibial ash percentage. The different bases and enzyme supplementation, in turn, stimulate the profile of the intestinal microbiota of Japanese quails, the association of xylanase and phytase with the more fibrous diet based on wheat + soy promotes a profile of 97% of gram positive bacteria with greater predominance of bacteria of the lactobacillaceae family.

Keywords: Japanese quails; exogenous enzymes; lactobacillaceae; intestinal microbiota.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 OBJETIVO GERAL	8
3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4 REVISÃO DE LITERATURA	9
4.1 Panorama geral da coturnicultura	9
4.2 Exigências nutricionais	10
4.3 Enzimas exógenas na alimentação de codornas	11
4.4 Microbiota intestinal	13
5 MATERIAL E MÉTODOS	16
5.1 Local e instalações	16
5.2 Programa de luz e sensação térmica	16
5.3 Tratamentos e delineamento experimental	16
5.4 Dietas experimentais	17
5.5 Análises de desempenho e qualidade de ovos	17
5.6 Microbiota intestinal	18
5.7 Resistência, matéria seca e cinzas tibiais	19
5.8 Perfil sérico sanguíneo	19
5.9 Análise estatística	20
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
7 CONCLUSÃO	36
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1 INTRODUÇÃO

Enzimas são substâncias catalisadoras que agem quebrando a parede celular dos alimentos tendo sua ação no substrato, o produto dessa reação química é a liberação de nutrientes presentes nesse substrato. As enzimas exógenas possibilitam uma degradação dos fatores antinutricionais presentes na dieta (como a fibra e o fitato), aumentando o valor nutricional do alimento, tornando mais eficiente o processo de digestão, ajudando a manter a saúde intestinal o que resulta em uma melhora significativa no desempenho das aves elevando a produção de carne e ovos, além de reduzir custos na dieta. Diante disso, se faz necessário o conhecimento do substrato e sua composição para uma aplicação ideal da enzima e sua dose.

O uso de fitase na dieta favorece a liberação dos nutrientes para sua absorção pelas aves, como o cálcio e fósforo são essenciais para uma série de funções metabólicas, e principalmente na formação óssea (LIMA *et al.*, 2007). A fitase tem o potencial de hidrolisar as partículas de fitato liberando os isômeros de fitato (InsP) reduzindo o seu fator antinutricional aumentando assim a absorção de P e diminuindo a sua excreção no meio (HUMER *et al.*, 2015). Portanto, a suplementação de quantidades adequadas de fitase na dieta para animais monogástricos reduz a quantidade de fósforo (P) e cálcio (Ca) na formulação da ração (PTAK *et al.*, 2015; ZELLER *et al.*, 2015b; GREINER; KONIETZNY, 2011; WALK *et al.*, 2012). O suprimento de fósforo (P) na dieta desempenha um papel importante no desenvolvimento para a mineralização esquelética, manutenção das aves e está envolvido na regulação das principais enzimas no metabolismo e em vários processos fisiológicos (BORDA-MOLINA *et al.*, 2006; HUMER *et al.* 2015), se fazendo muito importante para aves de postura, por possuírem um maior requerimento de cálcio na dieta, além de serem aves com um ciclo de produção mais longo sendo essencial uma melhor mineralização e desenvolvimento ósseo.

Além disso, a suplementação de fitase pode melhorar a disponibilidade de aminoácidos, pois o fitato forma diferentes complexos com a proteína induzindo mudanças em sua estrutura que, podem diminuir a atividade enzimática, a solubilidade da proteína e a digestibilidade proteolítica (GREINER; KONIETZNY, 2011; WALK *et al.*, 2012; HUMER *et al.* 2015).

A xilanase degrada os arabinoxilanos, promovendo uma redução na viscosidade da digesta, bem como a liberação dos xilo oligossacarídeos (XOS), tendo esse último, efeito benéfico à microbiota intestinal, atuando como um prebiótico (BEDFORD; COWIESON, 2012; MORGAN, *et al.*, 2017). De Maesschalck *et al.*, 2015 observaram que a suplementação de XOS em frangos de corte teve um efeito benéfico no desempenho, pela estimulação de

bactérias produtoras de butirato através da alimentação cruzada com o lactato e os efeitos do butirato na função gastrointestinal. As xilanases atuam reduzindo a viscosidade do quimo intestinal de aves por meio da degradação dos arabinoxilanos solúveis, aumentando os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e promovendo o maior desempenho animal (CHOCT *et al.*, 2004).

Tais enzimas possuem, portanto, um importante papel na dieta promovendo melhor digestão e absorção dos nutrientes presentes na ração, melhorando a performance e eficiência da dieta, além de atuar na manutenção da imunidade do animal, reduz o uso de antibióticos, o que promove uma alteração do perfil da microbiota intestinal e também torna a produção mais sustentável. Cabe, portanto, avaliar a eficiência do uso da xilanase e fitase em codornas de postura, sua relação com o desempenho produtivo e a modificação da microbiota das aves.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar o desempenho produtivo e modulação da microbiota intestinal de codornas japonesas alimentadas com dietas à base de milho+soja e de trigo+soja, com uso isolado e associado de xilanase e fitase.

3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar o índice de produção, qualidade de ovos, concentração sérica de proteína total, triglicérido e colesterol total, resistência de tibia, percentual de matéria seca e cinzas tibiais e modificação do perfil da microbiota intestinal através da identificação das bactérias duodenais de codornas japonesas alimentadas com dietas à base de milho+soja e de trigo+soja, com uso isolado e associado de xilanase e fitase.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Panorama geral da coturnicultura

A avicultura tem se destacado dentre os ramos de produção animal nos últimos anos por apresentar grandes evoluções na cadeia nutricional, ambiental, de sanidade e tecnológica, apresentando desempenho produtivo satisfatório com animais de rápido crescimento se caracterizando um dos ramos de maior desenvolvimento. Dentro deste cenário, a coturnicultura vem ocupando uma fatia representativa decorrente da precocidade e alta produtividade, como, também, mudanças nos hábitos alimentares da população (OLIVEIRA et al., 2019).

Em meados de 2005 a 2006, o alojamento de codornas cresceu 12,5% no país, fato que coincide com o surgimento das grandes criações automatizadas e novas formas de comercialização do ovo e da carcaça destes animais (SILVA; COSTA, 2009), tornando o Brasil segundo maior produtor de ovos e o quinto de carne. “O maior foco” para a este maior número na produção de ovos pode se dar por falta de material genético adequado, juntamente com a precariedade de dados sobre o desempenho e exigências nutricionais, fazem com que muitos criadores explorem a produção de carne de forma pouco organizada e empírica (MÓRI et al., 2005).

Segundo Oliveira et al. (2019) as codornas são animais de alta rusticidade, possuem rápido desenvolvimento e atingem maturidade sexual precoce (42 dias para a fêmea e 48 dias para o macho), baixo consumo de ração e alta taxa de postura podendo chegar a valores superiores a 300 ovos/ave. São animais pequenos que requerem pequeno espaço físico para a criação demandando assim baixo investimento para produção sendo o maior custo a aquisição de ração, apesar disso, o retorno econômico é rápido. Desse modo, a agricultura familiar ou pequeno produtor pode utilizá-la como uma alternativa para agregar renda, melhorar sua participação no mercado e aumentar seus lucros sem alterar sua configuração produtiva (SILVA et al., 2018).

Em uma análise econômica da produção de codornas, Silva et al. (2018) estimou o valor do kg da ração em R\$1,80, considerando que esse valor corresponder corresponde a 70% do custo total de produção a um consumo de 10 a 12g por dia, o custo total por codorna é estimado em R\$1,50, para o mercado atual com a comercialização desta codorna por R\$11,60 kg numa criação de 10.000 codornas, a rentabilidade seria de R\$5.000,00 a cada 42 dias (PINHEIRO et al., 2019).

4.2 Exigências nutricionais

Assim é necessário atender as exigências nutricionais das aves explorando tecnologias na área de nutrição, genética e ambiência para reduzir custos e estimular a produção. Conforme Silva et al. (2012), o ótimo desempenho de codornas depende da interação complexa entre a nutrição e uma variedade de fatores internos (genética, sexo, estágio fisiológico, doenças e bem-estar) e externos a ave (temperatura, umidade, densidade, sanidade, debicagem e vacinações). Ainda este autor, conclui em sua revisão que codornas japonesas e europeias possuem necessidades nutricionais de proteína e de cálcio diferentes de frangos e galinhas, assim, rações formuladas para estas duas últimas espécies não devem ser fornecidas às codornas.

Nesse contexto, existe uma preocupação por parte dos nutricionistas em oferecer às aves rações com níveis nutricionais mais adequados, que propiciem o melhor desempenho e, conseqüentemente, o maior retorno econômico (FREITAS, 2005). Estudos têm sido realizados atualmente para determinar as exigências nutricionais de codornas principalmente quanto a avaliação de proteína bruta e energia metabolizável, estas exigências irão mudar conforme a fase e genótipo do animal. A Tabela 1 mostra as recomendações nutricionais para codornas japonesas em todas as idades e a Tabela 2 mostra recomendações para codornas europeias em todas as idades.

Tabela 1. Recomendações nutricionais para codornas japonesas em todas as idades

Nutrientes	Inicial (1 a 21 d)	Crescimento (22 a 42 d)	Período total (1 a 42 d)	Postura 1	Postura 2
PB (%)	25	22	23	20	23
EMAn (kcal/kg)	2.900	3.050	2.950	2800	2.950
Cálcio (%)	0,6	0,5	0,55	2,95	3,2
Fósforo disponível (%)	0,3	0,25	0,26	0,35	0,4
Sódio (%)	0,14	0,14	0,14	0,23	0,25
Cloro (%)	0,15	0,15	0,15	0,24	0,26
Potássio (%)	0,45	0,45	0,45	0,46	0,5
Magnésio (ppm)	300	300	300	500	550
Bal. elet. (mEq/kg)					
129,61	133,71	133,71	133,71	150,05	163,33

EMAn = energia metabolizável corrigida; Bal. elet. = balanço eletrolítico

Fonte: Silva e Costa (2009).

Tabela 2. Recomendações nutricionais para codornas europeias em todas as idades

Nutrientes	Inicial (1 a 21 d)	Crescimento (22 a 42 d)	Período total (1 a 42 d)	Postura
PB (%)	25	22	23	22
EMAn (kcal/kg)	2.900	3.050	2.950	2900
Cálcio (%)	0,85	0,7	0,75	3,5
Fósforo disponível (%)	0,38	0,3	0,35	0,42
Sódio (%)	0,17	0,15	0,16	0,23
Cloro (%)	0,16	0,14	0,15	0,24
Potássio (%)	0,4	0,4	0,4	0,46
Magnésio (ppm)	300	300	300	500
Bal. elet. (mEq/kg)	131,14	128,08	129,61	150,05

EMAn = energia metabolizável corrigida; Bal. elet. = balanço eletrolítico

Fonte: Silva e Costa (2009).

Pode-se observar uma diferença entre os níveis de cálcio e fósforo quando comparadas as recomendações, pois na fase de postura a demanda por cálcio é maior e este, está intrinsecamente ligado ao fósforo, sua disponibilidade e absorção. Apesar dos níveis de proteína bruta serem parecidos para as codornas japonesas e europeias, este último genótipo apresenta uma demanda maior de aminoácidos na dieta o que se dar pelo seu maior peso corporal e taxa de crescimento (SILVA et al., 2012).

Apesar de todo avanço na identificação dos requerimentos nutricionais dos animais há uma limitação quanto a resposta na digestão do alimento não sendo 100% efetivo. Segundo Barletta (2011), frangos e suínos não digerem de 15 a 25% do alimento ingerido, porque os ingredientes base da dieta contém fatores anti-nutricionais indigeríveis pelo próprio animal, interferindo no processo digestivo e de absorção dos nutrientes, assim, se o alimento não é digerido pelo animal com eficiência há um custo para o produtor e para o meio ambiente.

4.3 Enzimas exógenas na alimentação de codornas

As principais rações comerciais são formuladas a base de ingredientes vegetais fibrosos como milho, soja, trigo, arroz, cevada, estes alimentos são ricos em polissacarídeos não amiláceos (PNAs), β -glucano, incluindo celulose e arabinoxilanos (SERGEANT et al.,

2014), compostos resistentes a digestão de monogástricos sendo fermentados no intestino. Uma das soluções encontradas é a utilização de enzimas na nutrição.

As enzimas exógenas possibilitam uma degradação dos fatores antinutricionais presentes na dieta (como a fibra e o fitato), aumentando o valor nutricional do alimento, tornando mais eficiente o processo de digestão, ajudando a manter a saúde intestinal o que resulta em uma melhora significativa no desempenho das aves elevando a produção de carne e ovos, além de reduzir custos na dieta.

A suplementação de enzimas pode ser feita para suprir quantidades insuficiente produzidas pelo animal, como ocorre com as amilases e proteases, ou para fornecer ao animal uma enzima que ele não sintetiza como as celulases (GRECCO et al., 2019).

Uma das enzimas que agem sob os PNAs é a xilanase, esta, degrada os arabinoxilanos, promovendo uma redução na viscosidade da digesta, bem como a liberação dos xilo oligossacarídeos (XOS), tendo esse último, efeito benéfico à microbiota intestinal, atuando como um prebiótico (BEDFORD; COWIESON, 2012; MORGAN, et al., 2017). De Maesschalck et al., (2015) observaram que a suplementação de XOS em frangos de corte teve um efeito benéfico no desempenho, pela estimulação de bactérias produtoras de butirato e os efeitos do butirato e lactato na função gastrointestinal.

Em condições de produção, os efeitos de β -glucano e arabinoxilanos no intestino podem causar redução da conversão alimentar (CA) e ganho de peso (GP), bem como excretas mais úmidas, contudo, estes problemas são superados com a adição de β -glucanase e xilanase na dieta resultando em aumento do desempenho do animal (PALOHEIMO et al., 2011). Grecco et al. (2019) em seu experimento analisando o efeito da suplementação de xilanase e redução de energia metabolizável em codornas concluíram que a xilanase melhora o uso de proteína bruta, fibra em detergente neutro e energia e, melhora a morfometria da mucosa intestinal. Também, Wu et al. (2007) em seu estudo identificou que a suplementação de xilanase aumenta a performance de frangos alimentados com dieta a base de trigo contendo níveis adequados de fósforo (P).

Segundo Zeller et al. (2015b), a xilanase hidrolisa os arabinoxilanos, principais componentes da parede celular da aleurona do trigo, como a maior parte do fitato reside nessa parte, a xilanase pode aumentar a acessibilidade do fitato pela fitase. Dessa forma a fitase é uma segunda enzima com potencial a ser analisado, sobretudo associada com a xilanase.

O fitato é a principal fonte orgânica de fósforo (P) sendo definida como ácido fítico (1,2,3,4,5,6-hexaquis (dihidrogenofosfato)-mio-inositol ou InsP6) (GREINER; KONIETZNY,

2011; ZELLER et al., 2015a; HUMER et al., 2015), observada como um fator antinutricional na produção avícola por não estar facilmente acessível à absorção pelo animal (ZELLER et al., 2015b) e se ligar a partículas de minerais quelatando-os fazendo com que sejam excretados.

A fitase tem o potencial de hidrolisar as partículas de fitato liberando os isômeros de fitato (InsP) aumentando assim a absorção de P e diminuindo a sua excreção no meio (HUMER et al., 2015). Portanto, a suplementação de quantidades adequadas de fitase na dieta para animais monogástricos pode reduzir a quantidade de fósforo (P) e cálcio (Ca) na formulação da ração (PTAK et al., 2015; ZELLER et al., 2015b; GREINER; KONIETZNY, 2011; WALK et al., 2012). O suprimento de fósforo (P) na dieta desempenha um papel importante no desenvolvimento do tecido ósseo, mineralização esquelética, manutenção das aves e está envolvido na regulação das principais enzimas no metabolismo e em vários processos fisiológicos (BORDA-MOLINA et al., 2006; HUMER et al. 2015).

Além disso, a suplementação de fitase pode melhorar a disponibilidade de aminoácidos, pois o fitato forma diferentes complexos com a proteína induzindo mudanças em sua estrutura que, podem diminuir a atividade enzimática, a solubilidade da proteína e sua digestibilidade (GREINER; KONIETZNY, 2011; WALK et al., 2012; HUMER et al. 2015). Barbosa et al. (2014) concluíram em seu estudo que a utilização da combinação enzimática composta por xilanase, amilase, protease e fitase em dietas com níveis nutricionais reduzidos, promoveu melhora no aproveitamento dos nutrientes e na energia digestível da dieta, com reflexos positivos sobre o desempenho das aves.

Walk et al. (2012) observou no seu estudo que fitato, fitase e Ca influenciam substancialmente o pH gastrointestinal, a hidrólise do fitato pela fitase aumenta o pH gástrico tornando-o mais próximo do pH ideal da pepsina melhorando a eficácia da mesma, reduzindo sua secreção endógena. Segundo Ptak et al. (2015) mudanças no pH do trato gastrointestinal podem resultar em alterações nos perfis da microbiota e suas atividades, além de suas propriedades físicas e químicas.

4.4 Microbiota intestinal

Segundo Carrasco et al. (2019), Shang et al. (2018) e Oliveira et al. (2017) a estrutura e funcionamento da microbiota intestinal é crucial para a saúde de frangos, influenciando no desenvolvimento do epitélio intestinal, modulação das funções fisiológicas, homeostase intestinal, digestão de nutrientes e integridade da barreira intestinal, metabolismo e imunidade. Clavijo e Flórez (2018) também destacam as principais funções ou interações da microbiota

com o hospedeiro sendo: a troca de nutrientes, modulação do sistema imunológico, fisiologia do sistema digestivo e exclusão de patógenos.

Naturalmente, pintainhos recebem a colonização microbiana da sua matriz (FIGUEIRA et al., 2014), porém, com a avicultura moderna, a colonização inicial da microbiota intestinal ocorre nos primeiros minutos após a eclosão (BAE et al., 2017) mas, pode começar até antes passando microrganismos pelos poros das cacas dos ovos (CARRASCO et al., 2019).

Assim, na primeira semana de vida das aves será definido quais microrganismos irão colonizar a microbiota sendo determinante para o desempenho geral do animal considerando que o trato gastrointestinal desempenha funções digestivas, absorptivas, metabólicas, influenciando no sistema imunológico do organismo. Dessa forma, pode ser necessário ainda nos primeiros dias de idade do animal formular a dieta utilizando produtos que ajudam na composição e diversidade da microbiota e, promover o melhor desenvolvimento estrutural e funcional da mucosa e vilosidades intestinais.

Diversos outros fatores estão associados a colonização da microbiota intestinal sendo principalmente o contato com microrganismos presentes na cama, água e ração. Carrasco et al. (2019) ilustrou (figura 1) outros fatores associados ao ambiente produtivo que foram menos estudados e podem alterar significativamente a estrutura e a funcionalidade da microbiota e, portanto, a saúde e o desempenho produtivo do frango.

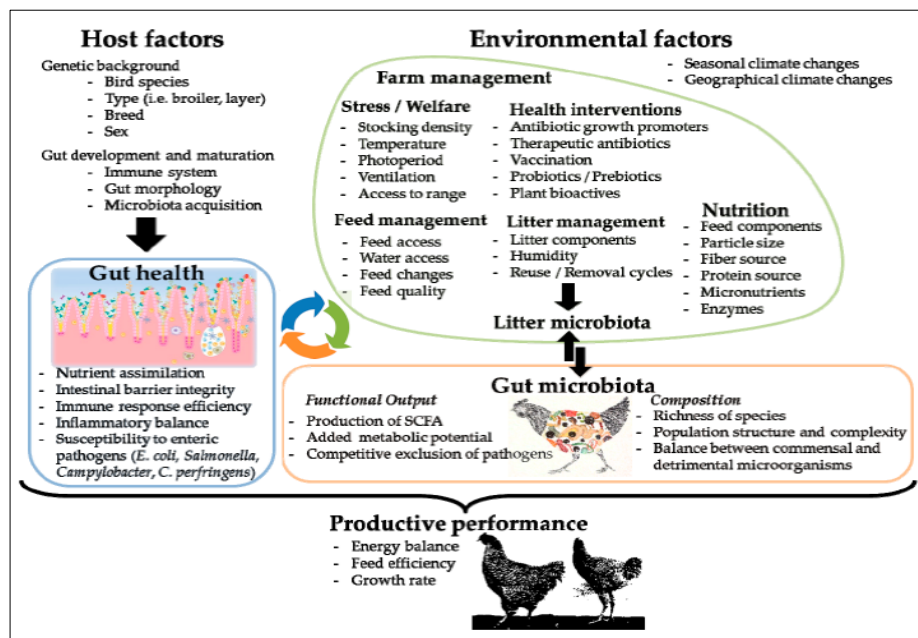


Figura 1 - Principais fatores ambientais e relacionados ao hospedeiro que moldam a microbiota intestinal de frango e sua interação com a saúde intestinal e o desempenho produtivo

Fonte: Carrasco et al. (2019).

Bae et al. (2017) afirma que o ambiente tem uma grande influência na formação do microbioma intestinal de aves, também, Shang et al. (2018) diz que a diversidade da microbiota intestinal de frangos é altamente influenciada pela idade das aves, localização no trato digestivo e a dieta.

Conforme Oliveira et al. (2017) a microbiota benéfica consiste em bactérias como *Lactobacillus* spp., *Bifidobacterium* spp., *Fusobacterium* spp., *Saccharomyces cerevisiae*, estas atuam inibindo o crescimento de bactérias patogênicas causadoras de infecção, enterites e diarreias. Silva Júnior (2016), ao caracterizar a microbiota cecal de codornas europeias observou maior abundância do filo Firmicutes e bacteroidetes. Ainda, Wilkinson et al. (2016), analisando a microbiota de codornas japonesas relataram uma dominância do filo Firmicutes, observaram ainda domínio total de *Lactobacillus* no duodeno.

A saúde gastrointestinal refere-se à existência de um equilíbrio dinâmico entre a mucosa intestinal e o conteúdo luminal suficiente para atingir os objetivos de desempenho esperados (ganho de peso e conversão alimentar) (OLIVEIRA et al., 2017). Dessa forma, uma microbiota intestinal saudável implica em economia nutricional para o hospedeiro, que se traduz em melhorias no desempenho produtivo das aves (CARRASCO et al., 2019).

Em conclusão, a utilização de enzimas exógenas na dieta e a manutenção de uma microbiota saudável eleva o desempenho produtivo, reduzindo custos de produção, aumentando o bem-estar das aves e ainda permitindo a utilização de uma dieta livre de antibióticos promotores de crescimento. Não obstante, são necessários estudos mais aplicados, sobretudo com codornas japonesas e europeias, para evidenciar claramente a atuação desses produtos sob desempenho produtivo e saúde intestinal ligado a ambiência contribuindo para uma produção animal de precisão.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Local e instalações

O estudo foi executado em galpão experimental, no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, localizado no município de Areia, Paraíba, Brasil. O projeto foi submetido e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais –CEUA da Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC (Parecer de aprovação protocolo N° 038/18) e da Universidade Federal da Paraíba-UFPB (CEUA n° 7990100621) conforme as normas atuais de experimentação com animais. Todos os requisitos necessários foram respeitados e atendidos na execução do projeto.

O experimento foi realizado com 448 codornas japonesas (*Coturnix Coturnix Japonica*) de 19 a 34 semanas idade, alojadas em gaiolas tipo baterias, com 3 andares, tendo cada 3 gaiolas com dimensões 40x33x18cm (PxLxA), com comedouros tipo calha e bebedouros nipple. Ração e água foram fornecidas à vontade.

5.2 Programa de luz e sensação térmica

O programa de luz adotado foi de 17h de luz (aproximadamente 12h de luz natural e 5h de luz artificial, sendo utilizado lâmpadas LED com fluxo luminoso de 330 lúmens) e 7h de escuro. A temperatura e umidade relativa do ar foram mensuradas e as médias são apresentadas na tabela 3. O indicativo de sensação térmica foi expresso através do índice de temperatura e umidade (ITU) que foi calculado conforme proposto por Thom (1959) pela seguinte equação:

$$ITU = (0,8 * TA + \left(\frac{UR}{100}\right) * (TA - 14,4) + 46,4) \quad (1)$$

Onde, TA é a temperatura do ar em °C e UR a umidade relativa do ar em %.

Tabela 3. Temperatura, umidade e índice de temperatura e umidade (ITU) durante o período experimental

	Temp Max (°C)	Temp Min (°C)	Umidade Max (%)	Umidade Min (%)	ITU (Max)	ITU (Min)
Dia	29,6 ± 0,13	22,4 ± 0,59	96,5 ± 1,33	61,0 ± 5,82	84,8	69,2
Noite	30,2 ± 6,19	20,0 ± 0,83	98,9 ± 0,25	73,5 ± 7,17	86,1	69,5

5.3 Tratamentos e delineamento experimental

Cada gaiola foi considerada como uma unidade experimental, os tratamentos foram distribuídos seguindo delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x3+2),

considerando as duas bases de formulação das rações, Milho+Soja e Trigo+Soja, três modos de uso de enzimas (16000BXU/kg de Xilanase; 2000FTU/kg de fitase; e 16000BXU/kg de xilanase + 2000FTU/kg de fitase), mais dois controles (sem uso de enzimas, com apenas Milho+Soja e Trigo+Soja), totalizando 8 tratamentos de 7 repetições com 8 aves cada.

5.4 Dietas experimentais

As dietas experimentais foram formuladas conforme requerimentos nutricionais da espécie com as características químicas sendo determinadas de acordo com as tabelas brasileiras para aves e suínos (ROSTAGNO et al., 2017) e estão apresentadas, respectivamente, na Tabela 4. As enzimas foram suplementadas on top sendo a xilanase beta 1-4, endo-xilanase (1 g/kg de ração) e a fitase de E. Coli quantum blue (2 g/kg ração).

Tabela 4. Composição alimentar e nutricional das dietas experimentais

Composição química			Composição nutricional		
Componentes	Milho + Soja	Trigo + Soja	Ingrediente, %	Milho + Soja	Trigo + Soja
Matéria Seca	90,52	90,06	Milho	48,19	
Proteína Bruta	21,03	21,51	Farelo de Soja	36,44	34,97
Fibra Bruta	3,08	3,15	Farelo de Trigo		47,07
Cálcio	3,2	3,2	Óleo de Soja	5,53	8,16
Fósforo Disp.	0,4	0,4	Fosfato Bicálcico	1,6	1,57
E. Met.	2950	2950	Calcário	7,05	7,05
Arg Dig.	1,39	1,38	DL-Metionina	0,16	0,13
Ile Dig.	0,97	0,96	Sal	0,59	0,6
Lys Dig.	1,05	1,05	L-Lisina	0,02	0,02
Met Dig.	0,45	0,42	L-Treonina	0,03	0,04
M+C Dig.	0,72	0,72	Premix ¹	0,3	0,3
Thr Dig.	0,73	0,73	Colina	0,07	0,07
Trp Dig.	0,26	0,26	Inerte	0,03	0,03
Val Dig.	0,94	0,95	Total	100	100
Sódio	0,25	0,25			
Cloro	0,39	0,41			
Potássio	0,81	0,83			

¹Premix mineral e vitamínico: Níveis por kg de produto: Vit. A 2.090.000 UI; Vit. E 7,600mg; Vit D3 332,500 UI; Vit k3 950mg; Ácido Nicotínico 8,500mg; Vit B1 475mg; Vit B12 3,800 mg; Vit. B2 1,900mg; Ácido fólico 237,5mg; Biotina 38mb; Colina 72.000mg; Ácido Pantotênico 3.800mg; Cobre 10.000mg; Iodo 160mg; Manganês 14,000mg; Selênio 108mg e Zinco 14,000mg.

5.5 Análises de desempenho e qualidade de ovos

Foram analisados dados de consumo de ração (g/ave/dia) calculado pela diferença entre o fornecido e as sobras ao final de cada ciclo de 21 dias, produção de ovos (%), peso do ovo (g), massa (g/ave/dia), conversão por massa (kg/kg) e por dúzia de ovo (kg/dz). Foram

analisados também dados de qualidade de ovos: peso (g) e pesos relativos (%) de gema, de albúmen e de casca, espessura da casca (mm), unidade Haugh e gravidade específica (g/cm³). Durante os três últimos dias de cada ciclo os ovos foram coletados e pesados. Três ovos de cada unidade experimental foram escolhidos aleatoriamente, sendo mensurada a altura da gema e albúmen utilizando paquímetro digital. A gema foi pesada separadamente em balança digital e o peso do albúmen foi obtido pela diferença entre o peso ovo subtraído o peso da gema e da casca do ovo. As cascas dos ovos foram lavadas, identificadas e secas em estufa a 55-60°C por 24h, após secagem foram pesadas em balança digital e mensurada a espessura utilizando micrômetro digital. A porcentagem de cada componente do ovo foi determinada pela relação entre o peso do componente e o peso do ovo.

A gravidade específica dos ovos foi determinada pelo método de flutuação em solução salina, com densidades variando de 1,050 a 1,090 g/cm³ ajustada utilizando densímetro de petróleo com gradiente de 0,005 g/cm³.

A unidade Haugh foi calculada de acordo Card e Nesheim (1972) utilizando a equação:

$$UH = 100 * \log^{(H+7,57-(1,7*W^{0,37}))} \quad (2)$$

onde: UH = unidade Haugh; H = altura de albúmen (mm); W = peso do ovo (g).

5.6 Microbiota intestinal

Ao final do experimento, dez codornas de cada tratamento foram selecionadas aleatoriamente e o conteúdo duodenal imediatamente coletado, armazenado em tubo Falcon esterilizado e enumerado para análise da microbiota. O conteúdo foi imediatamente congelado utilizando nitrogênio líquido e armazenado em freezer sob temperatura de -80°C permanecendo por 4 dias. Após foi transportada pela empresa Bio Transportes, respeitando todos os protocolos de transporte de microorganismos, para o laboratório da Neoprospecta Microbiome Technologies, Brasil, onde foi realizada a análise do conteúdo intestinal por meio de sequenciamento de DNA.

A identificação de bactérias foi realizada utilizando-se o sequenciamento de alto desempenho das regiões V3/V4 do gene 16S rRNA. O preparo das bibliotecas seguiu um protocolo proprietário (Neoprospecta Microbiome Technologies, Brasil). As bibliotecas foram sequenciadas utilizando-se o equipamento MiSeq Sequencing System (Illumina Inc., USA). As sequências foram analisadas por meio do pipeline Sentinel. No pipeline Sentinel os arquivos fastq são avaliados quanto a qualidade Phred (QP) usando o programa FastQC v.0.11.8 (ANDREWS, 2010). A seguir, os arquivos fastq são submetidos à trimagem de primers e sequências com baixa qualidade (Phred < 20). O software proprietário utilizado para tal

finalidade foi construído em Python v.3.6, sendo este inspirado nas funcionalidades do projeto BioPython (COCK *et al.* 2009). Para dados paired-end, antes da etapa de trimagem, dois pares de arquivos (R1 e R2) são unidos em só arquivo usando pandaseq v.2.11 (MASELLA *et al.*, 2012).

As identificações taxonômicas são realizadas com blastn v.2.6.0+ (ALTSCHUL *et al.*, 1990), usando como referência um banco de dados proprietário ou público. Quanto a definição de uma espécie, dentre os 20 hits retornados para cada cluster, uma instrução em Python avalia se um dos três quesitos seriam atendidos pelos hits: 1) maior bit-score; 2) menor evaluate; e 3) taxonomias com maior representação. Os hits que atenderam um dos itens anteriores, foram escolhidos como espécie representante, essas análises foram realizadas na plataforma computacional da Amazon, onde a estrutura de bioinformática da Neoprospecta está hospedada. As análises de DMD Bactéria e Fungo, podem ser feitas contra bancos de dados de referência para os genes 16S rRNA e ITS proprietários ou públicos.

5.7 Resistência, materia seca e cinzas tibiais

As dez aves por tratamento que foram abatidas para coleta do conteúdo intestinal tiveram suas tíbias esquerdas coletadas (dez tíbias/tratamento), descarnadas e congeladas para análise de resistência e cinzas. A análise de resistência óssea foi realizada no aparelho universal de teste TA-XT Plus Stable Micro Systems (Surrey, UK) com uma célula de carga de 50 kg a uma velocidade de 50 mm/min. O acessório para fratura Point Bend Rig (HDP/3PB), Stable Micro Systems, foi regulado para permitir que o vão livre da diáfise fosse de 3,0 cm, e os valores foram expressos em kilograma força (kgf/cm²) (PARK *et al.*, 2003). Para determinação da matéria seca as amostras de tíbias foram pesadas para obtenção do peso úmido, secas em estufa de circulação forçada a 55°C por aproximadamente 24h e pesadas novamente para obtenção do peso seco. Em seguida as amostras foram moídas e queimadas em temperatura próxima a 550°C em mufla para avaliação da matéria mineral ou cinzas, conforme técnicas descritas por Silva & Queiros (2002).

5.8 Perfil sérico sanguíneo

Para a coleta sanguínea oito aves por tratamento foram selecionadas aleatoriamente e coletado sangue da veia da jugular (2ml aproximadamente), colocado em tubo de ensaio e centrifugado a 3000 rpm por 10 min para coleta de plasma para determinação de proteína total (g/dL), triglicérido (mg/dL) e colesterol (mg/dL) utilizando kit colorimétrico da marca InVitro e espectrofotômetro.

5.9 Análise estatística

Os dados foram submetidos a ANOVA seguido de teste Tukey a 5% de significância utilizando o software estatístico R. Nos dados com análises individuais (perfil sérico sanguíneo, resistência, matéria seca e cinzas tibiais) cada dado foi considerado uma unidade experimental, de modo a correlacionar os dados obtidos em uma análise multivariada. Para remoção dos outliers foram aplicados testes de normalidade e homoscedasticidade.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fatores analisados influenciaram o desempenho das aves como mostra a Tabela 5, as bases das rações modificaram a resposta em produção, peso médio dos ovos, massa, conversão por massa e conversão por dúzia de ovo, onde, o milho mostrou resultados melhores com uma diferença de 55,7% na produção comparada com aves alimentadas com ração a base de trigo, afetando a conversão por dúzia de ovo tornando-a significativamente maior. O peso médio dos ovos também foi maior, promovendo maior índice de massa de ovo e melhor conversão por massa.

Isoladamente a fitase também influenciou a produção das aves ($P=0,022$), codornas que não foram alimentadas com dietas contendo fitase produziram cerca de 10,74% a mais que codornas que receberam na ração 2000FTU de fitase, a massa de ovo também foi maior neste caso. Já a xilanase não influenciou estatisticamente o desempenho produtivo das aves, contudo houve uma interação entre as bases e a xilanase e também entre a xilanase e fitase.

Tabela 5. Influência da modificação das bases de rações e suplementação com xilanase e fitase sobre o consumo de ração (CR, g/g), produção de ovos (PR, %), peso médio do ovo (PO, g), massa (MO, g/ave/dia), conversão por massa (CMO, kg/kg) e por dúzia de ovo (CDZ, kg/dz) de codornas japonesas de 19 a 34 semanas de idade

		CR	PR	PO	MO	CMO	CDZ
Base	Milho	33,45	74,75A	11,37A	8,50A	3,37B	0,46
	Trigo	31,47	19,05B	9,11B	1,85B	8,69A	1,79
Fitase	0	33,59	52,27A	10,45	5,75A	4,84	1,03
	2000 FTU	31,34	41,53B	10,04	4,60B	7,21	1,22
Xilanase	0	32,72	50,12	10,81	5,58	6,13	1,22
	16000 BXU	32,2	43,68	9,67	4,76	5,92	1,03
	SEM	0,865	3,209	0,561	0,39	1,077	0,116
P-Value	Base	0,1137	<0,0001	0,0065	<0,0001	0,001	<0,0001
	Fitase	0,0729	0,0220	0,6050	0,0419	0,1254	0,2637
	Xilanase	0,6742	0,1622	0,1577	0,1447	0,8926	0,2747
	Base*Fitase	0,1426	0,0529	0,4837	0,1027	0,1466	0,3440
	Base*Xilanase	0,2863	0,0050	0,1224	0,0144	0,9530	0,3049
	Fitase*Xilanase	0,4450	0,0064	0,1643	0,0313	0,7102	0,7204
	Base*Fitase*Xilanase	0,3648	0,2173	0,1288	0,1781	0,7976	0,8467
	CV (%)	14,11	36,21	28,98	39,93	94,54	54,78

Médias com letras diferentes diferem entre si a 5% de significância pelo teste Tukey.

A interação entre os fatores base e xilanase tiveram uma diferença estatisticamente significativa, as aves alimentadas com ração a base de milho+soja tiveram maior produção quando não suplementada com xilanase sendo 19,82% maior.

A interação entre as duas enzimas também influenciou a produção das aves. Especificamente neste aspecto, as enzimas foram mais eficientes quando utilizadas de forma isolada, quando suplementadas juntas o índice produtivo foi menor apresentando 31,83% de postura. Contudo a xilanase promoveu um índice maior que a fitase, 55,53% x 51,22% respectivamente. Os dados do desdobramento das interações para a variável postura estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Desdobramento das interações Base x Xilanase e Fitase x Xilanase sobre o índice de produção de ovos (%) de codornas japonesas de 19 a 34 semanas de idade

Xilanase	Milho + Soja	Trigo + Soja	Valor de P
0	84,660 Aa	15,590 b	<0,0001
16000 BXU	64,847 Ba	22,520 b	<0,0001
Valor de P	0,0034	0,2859	
Fitase	Xilanase		Valor de P
	0	16000 BXU	
0	49,022	55,532 A	0,3156
2000 FTU	51,229 a	31,834 Bb	0,0040
Valor de P	0,7325	0,0006	
SEM	4,538		

Letras maiúsculas diferem entre as linhas, minúsculas entre as colunas a 5% de significância pelo teste Tukey.

A massa de ovo também foi influenciada pela interação entre estes fatores, já que a massa é a relação entre a produção e o peso médio dos ovos. Novamente o milho sobressai como a base que traz melhores resultados, a xilanase, porém, não traz tanta eficiência quando suplementada na base milho+soja devido não haver tanto substrato para sua ação no milho, tendo um melhor resultado quando utilizada no trigo, contudo, a dose utilizada não foi suficiente para obter uma diferença estatisticamente significativa nas rações a base de trigo+soja. Já observando a interação entre as duas enzimas obtivemos uma melhor massa de ovo quando utilizado a xilanase sem suplementação da fitase. A análise do desdobramento das interações para a variável massa de ovo estão na Tabela 7.

Tabela 7. Desdobramento da interação Base x Xilanase e Fitase x Xilanase sobre o índice de massa de ovo (g/ave/dia) de codornas japonesas de 19 a 34 semanas de idade

Xilanase	Milho + Soja	Trigo + Soja	Valor de P
0	9,616 Aa	1,561 b	<0,0001
16000 BXU	7,393 Ba	2,145 b	<0,0001
Valor de P	0,0065	0,4586	

Fitase	Xilanase		Valor de P
	0	16000 BXU	
0	5,553 b	5,960 Aa	0,6050
2000 FTU	5,624	3,578 B	0,0118
Valor de P	0,9277	0,0038	
SEM		0,552	

Letras maiúsculas diferem entre as linhas, minúsculas entre as colunas a 5% de significância pelo teste Tukey.

Foi discrepante a diferença de desempenho das aves quando utilizado trigo + soja como base das rações. O trigo possui em sua composição em média 39,8% de fibra em detergente neutro e 13,1% de fibra em detergente ácido (ROSTAGNO et al., 2018) expresso por celulose, hemicelulose, lignina e sílica, compostos insolúveis em água possuindo um alto valor antinutricional. A lignina se liga a celulose por meio de ligação covalente formando polissacarídeos resistentes que o animal não consegue, naturalmente, digerir. Já a hemicelulose tem em sua composição xilose, arabinose e outros polissacarídeos que formam um substrato para ação da xilanase que degrada esses compostos liberando os xilooligossacarídeos, ajudando a potencializar a função absorptiva intestinal sendo também uma fonte energética.

Polímeros de arabinoses interagem com outros polímeros formando um bolo alimentar viscoso, desta forma, altos teores de PNAs aumentam a viscosidade do quimo diminuindo a atividade enzimática sob os substratos e reduzindo a digestibilidade, a xilanase por sua vez, hidrolisa os arabinoxilanos evitando a formação destes polímeros (BARREIRA et al., 2014; LEHNEN et al., 2011).

O fitato é também um componente abundante no trigo, este possui um alto valor antinutricional por não ser naturalmente degradado no trato gastrointestinal de monogástricos, fermentando no intestino dos animais e se ligando a moléculas dos íons de aminoácidos e minerais, quelatando-os e sendo excretados juntamente com o fitato, o que ocasiona um decréscimo de desempenho, diminuindo a eficiência da dieta e ainda causando um prejuízo econômico e ambiental depositando tais elementos no meio ambiente. Desta forma, o fitato

diminui de forma linear a digestibilidade de proteína, contudo, a suplementação da fitase elimina esse efeito, Lehnen et al. (2011) por meio de metaanálise com uma base de dados de 21 artigos, mostrou que a utilização de fitase e xilanase na dieta melhora o aproveitamento de cálcio, fósforo e alguns aminoácidos, o que corrobora com nossos resultados, visto que, quando utilizado as enzimas não houve influência no peso do ovo e houve uma melhora na massa de ovo.

Além da diferença na concentração de fibra o tratamento com milho possui um maior aporte energético devido o amido glicêmico do milho. O milho possui nível de EM de 3264 kcal, enquanto o trigo possui 1810 kcal (ROSTAGNO et al., 2018), sabendo que um bom aporte energético é crucial para o desempenho das aves, tal diferença pode ter sido um fator determinante para a diferença em produção de ovos. Na formulação esta diferença foi compensada com a utilização de óleo de soja, por isso não promoveu alteração no consumo de ração, mas durante o metabolismo a energia resultante da oxidação dos nutrientes são, também, armazenadas e utilizadas posteriormente nos processos metabólicos do organismo animal (NRC, 1994).

O milho é um alimento com melhor digestibilidade e menos fatores antinutricionais, porém observamos que a suplementação da fitase e xilanase nas dietas a base de milho não elevou o desempenho como desejado, mas reduziu comparado a mesma dieta sem o uso das enzimas, já que as enzimas agem em função do substrato e o milho em sua composição não possui um teor significativo de fitato (substrato da fitase) e polissacarídeos não amiláceos (PNAs) (substrato para ação da xilanase), sendo então essas enzimas mais eficientes quando utilizadas na dieta a base de trigo.

Contudo até mesmo utilizando as enzimas para atenuar esses efeitos na dieta a base de trigo + soja podemos conferir que não foi suficiente para manter ou igualar o desempenho obtido nas dietas a base de milho. As aves de postura têm um comportamento e exigências nutricionais diferentes das aves de corte, tendo esta primeira espécie, um maior requerimento de cálcio e fósforo, minerais que são quelatados pelo fitato que é muito abundante no trigo e na soja, ou seja, quanto mais trigo e soja mais fitato na dieta e menor aporte energético prejudicando o desempenho.

Podemos então considerar a superdosagem das carboidrases fitase e xilanase como uma readequação no uso das enzimas para o aproveitamento máximo dos benefícios da fibra na dieta, tendo em vista que a absorção de nutrientes foi melhorada com a suplementação das enzimas, já que, não houve uma diferença substancial nos índices de qualidade de ovos e

componente interno dos ovos. Alguns componentes internos foram influenciados pela alteração da base das rações, tendo a dieta a base de trigo + soja menor altura da gema, peso da gema, peso do albúmen, peso da casca e peso relativo da casca conforme apresentado na Tabela 7, contudo a estatística não evidenciou diferenças significativas nas medidas de qualidade, sendo a unidade Haugh e gravidade específica não influenciada.

As enzimas também não apresentaram influência estatisticamente significativa nos resultados, não havendo também interação significativa entre os fatores. Apenas a fitase que influenciou o peso relativo da gema, sendo que quando suplementada, promoveu um aumento de 5,84% ($P=0,0342$), Tabela 8.

Tabela 8. Influência da modificação das bases de rações e suplementação com xilanase e fitase sobre a altura da gema (mm), altura do albúmen (mm), peso (g) e pesos relativos (%) de gema, de albúmen e de casca, espessura da casca (mm) dos ovos de codornas japonesas de 19 a 34 semanas de idade

		AG	AAM	PG	PRG	PA	PRA	PC	PRC	EC
Base	Milho	11,97A	5,19	3,46A	28,41	6,36A	58,5	0,90A	8,67A	0,25
	Trigo	8,63B	4,77	2,77B	25,41	4,93B	47,7	0,72B	7,61B	0,22
Fitase	0	9,88	5,01	3,05	24,07A	5,78	49,9	0,8	8,44	0,23
	2000 FTU	10,72	4,95	3,17	29,91B	5,50	56,3	0,83	7,84	0,25
Xilanase	0	10,33	5,01	3,05	25,31	5,98	52,1	0,89	7,83	0,24
	16000 BXU	10,27	4,95	3,17	28,68	5,30	54,1	0,74	8,46	0,24
	SEM	0,77	0,96	0,18	1,91	0,46	3,86	0,06	0,27	0,01
P-Value	Base	0,00	0,38	0,01	0,30	0,03	0,05	0,04	0,01	0,11
	Fitase	0,44	0,91	0,64	0,04	0,68	0,25	0,72	0,12	0,30
	Xilanase	0,96	0,89	0,64	0,22	0,30	0,71	0,07	0,11	0,93
	Base*Fitase	0,48	0,09	0,88	0,59	0,53	0,74	0,77	0,18	0,84
	Base*Xilanase	0,90	0,93	0,70	0,22	0,72	0,70	0,77	0,10	0,30
	Fitase*Xilanase	0,43	0,37	0,15	0,77	0,27	0,67	0,63	0,13	0,32
	Base*Fitase* Xilanase	0,39	0,37	0,19	0,72	0,30	0,72	0,68	0,11	0,97
	CV (%)	39,6	35,7	30,4	37,4	43,6	38,5	38,0	17,5	28,6

AG: Altura da gema; AAM: Altura do albúmen; PG: Peso da gema; PRG: Peso relativo da gema; PA: Peso do albúmen; PRA: Peso relativo do albúmen; PC: Peso da casca; PRC: Peso relativo da Casca; EC: Espessura da casca.

Médias com letras diferentes diferem entre si a 5% de significância pelo teste Tukey.

A unidade Haugh é um índice de qualidade de ovos que está relacionado à altura do albúmen e peso do ovo, por não ter tido diferenças expressivas dos tratamentos a estes fatores,

os mesmos, também a unidade Haugh não foi influenciada. Não obstante, a gravidade específica está relacionada a qualidade dos componentes internos do ovo, sobretudo, a qualidade da casca influenciando principalmente no tempo de prateleira dos ovos e da mesma forma este dado não sofreu influência dos tratamentos conforme apresentado na Tabela 9.

Tabela 9. Influência da modificação das bases de rações e suplementação com xilanase e fitase sobre a unidade haugh e gravidade específica (g/cm³) dos ovos de codornas japonesas de 19 a 34 semanas de idade

	Unidade Haugh	Gravidade Específica
BASE		
Milho	96,14	1,07
Trigo	89,91	0,99
FITASE		
0	89,96	0,99
2000 FTU	96,09	1,07
XILANASE		
0	96,84	1,07
16000 BXU	89,21	0,99
SEM	3,15	0,03
P-Value		
Base	0,1690	0,1077
Fitase	0,1757	0,1300
Xilanase	0,0936	0,1255
Base*Fitase	0,1178	0,1289
Base*Xilanase	0,0913	0,1238
Fitase*Xilanase	0,1247	0,1314
Base*Fitase*Xilanase	0,1276	0,1296
CV	17,92	17,86

Médias com letras diferentes diferem entre si a 5% de significância pelo teste Tukey.

A Tabela 10 mostra o perfil sérico sanguíneo dos animais em estudo, de modo mais específico, índice de proteína total (g/dL), triglicerídeo (mg/dL) e colesterol (mg/dL). Os fatores não influenciaram significativamente o perfil de proteína total no sangue, as bases das dietas, por sua vez, influenciaram o nível de triglicerídeo, de modo que, aves alimentadas com ração a

base de trigo + soja apresentaram maior teor de triglicerídeo que aves alimentadas com ração a base de milho + soja (1258,47 mg/dL vs 628,52 mg/dL respectivamente; $P=0,0056$). O nível de triglicerídeo também foi afetado pela suplementação da xilanase, aves alimentadas com xilanase na dieta apresentaram 821,81 mg/dL ($P=0,0006$) a mais que aves alimentadas com a dieta sem xilanase. A xilanase também influenciou o perfil de colesterol no sangue, porém com o efeito inverso do que aconteceu com o triglicerídeo, a presença de xilanase na dieta reduziu em 97,71 mg/dL ($P=0,0427$) o teor de colesterol no sangue.

Tabela 10. Influência da modificação das bases de rações e suplementação com xilanase e fitase sobre os parâmetros séricos sanguíneos de codornas japonesas com 34 semanas de idade

	Proteína Total (g/dL)	Triglicerídeo (mg/dL)	Colesterol (mg/dL)
BASE			
Milho	5,15	628,52B	292,76
Trigo	5,40	1258,47A	249,78
FITASE			
0	5,15	927,24	227,17
2000 FTU	5,41	959,75	315,36
XILANASE			
0	5,02	532,59B	320,12A
16000 BXU	5,53	1354,40A	222,41B
SEM	0,19	146,38	32,28
P-Value			
Base	0,3557	0,0056	0,3559
Fitase	0,3325	0,8765	0,0653
Xilanase	0,0660	0,0006	0,0427
Base*Fitase	0,5080	0,0449	0,0040
Base*Xilanase	0,0618	0,0936	0,5040
Fitase*Xilanase	0,1658	0,3006	0,0571
Base*Fitase*Xilanase	0,1041	0,2273	0,0001
CV	14,16	62,06	47,61

Médias com letras diferentes diferem entre si a 5% de significância pelo teste Tukey.

A interação Base*Fitase provocou uma modificação no nível de triglicerídeo e colesterol das aves, quando alimentadas com dieta a base de trigo+soja com 2000FTU de fitase

o nível de triglicerídeo foi ligeiramente maior que o encontrado nas aves alimentadas com dieta a base de milho+soja com 2000FTU de fitase. Já para o nível de colesterol o efeito foi inverso, aves alimentadas com milho+soja tiveram um maior teor no sangue comparadas as aves alimentadas com trigo+soja e a fitase potencializou esse efeito, pois as aves que receberam milho+soja sem suplementação da fitase tiveram menor colesterol quando comparadas com aves que receberam a mesma base com a enzima, conforme mostra a Tabela 11.

Tabela 11. Desdobramento da interação Base x Fitase sobre o índice triglicerídeo (mg/dL) e colesterol (mg/dL) de codornas japonesas com 34 semanas de idade

TRIGLICERIDEO			
Fitase	Milho + Soja	Trigo + Soja	Valor de P
0	831,305	1023,167	0,5185
2000 FTU	425,733 b	1493,768 a	0,0013
Valor de P	0,1787	0,121	
SEM	207,02		
COLESTEROL			
Fitase	Milho + Soja	Trigo + Soja	Valor de P
0	176,080 B	278,258	0,1267
2000 FTU	409,432 Aa	221,292 b	0,0076
Valor de P	0,0014	0,3864	
SEM	45,66		

Letras maiúsculas diferem entre as linhas, minúsculas entre as colunas a 5% de significância pelo teste Tukey.

Houve também uma interação tripla entre os fatores para o nível de colesterol, mostrando que, sem o uso de enzimas, o tratamento com trigo+soja gerou um maior nível de colesterol, porém com 2000FTU de fitase sem xilanase as dietas a base de milho+soja proporcionaram um crescimento de 424,63 mg/dL no sangue quando utilizadas as mesmas doses de enzimas e trigo+soja. Não obstante, utilizando a base milho+soja sem xilanase a fitase aumenta em 675% o nível de colesterol comparado ao tratamento sem enzima. Concomitantemente, a combinação milho+soja e 2000FTU de fitase com 16000BXU de xilanase reduz em 316% o nível de colesterol comparada à mesma combinação sem xilanase. As interações triplas dos parâmetros séricos sanguíneos estão na Tabela 12.

Tabela 12. Desdobramento da interação tripla Base x Fitase x Xilanase sobre os parâmetros séricos sanguíneos de codornas japonesas com 34 semanas de idade

Fitase - Xilanase	Milho + Soja	Trigo + Soja	Valor de P	SEM
0 FIT; 0 XIL	92,045 b	368,764 a	0,0058	
0 FIT; 16000 BXU XIL	260,114	187,753	0,4359	64,57
2000 FTU FIT; 0 XIL	622,159 a	197,528 b	0,0001	
2000 FTU FIT; 16000 BXU XIL	196,705	245,056	0,6014	
SEM	188,48			

Letras minúsculas diferem entre as Colunas a 5% de significância pelo teste Tukey

Avaliações dos parâmetros séricos sanguíneos, especificamente o perfil lipídico, são comumente utilizados para identificação de desordens subclínicas, efeitos de má nutrição ou diferentes tratamentos dietéticos e interações metabólicas, com o uso de novos suplementos alimentares ou condições de bem estar (MONIELLOL *et al.*, 2005; AGUILAR *et al.*, 2013). Não houve uma alteração significativa no perfil sérico de proteína total, desta forma podemos afirmar que a modificação das bases e a suplementação das enzimas não alterou significativamente o metabolismo proteico das aves. O fitato reduz a absorção de proteína, diminuindo a atividade de enzimas endógenas como a pepsina, mas as carboidrases nas doses suplementadas foram eficientes na eliminação deste fator mantendo uma boa absorção de proteína e aminoácidos, considerando também, que o trigo possui quase 9% a mais de proteína em sua composição comparado ao milho.

Por outro lado, a dieta a base de trigo+soja promoveu um aumento significativo da concentração sérica de triglicerídeo, o que se deve pela compensação do menor nível energético desta dieta com o óleo de soja, acarretando em um maior teor lipídico na dieta influenciando no o metabolismo energético do animal, visto que, glicose, colesterol e triglicerídeo são os principais parâmetros associados com o metabolismo energético. A xilanase promoveu o mesmo efeito por facilitar a fermentação dos PNAs no duodeno, xiloses, arabinoses e beta-glucanos, estimulando bactérias produtoras de acetato, proprionato e butirado, que podem ser utilizadas pelo animal como fonte energética e alimentação cruzada.

Os fatores em estudo não influenciaram significativamente os índices de matéria seca (MS), cinzas e também resistência de tibia ($P > 0,05$) como mostra a Tabela 13, porém houve uma interação tripla dos fatores sob o percentual de cinzas, onde, quando houve o uso associado de 2000FTU de fitase e 16000BXU de xilanase o percentual de cinzas foi 5,14% maior para a

base trigo+soja em relação a base milho+soja ($P=0,0348$). Já quando combinada a base milho+soja e 16000BXU de xilanase o incremento da fitase decresce em 5,10% o percentual de cinzas quando não usado fitase. As interações triplas são reveladas na Tabela 14.

Tabela 13. Influência da modificação das bases de rações e suplementação com xilanase e fitase sobre o percentual de cinzas, matéria seca e resistência de tibia (kgf/cm^2) de codornas japonesas com 34 semanas de idade

	Cinzas (%)	Materia SECA (%)	Resistência de Tibia (kgf/cm^2)
BASE			
Milho	28,59	55,58	2,95
Trigo	29,44	60,81	3,90
FITASE			
0	28,87	56,75	3,68
2000 FTU	29,16	59,64	3,16
XILANASE			
0	29,14	60,10	3,65
16000 BXU	28,89	56,29	3,19
SEM	0,8449	2,6965	0,0500
P-VALUE			
Base	0,4831	0,1747	0,1630
Fitase	0,8094	0,4505	0,4418
Xilanase	0,8413	0,3218	0,4987
Base*Fitase	0,3039	0,1116	0,3366
Base*Xilanase	0,8091	0,5447	0,2543
Fitase*Xilanase	0,2527	0,2005	0,7277
Base*Fitase*Xilanase	0,0232	0,8211	0,2725
CV(%)	18,42	29,31	0,01

Tabela 14. Desdobramento da interação tripla Base x Fitase x Xilanase sobre percentual de cinzas de tibia de codornas japonesas com 34 semanas de idade

Fitase - Xilanase	Milho + Soja	Trigo + Soja	Valor de P	SEM
0 FIT; 0 XIL	27,26	29,34	0,386	
0 FIT; 16000 BXU XIL	30,88	28,00	0,233	
2000 FTU FIT; 0 XIL	30,46	29,48	0,683	1,69
2000 FTU FIT; 16000 BXU XIL	25,78 b	30,92 a	0,035	
SEM		1,1949		

Letras minúsculas diferem entre as Colunas a 5% de significância pelo teste Tukey.

O osso constitui-se de 69% de materiais inorgânicos, 22% de matriz óssea orgânica, principalmente o colágeno tipo I e 9% de água, contudo alterações nas proporções de seus constituintes podem modificar as suas propriedades (OLIVEIRA *et al.*, 2014; MÜLLER *et al.*, 2012) prejudicando sua funcionalidade. Juntamente com o colágeno, o cálcio é um dos elementos responsáveis pela mineralização óssea e sua deficiência está relacionada a fragilidade e menor mineralização óssea afetando a sua qualidade mecânica (MÜLLER *et al.*, 2012). A rigidez do tecido ósseo é resultante da deposição de cálcio e fósforo, na forma de hidroxapatita, durante o processo de mineralização óssea (REIS *et al.*, 2020).

Alguns estudos correlacionam idade das aves com resistência e densidade óssea, Oliveira *et al.* (2014) mostrou em seu estudo que a densidade óssea é crescente até 21 dias de idade, sendo que após este período a mesma não tem variações tão marcantes em função da idade. Em conformidade com estes autores podemos destacar que a idade das aves pode ter sido um fator para que não houvesse diferença estatística significativa nos dados de qualidade óssea, ainda assim a associação das enzimas com a base trigo + propiciou cerca de 5% a mais de matéria mineral, ou cinza tibial, por tornar acessível o Ca e P presentes no fitato, além de um possível efeito facilitador na absorção de minerais.

O perfil bacteriano da microbiota intestinal das aves foi diretamente estimulado pelas dietas aplicadas e a presença das enzimas gerou um perfil bacteriano ainda mais benéfico, tendo em quase sua totalidade a presença de bactérias do filo firmicutes como mostra o gráfico 1. As bactérias do filo Firmicutes estão ligadas a produção de enzimas que atuam na degradação de polissacarídeos indigestíveis pelo sistema enzimático do hospedeiro, como o amido resistente e a celulose (JUMPERTZ *et al.*, 2011; ALLEN & STANTON 2014), potencializando assim a degradação e aproveitamento de componentes indigestíveis.

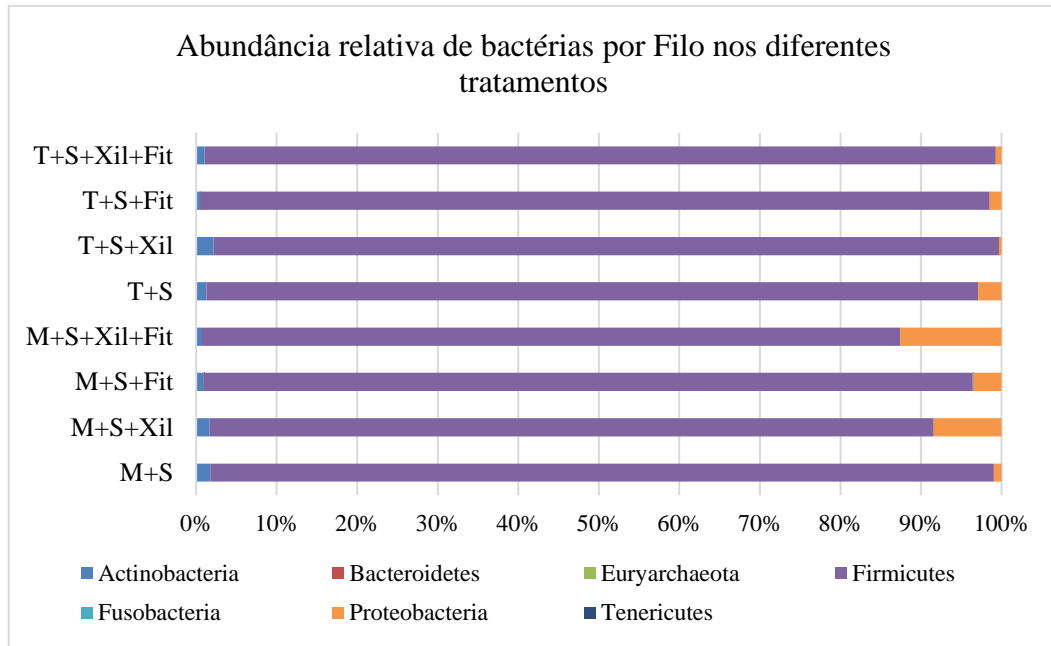


Gráfico 1 - Influência da modificação das bases de rações e suplementação com xilanase e fitase sobre o perfil bacteriano por filo da microbiota intestinal de codornas japonesas com 34 semanas de idade.

O filo Actinobactérias são de bactérias gram-positivas com capacidade de produzir enzimas que metabolizam o fósforo e possui potencial antibiótico. Ptcak *et al.* (2015), destacou que a fitase possui um papel na modulação da microbiota intestinal de frangos, o que se relaciona com os níveis de fósforo e cálcio nas dietas e também a presença de bactérias que auxiliam nesta atividade, como algumas bactérias do filo firmicutes e actinobactérias.

As proteobactérias tiveram uma maior ocorrência nos tratamentos a base de milho+soja com enzimas, chegando a uma proporção de quase 15% do perfil. Estas, são bactérias gram negativas, estudos indicam que estão diretamente relacionadas com diagnósticos de disbiose, quebra no equilíbrio de bactérias patogênicas e comensais protetoras insidindo em risco de enfermidades (Mukhopadhyaya *et al.*, 2012; Shin *et al.*, 2012).

As dietas a base de milho + soja por apresentar um menor teor de substrato fibroso também apresentou uma menor quantidade de bactérias, com exceção do tratamento com fitase, revelando um estímulo dessa enzima à microbiota intestinal, por melhorar o acesso das bactérias ao substrato fermentativo, atividade das enzimas endógenas e disponibilidade de compostos catiônicos como minerais e alguns aminoácidos, aumentando também a presença de proteobactérias e actinobactérias.

Podemos ver uma grande influência do substrato fibroso estimulando um perfil com maior quantitativo de bactérias, como vemos para o tratamento com trigo + soja sem enzima,

onde houve um considerável aumento na quantidade de bactérias em relação aos outros tratamentos como mostra o gráfico 2.

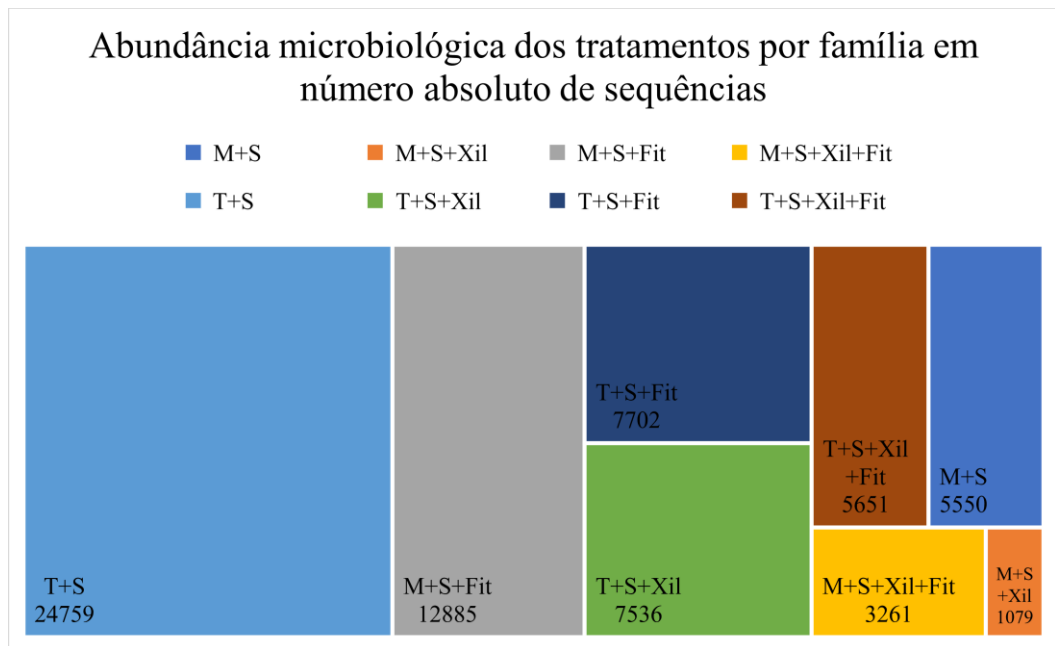


Gráfico 2 - Influência da modificação das bases de rações e suplementação com xilanase e fitase sobre a abundância de sequências bacterianas, por família, na microbiota intestinal de codornas japonesas de com 34 semanas de idade.

A presença da xilanase reduziu a quantidade de bactérias no trato gastrointestinal, isto para ambas as bases, associado com a fitase ela manteve esse efeito controlando a quantidade de bactérias. Em comparação à quantidade de bactérias do tratamento trigo+soja sem enzima houve três vezes menos bactérias, porém, com um perfil mais gram-positivo, o que pode se dar pelo fato de que a xilanase reduz a viscosidade da digesta (CHOCT *et al.*, 2004) reduzindo o tempo de trânsito do alimento no intestino, o tempo de ação para fixação microbiana (BEDFORD, 2018), assim, reduzindo a disponibilidade de substrato para as bactérias. Diferentemente disso, a dieta com trigo + soja sem enzimas apresenta uma elevada quantidade de bactérias por ter maior teor de substrato para a proliferação das mesmas e a não suplementação das carboidrases gera um maior tempo de trânsito desse bolo alimentar.

O gráfico 3, abaixo, apresenta a diversidade de famílias por tratamento, onde podemos observar que o tratamento milho + soja com 2000 FTU de fitase promoveu uma maior diversidade de famílias evidenciando a capacidade da fitase de estimular a microbiota intestinal. Tal efeito pode ser explicado também pela melhor digestibilidade do milho em relação ao trigo, devido seu teor de amido glicêmico, somado ao efeito da fitase sob o conteúdo fibroso da soja fornecendo para a microbiota energia, nutrientes e porções de fibras degradadas.

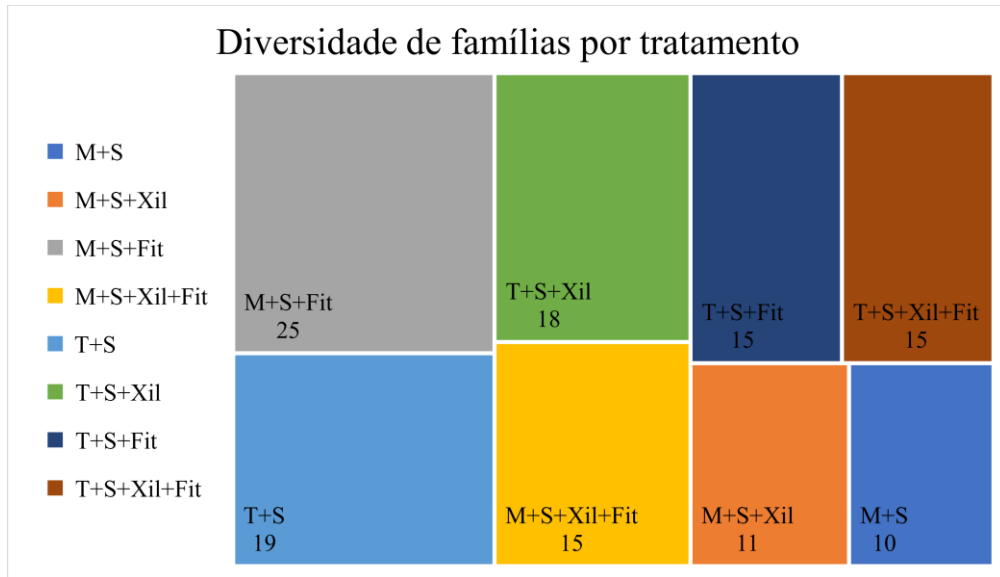


Gráfico 3 – Influência da modificação das bases de rações e suplementação com xilanase e fitase sobre a diversidade de famílias de bactérias, por tratamento, na microbiota intestinal de codornas japonesas de com 34 semanas de idade.

O gráfico 4 apresenta a abundância microbiológica de cada tratamento por família, para facilitar a interpretação dos efeitos da modificação das bases da ração e suplementação enzimática.

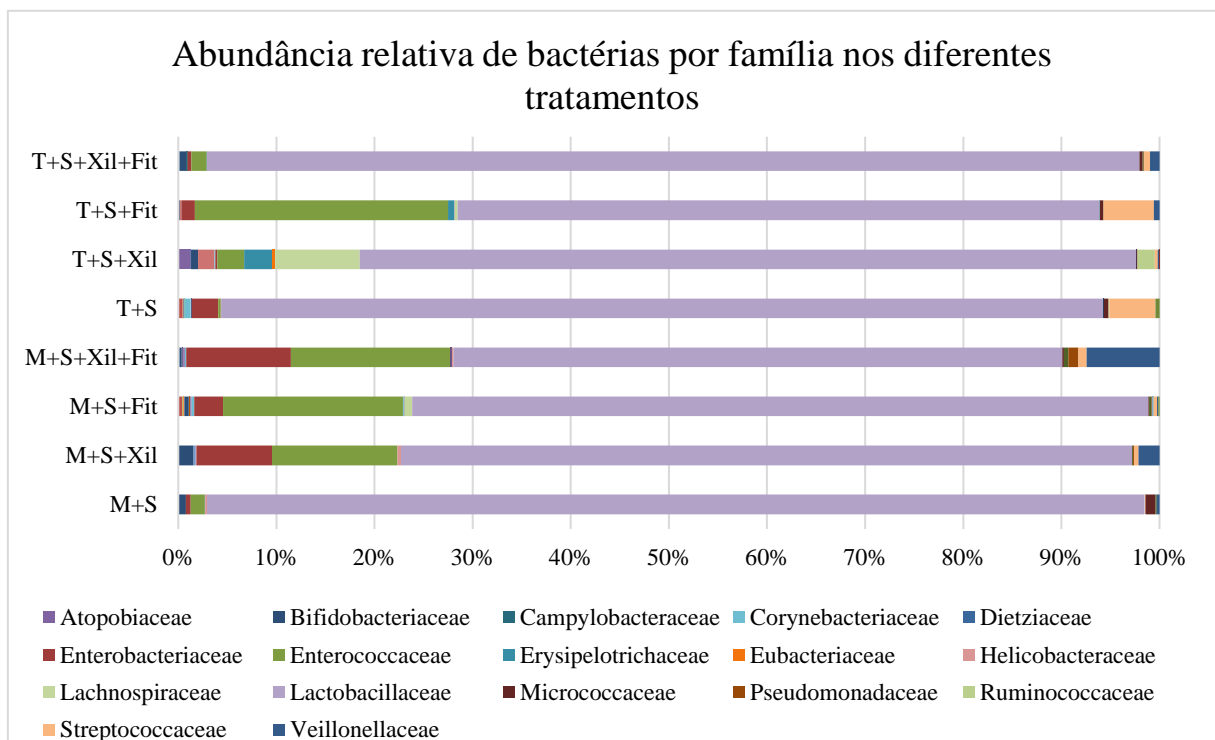


Gráfico 4 - Influência da modificação das bases de rações e suplementação com xilanase e fitase sobre a abundância relativa de bactérias por família da microbiota intestinal de codornas japonesas com 34 semanas de idade.

A família de bactérias predominante em todos os tratamentos foi Lactobalillaceae, apontando que as dietas resultaram em um perfil mais benéfico, apenas a dieta a base de trigo + soja sem enzimas que apresentou um maior número de sequências bacterianas gram-negativas, sendo 4,7% Streptococcaceae e 2,7% Enterobacteriaceae. A dieta a base de milho + soja sem enzimas apresentou um perfil parecido ao proporcionado pela dieta trigo + soja com xilanase e fitase com 95,5 % de bactérias da família lactobacillaceae e apenas 1,5% de bactérias gram negativas, isto por conta da digestibilidade mais fácil do milho e a ação enzimática degradando os fatores antinutricionais do trigo.

Segundo Shang et al. (2018) o duodeno é composto principalmente por bactérias da família dos lactobacillaceae, enterococcaceae e streptococcaceae, bactérias de metabolismo fermentativo, o que corrobora com os resultados obtidos neste estudo: predominância dos lactobacillus e efeito fermentativo no duodeno potencializado pelo uso da fitase e xilanase.

A inclusão de fibra na dieta influencia o crescimento e estabelecimento de microrganismos benéficos, fornecendo substratos para utilização em seu metabolismo (SINGH E KIM, 2021), a suplementação das carboidrases aumenta esse efeito por facilitar a degradação dessa fibra tornando acessível as porções de fibra solúveis.

Apesar de apresentar algumas cepas que são ligadas a reações patogênicas, as bactérias da família Streptococcaceae possuem atividade na degradação dos polissacarídeos não amiláceos (PNAs) presente nos grãos servindo como fonte energética para as aves (LI *et al.*, 2019; FERNANDES *et al.*, 2020). Isto revela a necessidade de não se excluir ou apenas incluir uma família ou um filo de bactérias, mas proporcionar ao animal um perfil microbiano diversificado com uma proporção mais alta de bactérias gram positivas que ajudam a balancear a quantidade de bactérias gram negativas, aproveitando as suas funções benéficas como, por exemplo, a degradação de PNAs pelas bactérias Streptococcaceae.

Concomitantemente, um perfil benéfico potencializa as funções e a população simbiote, reduzindo as patobiontes, promovendo uma ação direta de atividades essenciais ao hospedeiro, proporcionando um melhor estímulo para o animal expressar todo o seu potencial genético e de absorção, mais próximo do ideal, dos nutrientes presentes na dieta, conferindo uma melhor resposta imune ao hospedeiro com uma boa produção de muco no sistema gastrointestinal. Aves de postura são aves de ciclos mais longos com exigências específicas para a produção de ovos, por isso é essencial um perfil ótimo da microbiota para que mantenha alta a imunidade das aves auxiliando na manutenção da barreira intestinal elevando desempenho e baixa susceptibilidade a enfermidades.

7 CONCLUSÃO

As dietas a base de milho+soja propiciam maior desempenho em produção, peso, massa e conversão por massa de ovo, bem como altura e peso da gema, peso do albúmen, peso da casca e peso relativo da casca de ovo de codornas Japonesas em postura de 19 a 34 semanas de idade. A associação da fitase, xilanase e alto teor de substrato fibroso na dieta promoveu maior nível sérico de triglicérideo, maior percentual de cinza tibial e estimula o perfil da microbiota intestinal de codornas japonesas para um perfil com 97% de bactérias gram positivas com maior predominância de bactérias da família lactobacillaceae.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AACHARY, A. A.; PRAPULLA, S. G. Xylooligosaccharides (XOS) as an Emerging Prebiotic: Microbial Synthesis, Utilization, Structural Characterization, Bioactive Properties, and Applications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 10, n. 1, p. 2–16, jan. 2011.
- ALLEN, HEATHER K.; STANTON, THAD B. Altered egos: antibiotic effects on food animal microbiomes. **Annual review of microbiology**, v. 68, p. 297-315, 2014.
- ALTSCHUL S. F.; GISH, W.; MILLER, W.; MYERS, E. W.; LIPMAN, D. J. Basic local alignment search tool. *J. Mol. Biol.*, v. 215, n. 3, p. 403-410, 1990.
- ANDREWS, S. FastQC: a quality control tool for high throughput sequence data. 2010. Available online at: <http://www.bioinformatics.babraham.ac.uk/projects/fastqc>.
- BAE, Y.; KOO, B.; MO, J.; OH, K.; MO, I. P. Bacterial diversity and its relationship to growth performance of broilers. **Korean Journal of Veterinary Research**, v. 57, n. 3, p. 159–167, 2017.
- BARLETTA, A. Introduction: Current Market and Expected Developments. In: BEDFORD, M. R.; PATRIDGE, G. G. (EDS.). **Enzymes in Farm Animal Nutrition, 2nd Edition**. 2nd Editio ed. [s.l: s.n.].
- BEDFORD, M. R.; COWIESON, A. J. 2012. Exogenous Enzymes and Their Effects on Intestinal Microbiology. **Animal Feed Science and Technology**. 173(1–2): 76–85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.12.018>.
- BEDFORD, M. R.; PATRIDGE, G. G. (EDS.). **Enzymes in Farm Animal Nutrition, 2nd Edition**. 2nd Editio ed. [s.l: s.n.].
- BORDA-MOLINA, D.; VITAL, M.; SOMMERFELD, V.; RODEHUTSCORD, M.; SILVA, A. C.; Insights into broilers 'gut microbiota fed with phosphorus, calcium, and phytase supplemented diets. **Frontiers in Microbiology**, v. 7, n. DEC, p. 1–13, 2016.
- CARRASCO, J. M. D.; CASANOVA, N. A.; MIYAKAWA, M. E. F. Microbiota, gut health and chicken productivity: What is the connection? **Microorganisms**, v. 7, n. 10, p. 1–15, 2019.
- CARD, L. E.; NESHEIM, N. C. Poultry Production, 1 lth ed. Philadelphia, Lea and Febige, 1972.
- CASTRO, S. D. F. et al. RELAÇÃO METIONINA E COLINA DIETÉTICA SOBRE O DESEMPENHO DE CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*) EM POSTURA. **Ciência Animal Brasileira**, v. 12, n. 4, p. 635–641, 2011.
- CHOCT, M.; KOCHER, A.; WATERS, D. L. E. A comparison of three xylanases on the nutritive value of two wheats for broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, v. 92, n. 1, p. 53-61, 2004.

CLAVIJO, V.; FLÓREZ, M. J. V. The gastrointestinal microbiome and its association with the control of pathogens in broiler chicken production: A review. **Poultry Science**, v. 97, n. 3, p. 1006–1021, mar. 2018.

COCK, P. J. A *et al.* Biopython: freely available Python tools for computational molecular biology and bioinformatics. **Bioinformatics**, v. 25, n. 11, p. 1422–1423, 2009.

CORRÊA, G. S. S.; SILVA, M. A.; CORRÊA, A. B.; FONTES, D. O.; SANTOS, G. G.; DIONELO, N. L.; WENCESLAU, R. L.; FELIPE, V. P. S.; FERREIRA, I. C.; SOUZA, J. E. R. Efeito de diferentes níveis de proteína e energia sobre o rendimento de carcaça de codornas européias. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 2, p. 266–271, 2005.

CORRÊA, G. S. S.; SILVA, M. A.; CORRÊA, A. B.; FONTES, D. O.; SANTOS, G. G.; DIONELO, N. L.; WENCESLAU, R. L.; FELIPE, V. P. S.; FERREIRA, I. C.; SOUZA, J. E. R. Desempenho de codornas de corte EV1 alimentadas com diferentes níveis de lisina na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 6, p. 1545–1553, 2007.

DE MAESSCHALCK, C.; EECKHAUT, V.; MAERTENS, L.; DE LANGE, L.; MARCHAL, L.; NEZER, C.; DE BAERE, S.; CROUBELS, S.; DAUBE, G.; DEWULF, J.; HAESBROUCK, F.; DUCATELLE, R.; TAMINAU, B.; VAN IMMERSEEL, F. Effects of Xylo-Oligosaccharides on Broiler Chicken Performance and Microbiota. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 81, n. 17, p. 5880–5888, 1 set. 2015.

De SANTIS, T. Z. *et al.* Greengenes, a Chimera-Checked 16S rRNA Gene Database and Workbench Compatible with ARB. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 72, n. 7, p. 5069- 5072, 2006.

DING, J. DAI, R.; YANG, L.; HE, C.; XU, K.; LIU, S.; ZHAO, W.; XIAO, L.; LUO, L.; ZHANG, Y.; MENG, H. Inheritance and Establishment of Gut Microbiota in Chickens. **Frontiers in Microbiology**, v. 8, n. OCT, p. 1–11, 10 out. 2017.

FIGUEIRA, S. V.; MOTA, B.; LEONÍDIO, A.; NASCIMENTO, G.; ANDRADE, M. A. Microbiota intestinal das aves de produção. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 2181-2208, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/ri/13541>>. Acesso em: 20 ago. 2020.

GRECCO, É. T. MARCATO, S. M.; OLIVEIRA, B. T. M.; STANQUEVIS, C. E.; GRIESER, D. O.; FINCO, E. M.; ZANCANELA, V. FERREIRA, M. F. Z. Xylanase for meat-type quails from 15 to 35 days old. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 48, p. 10, 2019.

GREINER, R.; KONIETZNY, U.. Phytases: Biochemistry, Enzymology and Characteristics Relevant to Animal Feed Use. In: BEDFORD, M. R.; PATRIDGE, G. G. (EDS.). **Enzymes in Farm Animal Nutrition, 2nd Edition**. 2nd Editio ed. [s.l: s.n.].

HUMER, E.; SCHWARZ, C.; SCHEDULE, K. **Phytate in pig and poultry nutrition** *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. Blackwell Publishing Ltd, , 1 ago. 2015. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1111/jpn.12258>>. Acesso em: 5 ago. 2020.

JUMPERTZ, R., LE, D. S., TURNBAUGH, P. J., *et al.* Energy-balance studies reveal associations between gut microbes, caloric load, and nutrient absorption in humans. **The American journal of clinical nutrition**, v. 94, n. 1, p. 58-65, 2011.

LEE, S.; LA, T. M.; LEE, H. J.; CHOI, I. S.; SONG, C. S.; PARK, S. Y.; LEE, J. B. Characterization of microbial communities in the chicken oviduct and the origin of chicken embryo gut microbiota. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1–11, 2019.

LIMA, M.R.; 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.

MASELLA, A. P. *et al.* PANDAseq: paired-end assembler for illumina sequences. **BMC Bioinformatics**, v. 13, n. 31, 2012.

MÓRI, C.; GARCIA, E. A.; PAVAN, A. C.; PICCININ, A.; PIZZOLANTE, C. C. Desempenho e rendimento de carcaça de quatro grupos genéticos de codornas para produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 870–876, 2005.

MUKHOPADHYA, I.; HANSEN, R.; EL-OMAR, E.; HOLD, G. L. IBD—what role do Proteobacteria play?. **Nature Reviews Gastroenterol Hepatol**, v. 9, p. 219–230, 2012. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2012.14>

MUNIZ, J. C. L.; BARRETO, S. L. T.; VIANA, G. S.; REIS, R. S.; MENCALHA, R.; BARBOSA, L. M. R.; FERREIRA, R. C. Desempenho e qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes rações comerciais. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 5, p. 95–100, 2015.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. Washington, D.C.: National Academy of Science. 9.ed. 1994. 155p.

OLIVEIRA, C. F. S.; VIEIRA, B. S.; CORRÊA, G. S. S. História de criação e nutrição de codornas no Brasil e no mundo. In: VARGAS, D. G. V.; LIMA, M. R.; CAVALCANTE, D. T. **Codornas Japonesas e Europeias**. [s.l.] Novas Edições Acadêmicas, 2019.

OLIVEIRA, E.; DEMINICES, R. G. S.; LIMA, M. R.; COSTA, F. G. P.; NASCIMENTO, D. S.; RIBEIRO, T. S. Impact of Intestinal Health at Poultry. **Open Access Journal of Science**, v. 1, n. 5, 7 dez. 2017.

OLIVEIRA, A. F. G.; BRUNO, L. D. G.; MARTINS, E. N.; MORAES, G. E. R.; MONTEIRO, A. C.; PAULA, L. M. C.; POZZA, P. C.; SANGALI, C. P. Efeito da densidade de criação e do grupo genético sobre a composição mineral e desenvolvimento de ossos longos de frangos de corte. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 2, p. 1023–1033, 2014.

PALOHEIMO, M. *et al.* Introduction: Xylanases and Cellulases as Feed Additives. In: BEDFORD, M. R.; PATRIDGE, G. G. (EDS.). **Enzymes in Farm Animal Nutrition, 2nd Edition**. 2nd Editio ed. [s.l: s.n.].

PARK, S. Y.; BIRKHOLO, S. G.; KUBEN, L. F.; NISBET, D. J.; RICKE, S. C. Effect of storage condition on bone breaking strength and bone ash in laying hens at different stages in production cycles. **Poultry Science**. v. 82, p. 1688–1691. 2003.

PINHEIRO, S. G. SOUZA, R. B.; RODRIGUES, F. A. C.; LIMA, R. C.; JÚNIOR, J. P. F. Abate, processamento de carne, ovos e mercado consumidor. In: VARGAS, D. G. V.; LIMA, M. R.; CAVALCANTE, D. T. **Codornas Japonesas e Europeias**. [s.l.] Novas Edições Acadêmicas, 2019.

PTAK, A.; BEDFORD, M. R.; WIA, T. S.; ZYŁA, K.; JÓZEFIAK, D. Phytase modulates ileal microbiota and enhances growth performance of the broiler chickens. **PLoS ONE**, v. 10, n. 3, p. 15, 17 mar. 2015.

QUAST C. *Et al.* The SILVA ribosomal RNA gene database project: improved data processing and web-based tools. *Nucl. Acids Res.*, v. 41, n. D1, D590-D596, 2013.

RAMOS, A.H., SANTOS, L.M., MIGLINO, M.A., PERES, J.A., GUERRA, R.R. 2011. Biometria, histologia e morfometria do sistema digestório do cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*) de vida livre. *Biotemas*. 24, 111-119.

REIS, T. L.; PALOMINO, J. C.; DIELIS, F.; MORAES, J. E.; PIZZOLANTE, C. C; LIMA, L. F. C. Bone quality, mineral excretion and dry matter digestibility of semi-heavy layers fed with kaolin at the end of the production cycle. **Archives of Veterinary Science**, v. 25, n. 2, p. 56–70, 2020.

LEHNEN, C. R.; LOVATTO, P. A.; ANDRETTA, I.; KIPPER, M.; HAUSCHILD, L.; ROSSI, C. A. Meta-análise da digestibilidade ileal de aminoácidos e minerais em suínos alimentados com dietas contendo enzimas Meta-analysis of ileal digestibility of amino acids and minerals in pigs fed diets containing enzymes. [s.d.].

MÜLLER, E. S.; BARBOSA, A. A.; MORAES, G. H. K.; VIEITES, F. M.; ARAÚJO, G. M. Parâmetros químicos, bioquímicos e mecânicos de fêmures de frangos de corte submetidos a diferentes balanços eletrolíticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 6, p. 1454–1462, 2012.

ROSTAGNO, H. S., ALBINO, L. F. T., HANNAS, M. I., DONZELE, J. L., SAKOMURA, N. K., PERAZZO, F. G., SARAIVA, A., TEIXEIRA, L. M., RODRIGUES, P. B., DE OLIVEIRA, R. F., LOPES, D. C., BARRETO, S. L. T., & BRITO, C. O. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. Ed. – Viçosa : Departamento de Zootecnia, UFV, 2017.

SERGEANT, M. J.; CONSTANTINIDOU, C.; COGAN, T. A.; BEDFORD, M. R.; PENN, C. W.; PALLAN, M. J. Extensive Microbial and Functional Diversity within the Chicken Cecal Microbiome. **PLoS ONE**, v. 9, n. 3, p. e91941, 21 mar. 2014.

SHANG, Y.; KUMAR, S.; OAKLEY, B.; KIM, W. K. Chicken gut microbiota: Importance and detection technology. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 5, n. OCT, 2018.

SHIN, N.-R.; WHON, T. W.; BAE, J. W. Proteobacteria: microbial signature of dysbiosis in gut microbiota. *Trends in Biotechnology*, 33(9), p. 496–503, 2015. doi:10.1016/j.tibtech.2015.06.011

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos** (métodos químicos e biológicos). 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, J. H. V.; FILHO, J. J.; COSTA, F. G. P.; LACERDA, P. B.; VARGAS, D. G. V.; LIMA, M. R. Exigências nutricionais de codornas. **Revista Brasileira de Saude e Producao Animal**, v. 13, n. 3, p. 775–790, 2012.

SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P. **Tabela para codornas japonesas e européias**. 2.ed. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2009. 110p.

SILVA JUNIOR, P. A. DA. **Desempenho, morfometria intestinal e microbiota cecal em codornas de corte alimentadas com glutamina associada ao ácido glutâmico e submetidas ou não a estresse térmico**. [s.l.] Universidade Federal da Paraíba, 2016.

SMYTH, R. P. *et al.* Reducing chimera formation during PCR amplification to ensure accurate genotyping. *Gene*, v. 469, p. 45–51, 2010.

THOM, E. C. The Discomfort Index. **Weatherwise**, v. 12, n. 2, p. 57-61, 1 abr. 1959.

VARGAS, D. G. V.; LIMA, M. R.; CAVALCANTE, D. T. **Codornas Japonesas e Europeias**. [s.l.] Novas Edições Acadêmicas, 2019.

WALK, C. L.; BEDFORD, M. R.; MCELROY, A. P. Influence of limestone and phytase on broiler performance, gastrointestinal pH, and apparent ileal nutrient digestibility. **Poultry Science**, v. 91, n. 6, p. 1371–1378, jun. 2012.

WILKINSON, N.; HUGHES R.J.; ASPDEN, W.J.; CHAPMAN J.; MOORE, R.J.; STANLEY, D. The Gastrointestinal Tract Microbiota of the Japanese Quail, *Coturnix Japonica*. **Applied Microbiology and Biotechnology** 100(9): 4201–9, 2016. DOI: doi: 10.1007/s00253-015-7280-z.

WU, Y. B.; RAVINDRAN, V.; THOMAS, D.G; BIRTLES, M.J.; HENDRIKS, W.H. Influence of phytase and xylanase, individually or in combination, on performance, apparent metabolisable energy, digestive tract measurements and gut morphology in broilers fed wheat-based diets containing adequate level of phosphorus. **British Poultry Science**, v. 45, n. 1, p. 76–84, 2004.

ZELLER, E.; SCHOLLENBERGER, M.; KÜHN, I.; RODEHUTSCORD, M. Effect of diets containing enzyme supplements and microwave-treated or untreated wheat on inositol phosphates in the small intestine of broilers. **Animal Feed Science and Technology**, v. 204, n. August 2013, p. 42–51, jun. 2015.