



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO –
CAMPUS RIO VERDE
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**ARABINOFURANOSIDASE E XILANASE NA DIETA DE CODORNAS
JAPONESAS**

Autora: Ludmilla Farias dos Santos
Orientadora: Dra. Cibele Silva Minafra

Rio Verde – GO
Abril – 2024

**ARABINOFURANOSIDASE E XILANASE NA DIETA DE CODORNAS
JAPONESAS**

Autora: Ludmilla Farias dos Santos
Orientadora: Dra. Cibele Silva Minafra

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde – Área de concentração: Produção Animal.

Rio Verde – GO

Abril – 2024

FICHA CATALOGRÁFICA

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

SSA237 Santos , Ludmilla Farias dos
ARABINOFURANOSIDASE E XILANASE NA DIETA DE
CODORNAS JAPONESAS / Ludmilla Farias dos Santos ;
orientador Cibele Silva Minafra Minafra. -- Rio
Verde, 2024.
73 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado em zootecnia) -
- Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2024.

1. Amido . 2. Celulose . 3. Qualidade ovo. 4.
Arabinofuranosidase. 5. Xilanase. I. Minafra, Cibele
Silva Minafra, orient. II. Título

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese | <input type="checkbox"/> Artigo Científico |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input type="checkbox"/> TCC - Graduação | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Ludmilla Farias dos Santos

Matrícula: 2023102310240002

Título do Trabalho: Arabinofuranosidase e xilanase na dieta de codornas japonesas

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: não Sim, justifique: _____

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: __/__/__

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não não

documento pode vir a ser publicado como livro? Sim não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

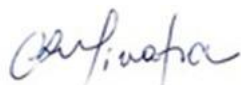
1. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde, 23/07/2024.



Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 63/2024 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Unidade do IF Goiano:	Campus Rio Verde	
Programa de Pós-Graduação:	Zootecnia	
Defesa de:	Dissertação	Defesa de número:152
Data: 05/07/2024	Hora de início: 14:00h	Hora de encerramento: 16:00h
Matrícula do discente:	2023102310240002	
Nome do discente:	Ludmilla Faria dos Santos	
Título do trabalho:	Arabinofuranosidase e xilanase na dieta de codornas japonesas	
Orientadora:	Cibele Silva Minafra	
Área de concentração:	Zootecnia/Recursos Pesqueiros	
Linha de Pesquisa:	Sustentabilidade e produção de não ruminantes	
Projeto de pesquisa de vinculação	Arabinofuranosidase e xilanase na dieta de codornas japonesas	
Titulação:	Mestre em Zootecnia	

Nesta data, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora, Prof^ª. Dra Cibele Silva Minafra (Orientadora), Prof^ª. Dra Ana Paula Cardoso Gomide (Avaliadora Interna), Prof. Dr. Adriano Carvalho Costa (Avaliador Interno) e Prof. Dr. Alison Batista Vieira Silva Gouveia (Avaliador Externo) sob a presidência da primeira, em sessão pública realizada no auditório da Diretoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde, para procederem a avaliação da defesa de dissertação, em nível de

Mestrado, de autoria de **LUDMILLA FARIAS DOS SANTOS**, discente do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do Instituto Federal Goiano 3 Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Cibele Silva Minafra, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida o(a) autor (a) da dissertação para, em 40 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu o(a) examinado(a), tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, e procedidas às correções recomendadas, a dissertação foi APROVADA, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM ZOOTECNIA**. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGZ da versão definitiva da dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, esta ata perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60** (sessenta) dias da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Tese em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação de mestrado, e foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada pelos membros da Banca Examinadora.

Decisão da banca: Aprovada

Esta defesa é parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna do IFGoiano.

Documento assinado eletronicamente por:

- Adriano Carvalho Costa, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/07/2024 09:44:26.
- Ana Paula Cardoso Gomide, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 22/07/2024 12:41:49.
- Alison Batista Vieira Silva Gouveia, Alison Batista Vieira Silva Gouveia - Professor Avaliador de Banca - Universidade Federal de Goiás (01567601000143), em 22/07/2024 12:15:07.
- Cibele Silva Minafra, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 22/07/2024 12:06:58.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 02/07/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 611918
Código de Autenticação: 19134c1dc0



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3624-1000

AGRADECIMENTOS

Chegar ao final desta dissertação foi um processo que envolveu a dedicação e o apoio de muitas pessoas, às quais expresso minha profunda gratidão.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela força, saúde e sabedoria concedidas durante toda esta jornada acadêmica.

Um agradecimento especial à minha família, pelo amor, compreensão e apoio incondicional.

A vocês, dedico cada conquista alcançada. Minha mãe Sandra Aparecida Farias Silva, que esteve aqui por um período e foi essencial para a realização deste projeto. Minha avó Marlene Farias de Almeida, por sempre estar presente e disposta a ajudar. As minhas filhas Luísa Farias Gonçalves e Laís Farias Gonçalves, que são toda a minha fonte de energia e vontade de realizar.

Gostaria de expressar minha sincera gratidão a minha orientadora, Cibele Silva Minafra, por sua orientação, paciência e valiosas contribuições.

Aos meus professores e colegas do PPGZ agradeço pelas discussões enriquecedoras, pelo apoio e pelas trocas de conhecimentos que tanto contribuíram para meu crescimento acadêmico e pessoal.

Em especial a colega Weslane Justina da Silva, que dedicou seu tempo, amizade e conhecimento tornando tudo mais leve e melhor.

Por fim, agradeço a Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde e ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

Agradecimentos a Capes.

BIOGRAFIA DA AUTORA

Ludmilla Farias dos Santos, filha de Sandra Aparecida Farias Silva, nasceu em 21 de fevereiro de 1991 na cidade de Rio Verde/GO. Iniciou sua formação profissional no segundo semestre de 2010 ao ingressar no curso superior de Medicina Veterinária na Universidade de Rio Verde - Campus Rio Verde, concluindo os estudos no segundo semestre de 2015. Posteriormente, realizou pós-graduação *lato sensu* em Gestão em Agronegócio com ênfase em cálculos financeiros na UEG - Campus Edéia.

No primeiro semestre de 2023, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, concluindo em 2024.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	8
LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIACÕES	9
RESUMO.....	10
ABSTRACT	11
CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS	12
1. Introdução geral	12
2. Revisão de literatura	14
2.1 Codornas de postura	14
2.2 Impacto da qualidade dos grãos para a alimentação animal.....	15
2.3 Hemicelulose.....	Erro!
Indicador não definido.	
2.4 Arabinofurano	Erro! Indicador não definido.
2.5 Arabinofuranosidase e xilanase na desconstrução da hemicelulose	18
2.6 Arabinofuranosidade e xilanase na alimentação das aves.....	18
2.7 Sustentabilidade das enzimas	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
RESUMO.....	28
ABSTRACT	29
INTRODUÇÃO	30
MATERIAL E MÉTODOS	32
1.1 Local do experimento.....	32
1.2 Instalações e animais.....	32
1.3 Tratamentos e composição nutricional da ração experimental.....	34
1.4 Desempenho.....	34
1.5 Qualidade dos ovos.....	35
1.6 Biometria do trato digestório.....	35
1.7 Biometria óssea: tíbia e fêmur.....	35
1.8 Parâmetros de sangue.....	36
1.9 Análise estatística.....	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	48
CAPÍTULO III– ARABINOFURANOSIDASE E XILANASE NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS.....	51
RESUMO.....	52
ABSTRACT	52
INTRODUÇÃO	53
MATERIAL E MÉTODOS	55
1.1 Local do experimento.....	55
1.2 Instalações e animais.....	55
1.3 Tratamentos e composição nutricional da ração experimental.....	55
1.4 Desempenho.....	57
1.5 Qualidade dos ovos.....	58
1.6 Biometria do trato digestório.....	58
1.7 Biometria óssea: tíbia e fêmur.....	58

1.8 Parâmetros de sangue.....	59
1.9 Análise estatística.....	60
RESULTADOS	61
CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

ÍNDICE DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Médias da temperatura ambiente e umidade relativa do ar, entre os ciclos de produção.

..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 2 Desempenho de codornas japonesas alimentadas com a inclusão de 50g/t arabinofuranosidase e 100g/t de arabinofuranosidase

Erro! Indicador não definido.

Tabela 3 Biometria do trato gastrointestinal de codornas japonesas alimentadas com a inclusão de 50g/t arabinofuranosidase e 100g/t de arabinofuranosidase.....

E

erro! Indicador não definido. Tabela 4 - Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com a inclusão de 50g/t arabinofuranosidase e 100g/t de arabinofuranosidase.....

Er

ro! Indicador não definido.

Tabela 5 - Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com a inclusão de 50g/t arabinofuranosidase e 100g/t de arabinofuranosidase.....

Er

ro! Indicador não definido.

Tabela 6 - Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com a inclusão de 50g/t arabinofuranosidase e 100g/t de arabinofuranosidase.....

Er

ro! Indicador não definido.

Capítulo 2

Tabela 1. Médias da temperatura ambiente e umidade relativa do ar, entre os ciclos de produção.

..... **Erro! Indicador não definido.**

Tabela 2 Desempenho de codornas japonesas alimentadas com a inclusão de 5g/t xilanase e 5g/t de arabinofuranosidase

Erro! Indicador não definido.

Tabela 3 Biometria do trato gastrointestinal de codornas japonesas alimentadas com a inclusão de 5g/t xilanase e 5g/t de arabinofuranosidase.....

Er

ro! Indicador não definido.

Tabela 4 - Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com a inclusão 5g/t xilanase e 5g/t de arabinofuranosidase.....

Erro!

Indicador não definido.

Tabela 5 - Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com a inclusão 5g/t xilanase e 5g/t de arabinofuranosidase.....

Erro!

Indicador não definido.

Tabela 6 - Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com a inclusão 5g/t xilanase e 5g/t de arabinofuranosidase.....

Erro!

Indicador não definido.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribuição da fibra em grãos e os sítios de ataque das enzimas carboidrases. **Erro! Indicador não definido.**

Figura 2. Enzimas envolvidas na hidrólise da hemicelulose **Erro! Indicador não definido.**

Figura 4. Análise de componente principal das variáveis estudadas experimento 1..... **Erro! Indicador não definido.**

Figura 5. Análise de componente principal das variáveis estudadas experimento 2.....**Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIACÕES

SÍMBOLOS / SIGLAS	SIGNIFICADO
%	Porcentagem
CAL	Cálcio
cm	Centímetro
cm ² /ave	Centímetro por metro quadrado por ave
COL	Colesterol
CTGI	Comprimento do trato gastrintestinal
ESOPAPO	Esôfago e papo
FIG	Fígado
FOS	Fósforo
GO	Goiás
h	Horas
ID	Intestino Delgado
IG	Intestino Grosso
mg	Miligrama
mm	Milímetro
°C	Grau Celsius
P	Fósforo
PAN	Pâncreas
PNA	Polissacarídeo não amiláceo
PO	Peso do ovo
PROMOE	Pro-ventrículo e moela
PT	Proteínas totais
PTFIG	Proteína Total do Fígado
PTGI	Peso relativo do trato gastrointestinal
TGI	Trato Gastrointestinal
UR	Umidade relativa

RESUMO

SANTOS, Ludmilla Farias. Arabinofuranosidase e xilanase na dieta de codornas japonesas. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), pelo Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Goiás, Brasil, 2024, 83 p.

As enzimas são utilizadas na formulação de ração para melhorar a disponibilidade de nutrientes, eliminar fatores antinutricionais da dieta possibilitando incluir ingredientes com menor qualidade na dieta dos animais. Objetivou-se avaliar o efeito de inclusão das enzimas em dietas de codornas japonesas, sobre o desempenho, qualidade dos ovos, biometria dos órgãos digestórios e biometria da tíbia e do fêmur. Foram utilizadas 180 codornas fêmeas da espécie *Coturnix japonica* com idade de aproximadamente 120 dias uniformizada pelo peso corporal, distribuídas em gaiolas de arame galvanizado com 33 cm de comprimento × 25 cm de largura × 20 cm de altura fornecendo 117 cm²/ave, compostas de comedouros e bebedouros. O delineamento foi inteiramente ao acaso (DIC), com dois testes experimentais: experimento 1, utilizaram três tratamentos e dez repetições com inclusão da arabinofuranosidase e xilanase contendo seis aves por gaiola. Os tratamentos utilizados foram constituídos por: tratamento controle à base de milho de fundo de silo (MFS) + farelo de soja (FS), tratamento com MFS + FS + inclusão de arabinofuranosidase de 50 g/T de ração e tratamento com MFS + FS + inclusão arabinofuranosidase de 100 g/t. Experimento 2, utilizando o tratamento controle (MFS + FS) e tratamentos com níveis de arabinofuranosidase (tratamento com MFS + FS + inclusão de arabinofuranosidase de 50 g/t de ração e tratamento com MFS + FS + inclusão de xilanase de 50g/t de ração). Foram avaliados o desempenho (consumo de ração por ave dia, conversão alimentar por massa de ovos, conversão alimentar por dúzia, massa ovos, percentual de postura, ganho de peso da ave), biometria do trato gastrointestinal e seus órgãos fígado, pâncreas, peso do ovo e qualidade interna do ovo (gema e albúmen), biometria de ossos (tíbia e fêmur). No experimento 1 os níveis de arabinofuranosidase (50 g/T e 100g/T) melhoraram o desempenho das codornas. Observou-se efeito sobre os parâmetros de qualidade de ovo e na gema ocorreu aumento do peso, diminuição da altura, pH, enquanto no albúmen teve aumento da altura, o trato gastrointestinal das codornas foi influenciado pelos tratamentos teste com níveis da enzima. Diante dos resultados concluiu-se que a arabinofuranosidase mostrou-se mais eficiente no nível de 100g/tonelada. No experimento 2 foram verificados o efeito das enzimas testadas sobre parâmetros de desempenho, biometria do trato gastrointestinal e qualidade interna dos ovos de codornas. Concluindo que a xilanase mostrou-se mais eficiente que a enzima arabinofuranosidase.

Palavras-chave: amido, celulose, desempenho, nutrição, qualidade de ovo, sangue.

ABSTRACT

Enzymes are used in feed formulation to improve the nutrients availability, to eliminate anti-nutritional factors from diet, thus making it possible to include lower quality ingredients in the animals' diet. The objective was to evaluate the effect of including enzymes in Japanese quail diets on performance, egg quality, digestive organs and tibia and femur biometrics. 180 female quails of the species *Coturnix japonica* were used, aged approximately 120 days of age, standardized by body weight, distributed in galvanized wire cages measuring 33 cm long × 25 cm wide × 20 cm high, providing 117 cm²/bird, composed of feeders and drinkers. The design was completely randomized (DIC), with two experimental tests: experiment 1, used three treatments and ten replications with arabinofuranosidase and xylanase inclusion containing six birds per cage. The treatments consisted of: control treatment based on corn from the bottom of the silo (MFS) + soybean meal (FS), treatment with MFS + FS + arabinofuranosidase inclusion at 50 g/T of feed and treatment with MFS + FS + arabinofuranosidase inclusion of 100 g/t. Experiment 2, using the control treatment (MFS + FS) and treatments with arabinofuranosidase levels (treatment with MFS + FS + arabinofuranosidase inclusion at 50 g/t of feed and treatment with MFS + FS + xylanase inclusion at 50 g/t of portion). Performance (feed consumption per bird per day, feed conversion per egg mass, feed conversion per dozen, egg mass, laying percentage, bird weight gain), biometrics of the gastrointestinal tract and its organs (liver and pancreas), the egg weight and internal quality of the egg (yolk and albumen), bone biometry (tibia and femur) were evaluated. In experiment 1, arabinofuranosidase levels (50 g/T and 100g/T) improved the performance of quails, an effect was observed on egg quality parameters. There was an increase in weight, a decrease in height and pH in the yolk, while in the albumen there was an increase in height. The gastrointestinal tract was influenced by the test treatments with enzyme levels. Considering these results, it was concluded that arabinofuranosidase proved to be more efficient at the level of 100g/ton. In experiment 2, the effect of the tested enzymes on performance parameters, gastrointestinal tract biometry and internal quality of quail eggs was verified. Concluding that xylanase proved to be more efficient than the arabinofuranosidase enzyme.

Keywords: starch, cellulose, performance, nutrition, egg quality, blood.

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO GERAL

Adicionar enzimas na formulação de ração para aves é uma opção interessante para melhorar o aproveitamento de ingredientes que apresentam qualidade (SILVA *et al.*, 2020). Os fatores antinutricionais são descritos como compostos ou classes de compostos presentes em alimentos de origem vegetal que diminuem o valor nutritivo, alteram a digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes, interferindo na eficiência dos processos biológicos do organismo animal (JACOB *et al.*, 2020).

Na nutrição de aves de produção, a maioria dos ingredientes utilizados são de origem vegetal, os fatores antinutricionais possuem desvantagens na utilização de alguns ingredientes. Estes compostos quando ingeridos comprometem o desempenho por causa da redução na digestibilidade e absorção dos nutrientes e a possibilidade de lesionarem órgãos internos, comprometendo a eficiência alimentar e aumentando a excreção de agentes poluidores (CAMPESTRINI *et al.*, 2005).

Os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) são carboidratos que aumentam a viscosidade das dietas pela capacidade de ligar-se a água formando um gel viscoso, diminuindo a taxa de difusão de substratos e enzimas digestivas, impedindo as interações na superfície da mucosa intestinal, levando a diminuição da digestão e da absorção de nutrientes. Além disso, a viscosidade da digesta interfere na microflora intestinal, em decorrência da redução da taxa de passagem e nas funções fisiológicas do intestino (TEJEDA e KIM, 2021).

De acordo como a Instrução Normativa nº 13 (BRASIL, 2004), as enzimas exógenas são classificadas como aditivos zootécnicos, pertencentes ao grupo funcional dos aditivos zootécnicos digestivos, visando a melhoria dos processos de digestão e absorção de nutrientes (REIS *et al.*, 2024). Deste modo, uma das alternativas para redução de custos na produção animal seria a utilização de enzimas exógenas nas dietas, a partir da análise que, os animais monogástricos não conseguem aproveitar cerca de 15 a 25% dos valores nutricionais dos alimentos, pela presença de fatores antinutricionais nas dietas ou a ausência de produção de enzimas específicas em quantidade suficiente (BEDFORD e PATRIDGE, 2011; SILVA *et al.*, 2020).

Em geral, a utilização de enzimas na alimentação animal tem dois principais objetivos: complementar as enzimas já produzidas pelo próprio animal em quantidades insuficientes como as amilases, proteases e lipases ou fornecer aos animais enzimas que eles não conseguem sintetizar como as carboidrases. A utilização das enzimas carboidrases vem aumentando, visando a utilização de alimentos que possuem altas quantidades de polissacarídeos não

amiláceos (LIMA *et al.*, 2020; SOUZA e LOPEZ, 2022).

A adição de enzimas na alimentação pode ser medida em termos de melhoria dos parâmetros de desempenho, como ganho de peso ou taxa de conversão alimentar. Todavia as extensões destes efeitos dependem muito da espécie, idade, tipo de ração, taxa de inclusão de cereais ou concentração e solubilidade dos polissacarídeos não amiláceos (PNA's) (RAZA *et al.*, 2019).

Considerando que os grãos utilizados na nutrição de codornas são classificados a fim de verificar as qualidades extrínsecas e intrínsecas, dos subprodutos e resíduos de valor econômico, com base em padrões oficiais do Mapa, como é o caso do milho de fundo de silo, que geralmente apresenta baixo valor nutricional, pelas condições de armazenamento e status físico com certo grau de sujidades e mais suscetibilidade a contaminações por insetos e fungos, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da presença e ausência da arabinofuranosidase e xilanase nas dietas de codornas japonesas formulados com milho de fundo de silo sobre o desempenho, a produção de ovos, biometria dos órgãos e do aparelho digestivo e análises de ossos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Codornas de postura

Nos últimos anos, a coturnicultura vem se desenvolvendo em ritmo acelerado destacando-se como importante atividade produtiva do segmento da avicultura nacional (AGUIAR *et al.*, 2021), alcançando altos níveis de produção, resultado das inovações tecnológicas no setor de produção e mudanças nas áreas de genética, nutrição, ambiência e sanidade (SILVA *et al.*, 2020).

A atividade tem apresentado desenvolvimento significativo, através da adequação de tecnologias de produção e dessa maneira a prática que era tida como de subsistência, passou a ocupar espaço como atividade altamente qualificada e tecnicizada, entregando resultados prósperos aos investidores do setor (SILVA *et al.*, 2018). Tem despertado interesse dos produtores e de pesquisadores pelas vantagens produtivas apresentadas.

As codornas destacam-se quanto a produtividade quando relacionadas com outras aves, apresentando início de postura precoce (40º dia de idade) e chega a produzir em média 300 ovos no primeiro ano de vida (SANTOS BOURDON *et al.*, 2023). No Brasil, a criação de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japônica*) apresenta destaque no crescimento nas regiões Sul e Sudeste, porém, há escassez de informações relacionadas a nutrição de codornas na literatura nacional (BENIVENTE *et al.*, 2022).

É notória a expansão por causa de alguns fatores como o potencial das codornas para a produção de ovos, pequena exigência de espaço, baixo consumo de ração, maturidade sexual precoce, curto ciclo de produção, grande resistência a enfermidades, baixo custo inicial e o rápido retorno do capital (AGUIAR *et al.*, 2021).

Na produção, as variáveis ambientais são de grande importância, pois a temperatura e umidade relativa do ar podem interferir de forma direta no desempenho produtivo e no bem-estar das aves. Além disto, outro fator importante é a nutrição, tendo em vista que é a parte que afeta diretamente os custos de produção, devido a ração para codornas conterem mais proteína, cálcio e fósforo na composição, do que as rações para frangos e poedeiras (RIBEIRO *et al.*, 2020; TAVERNARI *et al.*, 2008). Sendo o fósforo o componente da ração de maior custo, depois da proteína e energia, e por se tratar de uma fonte não renovável e de alto poder poluente (VAN HARN *et al.*, 2017; PANTANO *et al.*, 2016).

2.2 Impacto da qualidade dos grãos para a alimentação animal

O milho é a mais importante fonte de energia para alimentação animal, além de ser a terceira fonte de cereal mais consumida pelo ser humano e tem sido amplamente utilizado para a produção de combustível (etanol) e outros produtos da indústria química (AI e JANE, 2016; RIOS *et al.*, 2011; PAES, 2006). O milho produzido no Brasil é classificado em farináceo e duro, a maioria é do tipo duro ou “flint”, o milho do tipo “flint” possui índice de vitreosidade mais alto que o farináceo, característica que torna os grânulos de amido e menos digestível pelos animais (MOURÃO *et al.*, 2012; BENEDETTI *et al.*, 2011).

Diante a competição pelo grão, este alimento tornou-se caro no mercado de grãos, influenciando o preço dos demais alimentos e da ração dos animais, cerca de 46% do total de milho produzido é consumido na ração animal principalmente para a alimentação de aves e suínos, é um ingrediente rico em energia pela composição de carboidratos com destaque para o amido (ABPA, 2024).

Os carboidratos predominam no grão de milho na fração amilácea (64% a 78%, base seca), seguido de polissacarídeos não amiláceos (9,7%) e lignina (cerca de 1%) (HAMAKE *et al.*, 2019). O pericarpo do milho, representa 5% do grão e possui hemicelulose (67%) representada pelas arabinoxilanas (predominante) e as β -glucanas e celulose (23%). As arabinoxilanas correspondem de 90% a 95% do total das hemiceluloses nos grãos de milho, são encontradas na parede celular do endosperma e no farelo, as β -glucanas que variam de 0,8% a 1,7% (YOSHIDA *et al.*, 2014).

Enquanto o milho apresenta cerca de 0,9% de PNAs solúveis e 6% de PNAs insolúveis o grão de soja, após processamento em farelo de soja chega a apresentar 6% de PNAs solúveis e até 18% de PNAs insolúveis (KNUDSEN,1997). **A presença do PNA** nos grãos utilizados para a alimentação de animais não ruminantes, como é o caso da codorna, **aponta efeito** associado a fisiologia e morfologia do trato gastrointestinal, por afetar diretamente a estrutura físico-química da mucosa que transita pelo intestino do animal, causando variação na taxa de absorção dos nutrientes e a degradabilidade enzimática dos alimentos, requerendo adição de enzimas específicas para melhorar a eficiência da digestão e aproveitamento da dieta (TAVERNARI *et al.*, 2008; MACAMBIRA *et al.*, 2021; MORAIS *et al.* 2020).

Além da variedade da composição química-nutricional dos grãos a biodisponibilidade dos nutrientes pode ser afetada, ao utilizar enzimas exógenas, os efeitos sobre a disponibilidade nutricional e desempenho das aves são limitados pelo binômio substrato-enzima (ingrediente utilizado na dieta e as enzimas) (CORDEIRO,2018).

Considerando que as proporções de fibras nos grãos variam muito no Brasil, pela influência da diversidade de solo, clima, adubação e variedades de milho e soja, é importante mensurar de forma rotineira as frações nutricionais nos grãos que são utilizados na alimentação dos animais, sendo assim, as frações de PNAs mesmo utilizando enzimas, vão oferecer proporções variáveis de açúcares simples, conforme as taxas variadas nos alimentos, impactando diretamente na digestibilidade e valor nutricional das rações (FRANZINI *et al.*, 2022; KRABBE e LORANDI, 2014).

A qualidade dos grãos é um parâmetro bastante relevante para a comercialização e processamento, podendo afetar o valor final do produto. A qualidade é assegurada fazendo a classificação dos lotes desses produtos.

A classificação de grãos é o ato de determinar as qualidades extrínsecas e intrínsecas de um produto vegetal, dos subprodutos e resíduos de valor econômico, com base em padrões oficiais do Mapa, ou seja, é a identificação de um produto em grupo, classe e tipo, de acordo com a qualidade.

As principais diferenças encontradas na carga em relação aos padrões são os percentuais de impurezas e de matérias estranhas, a umidade e o percentual de grãos com defeitos graves ou leves acima da tolerância da lei ou da empresa compradora.

Os grãos de milho podem ser definidos quanto aos grupos, classes e tipos. Os grãos de milho podem ser definidos quanto aos grupos, de acordo com a consistência e o formato, ardido, mofados, fermentados, germinados, carunchados, chochos e gessados e quebrados (SENAR, 2017).

Na industrialização dos grãos há alternativas de alimentos para a formulação de dietas para os animais de produção, a exemplo dos resíduos das agroindustriais, “subprodutos ou coprodutos” que possam manter características semelhantes aos da matéria-prima, contribuir na redução de custo de produção e preservação ambiental (SILVA *et al.*, 2024). No caso do milho e soja, os coprodutos ou resíduos podem ser usados de forma a substituir ou ser incluído, a fim de complementar o alimento principal (SILVA *et al.*, 2021; SILVA *et al.*, 2016).

Estes resíduos ingeridos pelos podem trazer efeitos benéficos ou serem prejudiciais a produção do animal, podem atender a exigências para manutenção e desempenho. Os coprodutos agroindustriais apresentam-se como boas fontes de proteína, energia e fibra, contribuindo e colaborando com a preservação dos recursos naturais e ambientais tornando a produção sustentável (SILVA *et al.*, 2016; BITTENCOURT *et al.*, 2020).

2.3 Hemicelulose

A maior parte da composição das rações destinadas a alimentação de não ruminantes é composta de ingredientes de origem vegetal, sendo o milho e o farelo de soja os principais ingredientes, em termos de energia e proteína, utilizados. Os carboidratos, nas plantas, podem ser divididos em amido e PNAs. O amido é o carboidrato de reserva energética primordial nestes organismos. Os PNAs têm função principalmente estrutural e de proteção, formando a cobertura externa das principais estruturas das plantas, tal como a parede celular (BEDERSKA-ŁOJEWSKA *et al.*, 2017).

Smits e Annison (1996), a constituição básica dos PNAs é celulose, hemicelulose, β glucanos, xilanos, arabinoxilanos, dentre outros. Esses polímeros, de acordo estes pesquisadores, apresentam ligações glicosídicas (β 1-4 e β 1-6) diferentes daquelas encontradas no amido (α 1-4 e α 1-6) e são resistentes as enzimas animais, mas podem ser clivadas por enzimas sintetizadas por micro-organismos. Os PNAs são classificados em solúveis e insolúveis de acordo com as propriedades de retenção de água. Tavernari *et al.* (2008) dizem que dentre os PNAs solúveis encontram-se a hemicelulose (xiloglucanos, arabinoxilanos, β -glucanos, dentre outros), gomas e pectinas.

Os PNAs solúveis têm grande capacidade de absorver água, aumentando a viscosidade do quimo, diminuí o trânsito intestinal, aumenta o volume da digesta e compromete a dissociação de enzimas e substratos, acarretando em comprometimentos na digestibilidade e aproveitamento dos alimentos e aumentos no conteúdo de água em fezes e excretas, além de incrementarem a hidrólise de sais biliares com consequente diminuição na digestão das gorduras (TAVERNARI *et al.*, 2008; JO *et al.*, 2023; RAZA *et al.*, 2019).

A hemicelulose não é um único polissacarídeo, mas um grupo de polissacarídeos heterógenos, o esqueleto da cadeia principal contém resíduos de açúcares como a xilana, manana e glucana e as ramificações são compostas por pentoses (L-arabinose, D-xilose), hexoses (D-manose, L-galactose, L-rhamnose, L-fucose) e ácidos de açúcares (ácido-Dgalacturônico e ácido 4-O-metil-glucurônico) (YADAV *et al.*, 2023). Hemicelulose é a segunda maior fração polissacarídica da parede celular vegetal, logo após a celulose, constituindo de 15-35% da matéria seca das plantas anuais e perenes. O tipo de hemicelulose presente em cada espécie de planta varia de acordo com o tipo de célula, localização e estágio de desenvolvimento (COSTA, 2019).

Xilana é o polissacarídeo de hemicelulose mais abundante, na cadeia principal é composta por resíduos de D-xilose associadas por ligações β -1,4. Os resíduos de xilose podem se associar a diferentes combinações de grupos funcionais como a arabinose, galactose, glicose, ácido galacturônico, ácido metilglucurônico e até mesmo a própria xilose. De acordo com a estrutura

e os grupos funcionais ligados a cadeia primária, as xilanas podem ser classificadas em glicuronoxilanas, arabinoxilanas, glicuroarabinoxilanas e arabinoglicuroxilana (GHARECHAH *et al.*, 2023; CURRY *et al.*, 2023; HSIEH e Harris, 2019).

2.4 Arabinofurano

A α -L-arabinofuranosidase (AnabfA, número EC 3.2.1.55) é uma enzima vital de cadeia ramificada da família da glicosídeo hidrolase (GH) que pode clivar resíduos não redutores de arabinose e degradar a xilana (LAGAERT *et al.*, 2014). AnabfA hidrolisa principalmente α -L-1,2-, α -L-1,3- e α -L-1,5-arabinose presentes na xilana como resíduos terminais não redutores (PORIA *et al.*, 2020). Com base na semelhança das sequências de aminoácidos e nas características estruturais do centro catalítico ativo, o AnabfA pode ser categorizado em cinco famílias de GH - 3, 43, 51, 54 e 62, estão amplamente distribuídos e foram identificados em bactérias, fungos e plantas (LIU *et al.*, 2021; MOTTA *et al.*, 2021)

Na Figura 1 é mostrada a distribuição da fibra em grãos e os sítios de ataque das enzimas carboidrases.

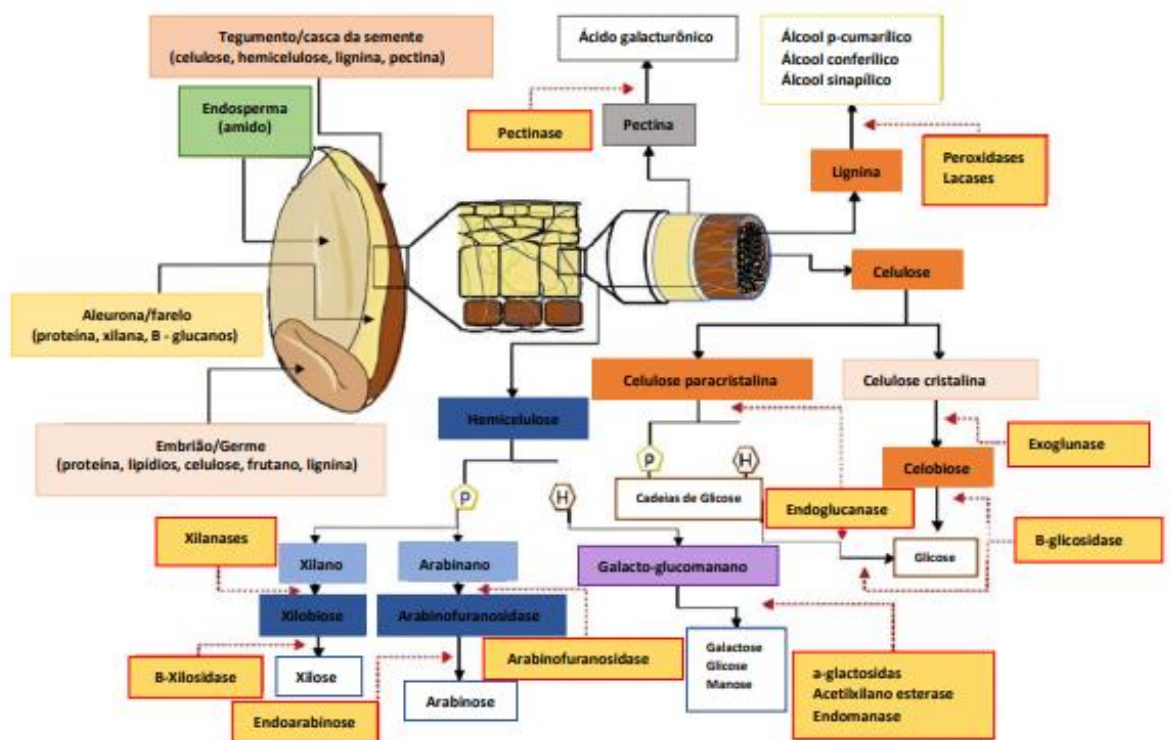


Figura 1. Distribuição da fibra em grãos e os sítios de ataque das enzimas carboidrases

Fonte: Adaptado de RAZA *et al.*, (2019).

2.5 Arabinofuranosidase e xilanase: desconstrução da hemicelulose

A hemicelulose é um heteropolissacarídeo composto por pentoses e hexoses, sendo a xilana o tipo de hemicelulose mais abundante na natureza. Esta possui uma cadeia principal de xilose interligada por ligação β -(1,4) e diversas ramificações com variados açúcares como, arabinose, manose, galactose, ribose, ramnose, glicose e outras moléculas 17 como ácido glicurônico, ácido galacturônico, grupos acetil e metil (NASCIMENTO *et al.*, 2021).

Para que haja a completa desconstrução da hemicelulose é necessária a ação de um conjunto de enzimas, ocorrendo pela grande diversidade de açúcares e ligações químicas presente na estrutura. Como é abordado da Figura 2, enzimas como endo-1,4- β -D-xilanases (EC 3.2.1.8), β -D-xilosidase (EC 3.2.1.37), α -L-arabinofuranosidase (EC 3.2.1.55), feruloil esterase (EC 3.1.1.73), acetil-xilano esterase (EC 3.1.1.72), α -D-glucuronidase (EC 3.2.1.139) e α -D-galactosidase (EC 3.2.1.22) são enzimas envolvidas na desconstrução da hemicelulose (THAKUR *et al.*, 2019).

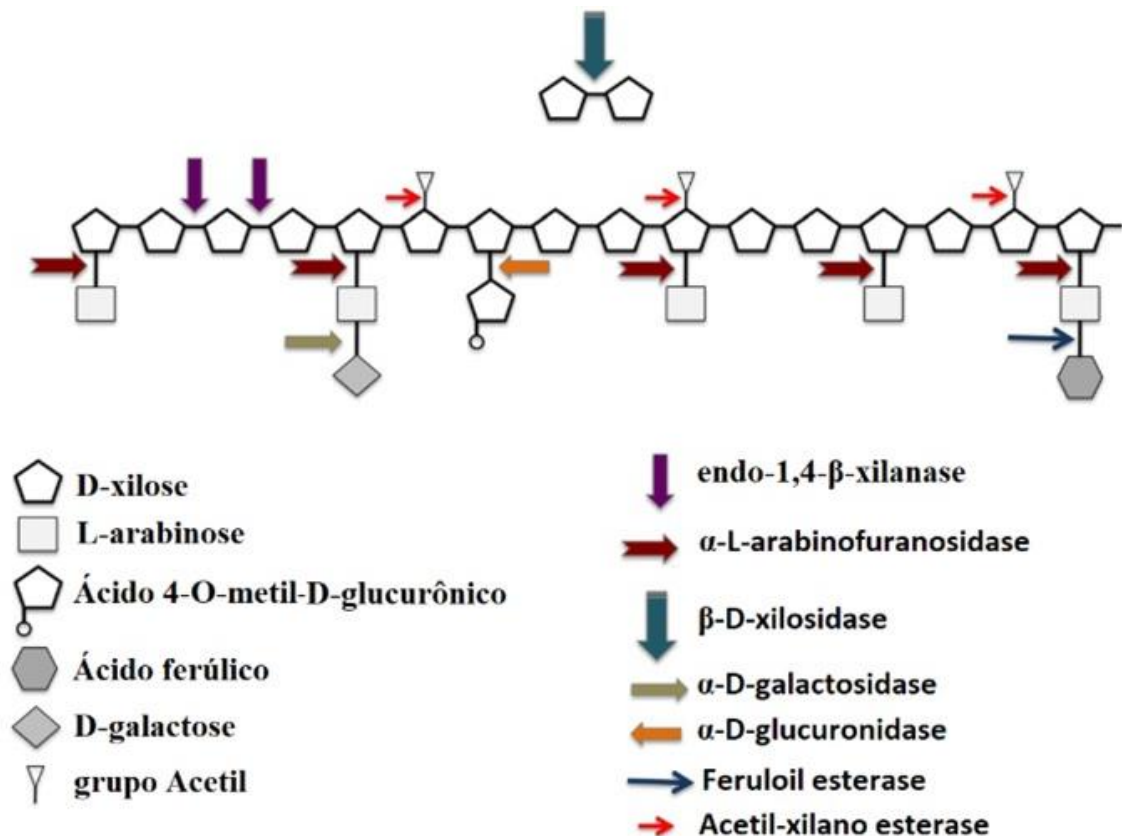


Figura 2. Enzimas envolvidas na hidrólise da hemicelulose

Fonte: modificado de SOUZA (2013).

2.6 Xilanase e Arabinofuranosidase na alimentação de aves

Dentre os carboidratos, a xilanase vem ganhando destaque pelos resultados satisfatórios quando adicionada a dietas contendo grãos de alta viscosidade, como trigo, cevada e centeio, bem como grãos de baixa viscosidade (ALAGAWANY *et al.*, 2018; PIRGOZLIEV, *et al.*, 2010) uma vez que o desempenho é mantido em comparação com dietas não enzimáticas, dependendo de sua capacidade de melhorar a metabolizabilidade energética (STEFANELLO *et al.*, 2016) e a saúde intestinal das aves (GUO *et al.*, 2014).

Xilanase e β -glucanase reduzem a viscosidade da digesta, podendo modificar a estrutura da parede celular, permitindo maior acesso das enzimas endógenas sobre os nutrientes presentes no interior da célula. Desse modo, permitem maior atuação das enzimas digestivas sobre os nutrientes, maior absorção destes pelo epitélio intestinal, em virtude da redução na viscosidade da digesta e liberação de nutrientes contidos no interior celular (CHOCT *et al.*, 2010).

2.7 Sustentabilidade na produção de aves

Os últimos dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) para a safra 2023-2024 revelam queda na produção de grãos por causa das condições climáticas adversas, com chuvas mal distribuídas e temperaturas elevadas prejudicando o potencial produtivo. A produção total de grãos está estimada em 299,8 milhões de toneladas, queda de 6,3% em relação à safra anterior (SILVA *et al.*, 2024)

A variabilidade na qualidade dos grãos pode ser minimizada com a aplicação de enzimas específicas no processo de nutrição animal. "Uma das formas de mitigar o impacto dessas variações é a utilização de enzimas, aumentando a disponibilidade e absorção dos nutrientes".

Os animais monogástricos possuem enzimas endógenas, mas, essas podem ser insuficientes para a digestão completa, especialmente diante de fatores antinutricionais presentes nos grãos ou pela falta de enzimas naturais (CAMPESTRINI *et al.*, 2005; SOUZA e LOPES, 2022).

A alimentação de aves com enzimas atende ao tripé de sustentabilidade, com vantagens significativas nas questões ambientais, sociais e econômicas. As enzimas promovem melhor digestão e amplia o valor nutritivo da alimentação animal, além de trazer outros benefícios importantes (DIAZ VARGAS *et al.*, 2022).

As enzimas tornam os alimentos mais acessíveis para a sociedade, diante da produção de milhões de toneladas de ração, caso fosse tratada com enzimas, no Brasil haveria economia no custo de produção anual e refletiria no preço final dos produtos ao consumidor (ALMEIDA

et al., 2023; GOUVEIA *et al.*, 2020).

Além da redução do custo com a ração, há melhora significativa dos índices de conversão alimentar em aves de postura, por meio da diminuição do consumo de ração por ovo produzido, ganho ambiental pela redução da umidade na excreta dos animais, através do menor consumo de água, garantindo melhor qualidade da cama de frango e, conseqüentemente, a melhoria nas condições gerais de higiene (FINCO *et al.*, 2021). Os benefícios do uso adequado de enzimas vão além da eficiência digestiva, impactando positivamente a saúde intestinal e até mesmo o meio ambiente (ALMEIDA *et al.*, 2022).

A redução de nutrientes não digeridos resulta em microbiota intestinal mais saudável e sistema imunológico mais forte. No caso das aves, essa mudança diminui a umidade das excretas, reduzindo problemas como lesões nas patas, que afetam diretamente o bem-estar animal. Além disso, a aplicação de enzimas pode contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa e fósforo, ajudando a tornar as operações agrícolas mais sustentáveis (GLÓRIA *et al.*, 2024).

Referências

AGUIAR, D. P. et al.** Beak trimming and stocking densities for laying and performance traits and behavioral patterns in Japanese quails. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, v. 32, n. 5, e19248-e19248, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.15381/rivep.v32i5.19248>>. Acesso em: 01 jun. 2024.

ALAGAWANY, M.; ELNESR, S. S.; FARAG, M. R.** O papel das enzimas exógenas na promoção do crescimento e na melhoria da digestibilidade dos nutrientes nas aves. *Revista Iraniana de Pesquisa Veterinária*, v. 19, n. 3, p. 157-164, 2018. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6184034/>>. Acesso em: 01 jun. 2024.

ALMEIDA, A. A. et al.** Melhoradores de desempenho sustentáveis na dieta de codornas. *Veterinária e Zootecnia*, v. 29, p. 1-11, 2022.

ALMEIDA, A. L. F. et al.** Hidrolisados enzimáticos como suplementos alimentares. *Seven Editora*, 2023.

AI, Y.; JANE, J.** Macronutrients in corn and human nutrition. *Comprehensive Almeida*, 2023.

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal.** Relatório Anual de 2024. Brasil, 2024. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2024/04/ABPA-Relatorio-Anual-2024_capa_frango.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2024.

BEDFORD, M. R.; PARTRIDGE, G. G.** Enzymes in farm animal nutrition. 2. ed. Oxford: CAB Publishing, 2011.

BEDERSKA-ŁOJEWSKA, D.; ŚWIĄTKIEWICZ, S.; ARCZEWSKA-WŁOSEK, A.; SCHWARZ, T.** Polissacarídeos não amiláceos do centeio: seu impacto na fisiologia intestinal das aves, na digestibilidade dos nutrientes e nos índices de desempenho – uma revisão. *Annals of Animal Science*, v. 17, n. 2, p. 351-369, 2017.

BENEDICT, M. P. et al.** Utilização de enzimas na alimentação animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 2, n. 6, p. 254-267, 2005.

BENIVENTE, A. C.; MORAES, J. A. T.; DA SILVA, L. P.; JUNIOR, E. F.** Criação e manejo da codorna Coturnix Japônica. *Revista Interface Tecnológica*, v. 19, n. 2, p. 691-701, 2022.

BITTENCOURT, F.; BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A.** Alimentos proteicos suplementados com fitase: substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em dietas para o jundiá. *Med. Veterinária*, v. 14, p. 319, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.26605/medvetv14n4-2133>>.

BRASIL.** Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, 2004. Aqui estão as referências corrigidas e formatadas de acordo com as normas ABNT:

CHOCT, M. Feed polysaccharides: nutritional roles and effect of enzymes. In: IV CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL – IV CLANA/CBNA/AMENA, 2010, São Pedro. Anais... São Pedro: CBNA, 2010. p. 65-78.

CORDEIRO, D. A. Inclusão de complexo enzimático em dietas formuladas com grãos secos por destilação com solúveis (DDGS) na alimentação de frangos de corte. 2018. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2018.

COSTA, R. Parede celular vegetal. *Revista de Ciência Elementar*, v. 7, n. 1, 2019.

COSTA SANTOS, D.; OLIVEIRA, E. N. A.; MENDONÇA MOTA, J. K.; DANTAS, R. T.; PEIXOTO, J. P. N. Características físicas e químicas de ovos comerciais de codornas das linhagens japonesa e americana. *Revista Acadêmica Ciência Animal*, v. 9, n. 3, p. 299-306, 2011.

CAMPESTRINI, E.; SILVA, V. D.; APPELT, M. D. Utilização de enzimas na alimentação animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 2, n. 6, p. 254-267, 2005.

CURRY, T. M. et al. An update on xylan structure, biosynthesis, and potential commercial applications. *The Cell Surface*, v. 9, p. 1-4, dez. 2023. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.tcs.2023.100101>>.

DÍAZ VARGAS, M.; PEÑUELA SIERRA, L. M.; DUQUE RAMIREZ, C. F. Proteases na alimentação de frangos de corte. **Pubvet**, v. 16, n. 9, p. 1-7, 2022.

FINCO, E. M.; DE OLIVEIRA GRIESER, D.; MARCATO, S. M. Exigência de triptofano digestível para codornas japonesas. **Ciência Animal**, v. 31, n. 2, p. 93-104, 2021.

FRANZINI, B. D. et al. Beta-glucanases and xylanases in non-ruminant nutrition. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 29, p. 1-13, 2022. DOI: 10.35172/rvz.2022.v29.771. Disponível em: <<https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/771>>. Acesso em: 1 jul. 2024.

GHARECHAH, J. et al. Lignocellulose degradation by rumen bacterial communities: new insights from metagenome analyses. **Environmental Research**, v. 229, jul. 2023. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2023.115925>>.

GLÓRIA, L. J. A. et al. Utilização de *Tenébrio molitor* como fonte proteica para a alimentação de aves. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 2, n. 1, 2024.

GOUVEIA, A. B. V. S. et al. Xilanase e β -glucanase em dietas para codornas japonesas em postura. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, p. e20196727, 2020.

GUO, S. et al. Xylanase supplementation of a wheat-based diet improved nutrient digestion and mRNA expression of intestinal nutrient transporters in broiler chickens infected with *Clostridium perfringens*. **Poultry Science**, v. 93, n. 1, p. 94-103, 2014.

HAMAKER, B. R.; TUNCIL, Y. E.; SHEN, X. Carbohydrates of the Kernel. In: SERNASALDIVAR, S. O. Corn: chemistry and technology. 3. ed. AACC International Press, 2019. p. 305-318.

HENRISSAT, B.; BAIROCH, A. Updating the sequence-based classification of glycosyl hydrolases. **Biochem. J.**, v. 316, p. 695-696, 1996. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/489376/1/Circ75.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2024.

HSIEH, Y.; HARRIS, P. Xylans of Red and Green Algae: what is known about their structures and how they are synthesised?. **Polymers**, v. 11, n. 2, 18 fev. 2019. MDPI AG. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.3390/polym11020354>>. Acesso em: 01 jun. 2024.

JACOB, R. D. F.; ALBINO, L.; ROSTAGNO, H.; MARQUES, T.; TAVERNARI, F. D. C. Produtividade em alta: complexo enzimático na produção de frangos de corte. 2020. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1122396/1/final9363.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2024.

JO, H.; YEOL SUNG, J.; GYUN KIM, B. Efeitos da xilanase suplementar no desaparecimento in vitro de matéria seca em ingredientes de rações para suínos. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 34, n. 4, p. 316-323, 2021.

KNUDSEN, K. E. Carbohydrate and lignin contents of plant materials used in animal feeding. **Animal Feed Science and Technology**, v. 67, p. 319-338, 1997.

KRABBE, E. L.; LORANDI, S. Atualidades e tendências no uso de enzimas na nutrição de aves. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 6., 2014, São Pedro, SP. Anais... São Pedro, SP: CBNA, 2014.

LAGAERT, S.; POLLET, A.; COURTIN, C. M.; VOLCKAERT, G. β -Xilosidases e α -L-arabinofuranosidases: enzimas acessórias para degradação de arabinoxilano. **Avanços da Biotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 316-332, 2014.

LIMA MACIEL, J. T.; BRITO, C. O.; SILVA, C. M. Enzimas exógenas sobre a microbiota intestinal: a expressão de genes e o desempenho de frangos de corte. **Ciência Animal**, v. 30, n. 2, p. 94-108, 2020.

LIU, Y. et al. Characterization of Two α -L-Arabinofuranosidases from *Acetivibrio mesophilus* and Their Synergistic Effect in Degradation of Arabinose-Containing Substrates. **Microorganisms**, v. 9, n. 7, p. 1467, 2021.

MACAMBIRA, G. M. et al. Carboidrases exógenas e a saúde intestinal de aves. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 7, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16774>>. Acesso em: 01 jun. 2024.

MORAIS, M. V. M.; JOSÉ, H.; LIMA, A. Técnicas nutricionais para a redução do impacto ambiental da produção intensiva de animais não ruminantes. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 2, p. 3, 2020.

MOTTA, M. L. L. et al. A novel fungal metal-dependent α -L-arabinofuranosidase of family 54 glycoside hydrolase shows expanded substrate specificity. **Sci. Rep.**, v. 11, n. 1, p. 10961, 2021.

MOURÃO, R. C. et al. Efeito da substituição parcial do milho por sêmea de trigo, com ou sem aditivos, e óleo de soja sobre o desempenho produtivo de poedeiras. **Novela, Mariana Miguel**. 2024. Disponível em: <<http://monografias.uem.mz/handle/123456789/3680>>. Acesso em: 01 jun. 2024.

NASCIMENTO, J.; ZICA, A.; PRADO, A.; PASSO, P. Criação de codornas para corte. Brasília: Emater-DF, 2021.

- PAES, Maria Cristina Dias. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. *Pecuária e Abastecimento*. Embrapa Milho e Sorgo, n. 75, dez. 2006.
- PANTANO, G. et al. Sustentabilidade no uso do fósforo: uma questão de segurança hídrica e alimentar. *Química Nova*, v. 39, n. 6, p. 732-740, 2016.
- PIRGOZLIEV, V.; BEDFORD, S. R.; ACAMOVIC, T. Efeito da xilanase dietética no metabolismo energético, de aminoácidos e minerais e na produção e qualidade de ovos em galinhas poedeiras. *Ciência Avícola Britânica*, v. 51, n. 5, p. 639-647, 2010. doi: 10.1080/00071668.2010.514325.
- PORIA, V. et al. Arabinofuranosidases: characteristics, microbial production, and potential in waste valorization and industrial applications. *Bioresource Technology*, v. 304, p. 123019, 2020.
- RAZA, A.; BASHIR, S.; TABASSUM, R. An update on carbohydrases: growth performance and intestinal health of poultry. *Heliyon*, v. 5, n. 4, p. e01437, 2019.
- REIS, A. P. A. W. et al. Aditivos na dieta de peixes com capacidade de modular o sistema digestivo: prebióticos, probióticos e ácidos orgânicos – uma revisão. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, v. 22, n. 5, e4927, 2024.
- RIBEIRO, A. P. et al. Análise das variáveis ambientais e fisiológicas de aves poedeiras com e sem enriquecimento ambiental. *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, v. 14, n. 4, p. 412-418, 2020.
- RIOS, S. de A. et al. Deficiências nutricionais e a biofortificação de alimentos. In: BORÉM, A.; RIOS, S. de A. (Ed.). *Milho biofortificado*. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. p. 9-21.
- SANTOS BOURDON, V. D. D. et al. Modelo de predição das exigências em energia metabolizável para Codornas Japonesa em postura. *Peer Review*, v. 5, n. 26, p. 667-685, 2023.
- SMITS, C. H. M.; ANNISON, G. Non-starch plant polysaccharide in broiler nutrition – towards a physiologically valid approach to their determination. *World Poultry Science Journal*, v. 52, p. 832-838, 1996.
- SOUZA, J. P. P.; LOPES, I. M. G. Enzimas exógenas na dieta de leitões desmamados. *Ciência Animal*, v. 32, n. 2, p. 68-84, 2022.
- SOUZA, A. S. B. et al. Perfil e percepção do consumo de ovos por alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão Campus São Luís–Maracanã. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 13, e291111335300, 2022.
- SILVA, J. M. P. et al. Utilização de coprodutos e subprodutos de frutas como alternativa na dieta de ruminantes: revisão integrativa. *Revista Coopex*, v. 15, n. 2, p. 5423-5536, 2024.
- SILVA, P. C. V. et al. Utilização do resíduo da própolis marrom em ovos de codornas contaminados experimentalmente com *Salmonella typhimurium*. *DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, v. 16, n. 42, p. 381-396, 2023.

SILVA, C. V. et al. Casca de melancia, xilanase e β -glucanase em dietas para codornas japonesas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e754985413, 2020.

SILVA, A. F. et al. Coturnicultura como alternativa para aumento de renda do pequeno produtor. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 3, p. 913-920, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1678-4162-10065>>.

SILVA, B. C. R. et al. Uso do coproduto de etanol de milho na alimentação de aves: revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, e15510413891, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13891>>.

SILVA, J.; NETTO, D.; SCUSSEL, V. Grãos secos de destilaria com solúveis, aplicação em alimentos e segurança – uma revisão. **PubVet**, v. 10, p. 257-270, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n3.257-270>>.

SOUZA, W. R. Microbial degradation of lignocellulosic biomass: sustainable degradation of lignocellulosic biomass - techniques, applications and commercialization. In: CHANDEL, A. (Ed.). **Sustainable Degradation of Lignocellulosic Biomass**. InTech, 2013. doi: 10.5772/54325.

STEFANELLO, C. et al. Energy and nutrient utilization of broiler chickens fed corn-soybean meal and corn-based diets supplemented with xylanase. **Poultry Science**, v. 95, n. 8, p. 1881-1887, 2016.

TAVERNARI, F. C. et al. Inclusion of sunflower meal, with or without enzyme supplementation, in broiler diets. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 10, p. 233-238, 2008.

THAKUR, A.; SHARMA, K.; GOYAL, A. α -L-Arabinofuranosidase: A Potential Enzyme for the Food Industry. In: PARAMESWARAN, B.; VARJANI, S.; RAVEENDRAN, S. (Eds.). **Green Bio-processes. Energy, Environment, and Sustainability**. Singapore: Springer, 2019. p. 229-244. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-98113-3263-0_12>.

TEJEDA, O. J.; KIM, W. K. Effects of fiber type, particle size, and inclusion level on the growth performance, digestive organ growth, intestinal morphology, intestinal viscosity, and gene expression of broilers. **Poultry Science**, v. 100, n. 10, p. 4634-4643, 2021.

VALENTIM, J. K. et al. Vegetable lipid sources in the diet of Japanese quails in the rearing phase and effects on the initial phase of production. **Ciência Animal Brasileira**, v. 24, p. e-73851, 2023.

VAN HARN, J. et al. Determination of pre-cecal phosphorus digestibility of inorganic phosphates and bone meal products in broilers. **Poultry Science**, v. 96, p. 1334-1340, 2017. doi: 10.3382/ps/pew458.

VERMELHO, A. B. et al. Enzimas proteolíticas: Aplicações biotecnológicas. In: Enzimas em biotecnologia: Produção, aplicações e mercado. p. 273-287, 2008.

YADAV, S.; CHATURVEDI, C. M. Light colour and intensity alters reproductive/seasonal responses in Japanese quail. **Physiology & Behavior**, v. 147, p. 163-168, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.04.036>>.

YOSHIDA, C. M. P. et al. Chitosan biobased and intelligent films: Monitoring pH variations. **LWT - Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 83-89, 2014.

CAPÍTULO II – ARABINOFURANOSIDASE NA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS

RESUMO

As enzimas são utilizadas na formulação de ração para melhorar a disponibilidade de nutrientes, eliminar fatores antinutricionais da dieta possibilitando incluir ingredientes com menor qualidade na dieta dos animais. Objetivou-se avaliar o efeito de inclusão das enzimas em dietas de codornas japonesas, sobre o desempenho, qualidade dos ovos, biometria dos órgãos digestórios e biometria da tíbia e do fêmur. Foram utilizadas 180 codornas fêmeas da espécie *Coturnix japonica* com idade de aproximadamente 120 dias uniformizada pelo peso corporal, distribuídas em gaiolas de arame galvanizado com 33 cm de comprimento × 25 cm de largura × 20 cm de altura fornecendo 117 cm²/ave, compostas de comedouros e bebedouros. O delineamento foi inteiramente ao acaso (DIC), com dois testes experimentais: experimento 1, utilizaram três tratamentos e dez repetições com inclusão da arabinofuranosidase e xilanase contendo seis aves por gaiola. Os tratamentos utilizados foram constituídos por: tratamento controle à base de milho de fundo de silo (MFS) + farelo de soja (FS), tratamento com MFS + FS + inclusão de arabinofuranosidase de 50 g/T de ração e tratamento com MFS + FS + inclusão de arabinofuranosidase de 100 g/t. Experimento 2, utilizando o tratamento controle (MFS + FS) e tratamentos com níveis de arabinofuranosidase (tratamento com MFS + FS + inclusão de arabinofuranosidase de 50 g/t de ração e tratamento com MFS + FS + inclusão de xilanase de 50g/t de ração). Foram avaliados desempenho (consumo de ração por ave dia, conversão alimentar por massa de ovos, conversão alimentar por dúzia, massa ovos, percentual de postura, ganho de peso da ave), biometria do trato gastrointestinal e os órgãos fígado, pâncreas, peso do ovo e qualidade interna do ovo (gema e albúmen), biometria de ossos (tíbia e fêmur). No experimento 1 os níveis de arabinofuranosidase (50 g/T e 100g/T) melhoraram o desempenho das codornas, observou-se efeito sobre os parâmetros de qualidade de ovo e na gema ocorreu aumento do peso, diminuição da altura, pH, enquanto no albúmen teve aumento da altura, o trato gastrointestinal das codornas foi influenciado pelos tratamentos teste com níveis da enzima. Diante estes resultados concluiu-se que a arabinofuranosidase mostrou-se mais eficiente no nível de 100g/tonelada. No experimento 2 foram verificados o efeito das enzimas testadas sobre parâmetros de desempenho, biometria do trato gastrointestinal e qualidade interna dos ovos de codornas. Concluindo que a xilanase mostrou-se mais eficiente que a enzima arabinofuranosidase.

Palavras-chave: amido, celulose, desempenho, nutrição, qualidade de ovo, sangue.

ABSTRACT

Enzymes are used in feed formulation to improve nutrients availability, to eliminate anti-nutritional factors from the diet, thus making it possible to include lower quality ingredients in the animals' diet. The objective was to evaluate the effect of including enzymes in Japanese quail diets on performance, egg quality, digestive organs and tibia and femur biometrics. 180 female quails of the species *Coturnix japonica* were used, aged approximately 120 days of age, standardized by body weight, distributed in galvanized wire cages measuring 33 cm long × 25 cm wide × 20 cm high, providing 117 cm²/bird, composed of feeders and drinkers. The design was completely randomized (DIC), with two experimental tests: experiment 1, used three treatments and ten replications with arabinofuranosidase and xylanase inclusion containing six birds per cage. The treatments consisted of: control treatment based on corn from the bottom of the silo (MFS) + soybean meal (FS), treatment with MFS + FS + arabinofuranosidase inclusion at 50 g/T of feed and treatment with MFS + FS + arabinofuranosidase inclusion of 100 g/t. Experiment 2, using the control treatment (MFS + FS) and treatments with arabinofuranosidase levels (treatment with MFS + FS + arabinofuranosidase inclusion at 50 g/t of feed and treatment with MFS + FS + xylanase inclusion at 50 g/t of portion). Performance (feed consumption per bird per day, feed conversion per egg mass, feed conversion per dozen, egg mass, laying percentage, bird weight gain), biometrics of the gastrointestinal tract and its organs (liver and pancreas), egg weight and internal quality of the egg (yolk and albumen), bone biometry (tibia and femur). In experiment 1, arabinofuranosidase levels (50 g/T and 100g/T) improved the performance of quails, an effect was observed on egg quality parameters. There was an increase in weight, a decrease in height and pH in the yolk, while in the albumen there was an increase in height. The gastrointestinal tract was influenced by the test treatments with enzyme levels. Considering these results, it was concluded that arabinofuranosidase proved to be more efficient at the level of 100g/ton. In experiment 2, the effect of the tested enzymes on performance parameters, gastrointestinal tract biometry and internal quality of quail eggs was verified. Concluding that xylanase proved to be more efficient than the arabinofuranosidase enzyme.

Keywords: starch, cellulose, performance, nutrition, egg quality, blood.

INTRODUÇÃO

A coturnicultura é um segmento da avicultura brasileira que cria, melhora e fomenta a produção de codornas. As codornas possuem características de ótima propensão para produção, como rápido crescimento, precocidade sexual, rusticidade elevada e baixo consumo de alimento. É uma opção para a exploração avícola, é uma cultura com manejo simplificado e menos onerosa, principalmente em aspectos nutricionais, pela alta conversão alimentar das aves (VALENTIN *et al.*, 2023).

Baseando no cenário atual, em que o aumento do preço do milho que compõe as dietas dos animais é constante, a busca por soluções que otimizem os custos com a nutrição é extremamente importante para o setor de aves.

O resíduo de milho do fundo do silo e outros podem ser considerados insumos com grandes potenciais para serem incluídos em dietas alternativas e fornecerem nutrientes que atendam às necessidades nutricionais dos animais, sem prejudicar o desempenho produtivo, reduzindo os custos das dietas (ANDRADE *et al.*, 2021). Embora apresentem bons valores nutricionais, esses ingredientes também possuem quantidades consideráveis de polissacarídeos não amiláceos.

Acredita-se que cada enzima atue de forma independente fornecendo nutrientes específicos para os animais (WALK e POERNAMA, 2019). Além disso, existe uma atenção sobre os impactos ambientais provocados pela produção animal, corroborando com o fato que a alimentação dos animais reflete significativamente sobre as questões ambientais, já que a excreção dos nutrientes é fator crucial quando se refere ao tema.

Segundo Knudsen (2014), a fração de arabinosilanos no milho é de 4,70% na MS, no qual 2% são compostos por arabinoses e os outros 2,7% por xilose.

As α -1-arabinofuranosidases (Abfs, EC 3.2.1.55) principais funcionam como catalisadores na decomposição da hemicelulose, direcionando ligações α -1-arabinofuranosídicas dentro de oligossacarídeos e polissacarídeos contendo arabinose. Essas enzimas podem colaborar sinergicamente com outras hemicelulases para completar a hidrólise de hemiceluloses no processo agroindustrial (PORIA *et al.*, 2020). As xilanases (E.C.3.2.1.8), que catalisam a hidrólise de ligações β -1,4 das regiões internas da cadeia polimérica de xilana.

Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de dois níveis de arabinofuranosidase nas dietas de codornas japonesas sobre o desempenho, a produção de ovos, parâmetros sanguíneos, biometria dos órgãos e do aparelho digestivo e análises de ossos.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Local do Experimento

O experimento ocorreu no Setor de Avicultura e no Laboratórios de Bioquímica e Metabolismo Animal do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde – GO, localizado latitude 17°48'34.5"S longitude 50°53'55.4".

Aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com animais, sob o protocolo do CEUA n° 3362271023.

1.1. Instalações e Animais

Foram utilizadas 180 codornas fêmeas da espécie *Coturnix coturnix japônica* com aproximadamente 120 dias, padronizadas pelo peso corporal e distribuídas em gaiolas de arame galvanizado com 33 cm × 25 cm × 20 cm, cada repetição recebeu um comedouro tipo calha, bebedouro tipo *nipple*.

As rações e a água foram fornecidas à vontade ao longo do experimento.

Houve monitoramento do ambiente térmico, durante o experimento, realizado por meio de um termo-higrômetro digital modelo Incoterm, e foram registradas as temperaturas e a umidade, no período da manhã e da tarde.

1.2. Tratamentos e Composição Nutricional da Ração Experimental

O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso (DIC), com quatro tratamentos e seis repetições, contendo seis aves por gaiola. A duração do experimento foi de 64 dias, consistindo em três ciclos com intervalo de 21 dias.

Os tratamentos foram: controle, à base de resíduo de milho do fundo do silo e farelo de soja, resíduo de milho do fundo do silo + farelo de soja + inclusão de arabinofuranosidase de 50 g/T e resíduo de milho do fundo do silo + farelo de soja + inclusão de arabinofuranosidase de 100g/T.

Foram utilizados 3 tratamentos com 10 repetições de 6 aves cada por gaiola.

Todas as rações foram formuladas de acordo com as recomendações nutricionais de ROSTAGNO *et al.* (2017).

A arabinofuranosidase utilizada neste foi (ROVABIO® ADVANCE) uma combinação singular de enzimas naturalmente compatíveis produzidas pelo fungo *Talaromyces versatilis*.

As enzimas utilizadas durante o experimento foram adicionadas na seguinte concentração em substituição ao material inerte. Arabinofuranosidase: 50 e 100 gramas por tonelada.

Na Tabela 1, são apresentadas a Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das dietas à base de milho e farelo de soja com inclusão de níveis arabinofuranosidase e xilanase.

Tabela 1 - Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das dietas à base de milho e farelo de soja com inclusão de níveis arabinofuranosidase.

Ingredientes	Tratamentos		
	controle	Arabinofuranosidase 50g/T	Arabinofuranosidase 100g/T
Milho 7,88%	61,73	61,68	61,63
Farelo de soja 45%	28,16	28,16	28,16
Óleo de soja	0,32	0,32	0,32
Calcário	6,78	6,78	6,78
Fosfato bicálcico	1,11	1,11	1,11
Premix vitamínico	0,10	0,10	0,10
Premix mineral	0,20	0,20	0,20
Sal comum	0,27	0,27	0,27
L-lisina	0,31	0,31	0,31
DL-metionina	0,43	0,43	0,43
Inerte	0,50	0,45	0,40
L-treonina	0,09	0,09	0,09
Arabinofuranosidase	0,00	0,05	0,10
Total (kg)	100,000	100,00	100,000
EM (kcal/kg)	2,800	2,800	2,800
Proteína bruta (%)	18,92	18,92	18,92
Fibra bruta (%)	4,38	4,38	4,38
Lisina total (%)	1,14	1,14	1,14
Metionina total (%)	0,69	0,69	0,69
Treonina total (%)	0,70	0,70	0,70
Triptofano total (%)	0,24	0,24	0,24
Cálcio (%)	2,99	2,99	2,99
Fósforo disp. (%)	0,30	0,30	0,30
Sódio (HCL) (%)	0,14	0,14	0,14

Premix mineral¹, %/Kg da ração. Proteína bruta % 2,4347; extrato etéreo % 0,1781; fibra bruta % 0,1495; cálcio % 9,5243; fósforo total % 6,5935; fósforo disponível % 11,3059; sódio % 5,9693; arginina % 0,0262; lisina % 0,0178; metionina % 2,8835; metionina + cistina % 2,8971; cistina % 0,0136; triptofano % 0,0052; glicina % 0,0234; histidina % 0,0189; isoleucina % 0,0200; leucina % 0,0778; fenilalanina % 0,0305; tirosina % 0,0212; treonina % 0,1696; valina % 0,0277; alanina % 0,0470; fósforo liberável % 0,0101; fósforo fitase % 4,7250; eficiência 468,7500; serina % 0,0306; fósforo dig aves % 0,0082; fósforo fítico % 0,0126; prolina % 0,0833; ac glutâmico % 0,1198; naae % -0,8258; glicina+serina % 0,0540; potássio % 2,8675; cloro % 5,0067; m mineral % 71,6626; fenilal+tirosina % 0,0517; en met matrizes kcal/kg 445; en met aves kcal/kg 445; ácido linoleico % 0,0840; cobre ppm 666,6666; ferro ppm 1.666,2500; manganês ppm 3.830,6670; zinco ppm 3.333,7500; iodo ppm 66,7333; selênio ppm 13,2917; ca-p % 0,842; arg dig % 0,0234; lis dig % 0,0145; met dig % 2,8824; m+c dig % 2,8945; cis dig % 0,0116; trp dig % 0,0047; tre dig % 0,1660; val dig % 0,0243; ile dig % 0,0180 . Premix vitamínico² vit a ui/g 406,0000; vit d3 ui/g 171,0680; vit e ppm 2.247,5000; vit k ppm 94,2238; vit b1 (tiamina) ppm 106,5866; vit b2 (riboflavina) ppm 417,6000; vit b6 (piridoxina) ppm 181,2036; vit b12 (cianocobala) ppm 1,5370; ácido fólico ppm 133,3420; ácido nicotínico ppm 1.348,5000; ac. pantatênico ppm 681,5001; biotina ppm 9,7150; colina ppm 13.277,8500; antioxidante ppm 3.507,2500; tilosina ppm 1.837,0000; eq.ácido-base meq/kg 1.918,8490; umidade % 1,9907.

1.3. Desempenho

Ao início e final de cada ciclo de produção, as aves e rações foram pesadas e os ovos, coletados diariamente para mensuração dos parâmetros de desempenho:

Consumo de ração por ave dia (g/ave/dia): diferença entre a porção de ração fornecida e as sobras.

Conversão alimentar por massa de ovos (g/g): divide o total de ração consumida pelo peso dos ovos produzidos, sendo expressa em gramas de ração por grama de ovo.

Conversão alimentar por dúzia de ovo (g/dúzia): divisão do consumo médio de ração por doze.

Massa Ovos (g/ave/dia): multiplicação do peso médio pela porcentagem da produção.

Percentual de postura (%) é quantificando a partir da contagem de ovos produzidos e o resultado é dividido pelos dias de coleta (ciclo de 21 dias), após obter esse dado o resultado é dividido pelo número de aves e multiplica-se por 100. Como pode ser observado na equação:

$$\% \text{Postura} = ((\text{ovos coletados}/21) / \text{número aves}) \times 100$$

1.4. Qualidade dos Ovos

Para a qualidade interna verificou-se o peso do ovo inteiro (g), peso gema (g), peso de albúmen (g), porcentagem de gema (%), altura de gema (mm), pH de gema, diâmetro de gema (mm) e índice de gema, porcentagem de albúmen (%), altura de albúmen (mm), pH de albúmen, diâmetro de albúmen (mm) e índice de albúmen.

Para a qualidade externa, verificou o peso da casca dos ovos (g), porcentagem de casca (%), espessura de casca (mm), gravidade específico (g/cm³) e unidade Haugh.

A realização da cor da gema foi verificada, com o auxílio de um colorímetro calibrado (Konica Minolta CR-400) que segundo BIBLE & SINGHA (1993), feita em ovos abertos, retirada as gemas, mensuradas no colorímetro para medição das variáveis L*, a*, b* e c, as leituras foram anotadas em planilhas para a análise estatística.

Unidade Haugh- O peso do ovo foi aferido antes da quebra em balança digital com precisão de 0,01 g, e com o auxílio de um micrômetro, foi realizada a medida da altura do albúmen denso. A unidade Haugh foi calculada através da fórmula: $UH = 100 \log (H + 7,571,7W^{0,37})$, em que H = altura do albúmen denso (mm) e W = peso do ovo (g).

1.5. Biometria do Trato Digestório

Foi usada uma ave de cada tratamento por repetição, desempenhando a média de peso dos tratamentos, sendo definida, identificadas, pesadas e posteriormente sacrificadas por deslocamento cervical.

Aferiu-se o comprimento do trato gastrointestinal (TGI) em centímetros (cm), medido ao longo da inserção do esôfago na orofaringe até a ligação do intestino grosso com a cloaca. Posteriormente pesadas, o esôfago mais papo; o proventrículo mais moela; o pâncreas; o intestino delgado; o intestino grosso; fígado sem a vesícula.

Com essas medidas, determinou-se o peso relativo (%) de cada órgão digestivo, calculando em porcentagem do peso vivo (STRINGHINI *et al.*, 2003).

1.6. Biometria Óssea: Tíbia e Fêmur

Após as aves serem sacrificadas, os ossos de tíbias e fêmures foram removidos da perna esquerda, identificadas e limpas de todo tecido aderente, pesados com auxílio de uma balança analítica, os comprimentos foram avaliados com a ajuda de um paquímetro.

O Índice de Seedor (IS) foram identificados com a divisão do peso de cada osso pelo comprimento (SEEDOR *et al.*, 1991), para a avaliação de possíveis alterações.

1.7. Análise Estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância por meio do programa SISVAR 5.6 – Universidade Federal de Lavras, e as diferenças entre as médias foram determinadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Componentes principais

2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2, são apresentadas as médias de temperatura ambiente e umidade relativa, aferidas durante o período experimental.

Tabela 2 - Médias da temperatura ambiente e umidade relativa do ar, entre os ciclos de produção de codornas japonesas alimentadas com a inclusão de níveis de arabinofuranosidase. Inserir

Ciclo	Temperatura °C			Umidade%		
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média
Primeiro	25,50	21,10	23,30	48,50	44,20	46,35
Segundo	25,10	20,60	22,85	43,10	38,40	40,75
Terceiro	26,20	21,90	24,05	40,20	34,60	37,40
Média	24,26	21,20	-	43,93	39,06	-

Observou-se que as médias da temperatura ambiente durante o experimento foi no máximo de 24,26°C e mínima de 21,20 °C. A umidade relativa foi máxima 43,93% e mínima de 39,06%.

As condições ambientais podem interferir no consumo de ração, e como consequência provocam modificações nos índices zootécnicos. Aos primeiros dias de vidas as codornas exigem conforto térmico de 35 a 38°C, para a fase de produção variando entre 21 a 25°C, e 65 a 70% de umidade relativa do ar, sendo ainda acrescentados que temperaturas superiores a 28°C são consideradas críticas para esses animais (DOMICIANO, 2018).

Na Tabela 3, são apresentados os dados de desempenho de codornas japonesas em relação à inclusão de níveis de arabinofuranosidase.

Tabela 3 - Desempenho de codornas japonesas alimentadas com a inclusão de níveis de arabinofuranosidase.

*Variáveis	Controle	Arabino furanosidase (50 g/T)	Arabino furanosidase (100 g/T)	EMP ¹	CV ²	Valor p
CR (g/ave/dia)	33,06c	39,81b	44,06a	3,91	7,25	0,00
CAMO (g/g)	2,798c	3,455b	3,771a	0,075	6,44	0,00
CADZ(g/g)	385,37c	477,75b	528,75a	10,934	6,70	0,00
MO (g/ave/dia)	8,035c	9,260b	10,144a	0,236	7,85	0,00
%Postura	71,54c	81,28b	91,10a	2,363	8,88	0,00

¹Erro médio padrão; ²Coeficiente de variação.

*Consumo de ração por ave dia (CR/ave/dia), conversão alimentar por massa de ovos (CAM), conversão alimentar por dúzia (CADz), massa ovos (MO), percentual de postura (PP).

Houve diferença estatística para todas as variáveis de desempenho. O consumo de ração foi melhor no controle utilizando resíduo de milho com enzima, na inclusão de 100g/T, assim como os resultados de massa de ovo e porcentagem de postura, refletindo em piora da conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos. O aumento da massa de ovo foi resultado da maior conversão do alimento digerido em nutrientes para a metabolização do produto ovo pela codorna.

Diferentemente deste estudo, mas com frangos, SALEH *et al.* (2019) avaliaram os impactos da alimentação com dietas de baixa energia suplementadas com ou sem enzimas xilanase e arabinofuranosidase (a composição e análise química das dietas experimentais (Rovabio® Adiantamento) foram gentilmente cedidos pela Empresa Adisseo, França SAS Antony Parc 210, Place du Générale de Gaulle F-92160 ANTONY, França. Esta enzima foi criada industrialmente pela fermentação de *Talaromyces versatilis* (IMI378536 e DSM26702; cepas proprietárias da Adisseo France SAS).

Em dietas de baixa energia, no presente estudo, melhorou o desempenho de crescimento em frangos de corte, e esta melhoria pode estar relacionada ao aumento da digestibilidade dos nutrientes pela suplementação das enzimas. Esta suposição está em harmonia. Além disso, Slominski *et al.* (2000) relataram que a inclusão de uma mistura de enzimas desramificadoras melhorou a eficácia geral da enzima e, conseqüentemente, melhorou a digestibilidade dos nutrientes e o alívio dos impactos negativos dos NSPs (NORTEY *et al.*, 2008).

Recentemente, Ravn *et al.* (2018) afirmaram que a adição de combinação de enzimas (xilanase e arabinofuranosidase) melhorou o comprimento das vilosidades do duodeno, e provavelmente esteve envolvido na melhoria do desempenho de crescimento, incluindo o peso corporal e a conversão alimentar, em frangos de corte.

Esta enzima em específico (arabinofuranosidase) atua com objetivo de aumentar a biodisponibilidade de nutrientes presentes na parede celular dos grãos, exemplo a hemicelulose vindo a somar com os demais compostos, melhorando a composição do ovo, refletida pela massa do ovo, proporciona melhor disponibilização dos nutrientes das rações (MURAKAMI *et al.*, 2007).

Para o percentual de postura observou-se que a inclusão da enzima melhorou esta variável, porque a codorna respondeu bem ao consumo melhorando a absorção dos nutrientes, que foram mobilizados para a produção do ovo no trato reprodutor. Segundo Carneiro *et al.* (2014), codornas apresentaram fertilidade média de 85,23%, eclodibilidade de 86,87% e peso médio dos ovos de 10,77g.

Para Sobreira *et al.* (2011) neste sentido, a boa nutrição da poedeira reflete no aumento de posição de maior número de ovos, pois a deficiência nutricional afeta a quantidade de ovos,

porque na falta de alimento a preferência do organismo é a manutenção, deixando de lado a produção do ovo, fato que não aconteceu neste ensaio (MORAES *et al.*, 2020).

As observações das variáveis que mensuram a qualidade do ovo (interna), estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com a inclusão de níveis de arabinofuranosidase.

*Variáveis	Controle	Arabino furanosidase (50 g/T)	Arabino furanosidase (100 g/T)	EMP	CV ²	Valor p
Ovo inteiro						
Peso (g)	11,39	11,54	11,68	0,162	3,98	0,604
Densidade (g/cm³)	1072	1073	1071	1,037	0,27	0,089
Unidade haugh	86,87	89,58	90	2,27	4,31	0,13
Gema						
Peso (g)	3,80a	3,05b	3,78a	0,371	7,11	0,000
Altura(mm)	10,22b	11,05a	7,83c	0,710	8,41	0,000
Diâmetro (mm)	24,95	24,81	24,78	0,412	5,97	0,176
pH	5,54b	6,30a	5,0c	0,104	5,70	0,000
Cor Gema						
L	65,99	64,18	67,06	0,278	5,49	0,417
a	-6,09	-6,17	-6,38	0,139	6,36	0,465
b	40,11	37,48	41,21	0,522	7,41	0,361
Albúmen						
Peso (g)	0,25	0,25	0,21	0,00	8,01	0,642
Altura (mm)	4,08c	4,55b	4,70a	0,118	7,63	0,009
Diâmetro (mm)	43,21	44,11	43,16	0,472	5,63	0,095
pH	9,0	8,93	8,87	0,391	3,47	0,352
Casca						
Peso casca	1,04	1,06	1,04	0,02	3,98	0,79
Espessura casca	0,28	0,28	0,28	0,01	6,56	0,69

Unidade Haugh

¹Erro médio padrão; ²Coefficiente de variação.

Conforme apresentado na tabela 3, o peso da gema teve efeito da inclusão de arabinofuranosidase ao nível de 50 g/T na dieta ocasionando a diminuição do peso da gema, enquanto o nível de 100g/T obteve peso de gema maior que o nível de 50g/T e semelhante resultado foi obtivo pela dieta controle.

O aumento do peso da gema está relacionado com o aumento do consumo e absorção de nutrientes ofertados na dieta, principalmente de ácidos graxos e pigmentos, na gema é depositada a porção gordurosa da dieta (ETCHES 1996); os componentes lipídicos e proteicos dos precursores da gema são modificados por ação de enzimas proteolíticas endógenas

(lipovitela e fosvitina), (WALLACE e SELMAN, 1981; Matsubara e Sawano, 1995). A fosvitina atua como carreadora do ferro, cerca de 95% do ferro presente na gema (JIANG e MINE, 2000), enquanto a lipovitela contém apenas alguns lipídios associados.

Na gema ocorre a deposição das vitaminas A, E e dos carotenoides que são absorvidos junto com os lipídeos, a fisiologia de formação da gema está diretamente relacionada com o que a codorna ingere, que no caso da gema vai afetar seu peso (FIGUEIREDO *et al.*, 2021).

Em estudos que utilizaram enzimas na dieta de poedeiras observa-se que a ação das enzimas sobre o alimento afeta diretamente a mobilização de nutrientes para a gema do ovo, impactando no peso e massa, influenciando a qualidade do produto (SILVA *et al.*, 2020; ROBERTS e CHOCT, 2006; MNISI *et al.*, 2017); SILVA *et al.* (2012) estudaram poedeiras semipesadas e observaram que a qualidade interna dos ovos foi mantida com a adição de carboidrases na dieta das galinhas. Souza (2011), ao testar dietas com xilanase para a alimentação de poedeiras, observou efeito sobre o peso e a altura da gema.

Para a altura de gema foi aumentada em ovos oriundos do tratamento com arabinofuranosidase ao nível de 50 g/T , enquanto o nível de 100g/T da enzima levou a diminuição desta variável ao comparar com a dieta controle, fato que faz referência a composição lipídica da gema, de caráter hidrofóbico que retrai pelo contato com a porção albúmen, que mais liquefeito e constituído por alto teor de água, proteínas e minerais (BARON *et al.*, 2020); portanto ocorreu neste ensaio aumento na altura do albúmen, resultante da deposição de proteínas e os ovos serem avaliados logo após a postura, mesmo dia. Não ocorreu perda de água pela casca, a perda de água afeta a altura e diâmetro do albúmen, no entanto esse acontecimento é mais frequente em ovos armazenados (ARRUDA *et al.*, 2019).

Com o passar do tempo de armazenamento dos ovos, a proporção de albúmen líquido aumenta em detrimento da porção densa (VLCKOVÁ *et al.*, 2019). A fluidização e perda de viscosidade do albúmen denso ocorrem pela hidrólise das cadeias de aminoácidos, que degradadas liberam a água ligada a grandes moléculas proteicas (MORENG e AVENS,1990)

Mediante a capacidade de transporte e utilização de nutrientes pelas aves, alinhados com a modulação da dieta é possível gerar alterações na qualidade da gema e do albúmen, na cor da gema e casca, no tamanho e na forma dos ovos (CARVALHO e FERNANDES, 2013).

A qualidade interna dos ovos responde ao efeito da linhagem, idade da ave, manejo adotado, tanto na condução da criação quanto na nutrição das poedeira e fatores ambientais (temperatura e umidade do ar) (VILELA *et al.*, 2016), de acordo com Lana *et al.* (2017), a fluidificação do albúmen e da gema indica perda da qualidade.

A perda de água do interior do ovo depende da temperatura, da umidade relativa e do fluxo de ar durante o período de armazenamento, ou seja, especialmente quando os ovos são

armazenados em ambiente inadequado (FEDDERN *et al.*, 2017).

O presente estudo verificou aumento no pH da gema na utilização de arabinofuranosidase em níveis de 50g/T tornando-a mais alcalina. No nível de 100g/T o pH de gema apresentou mais baixo, conseqüentemente mais ácido. O pH pode ser aumentado ao longo do tempo acontece em função dos íons alcalinos provenientes do albúmen possivelmente serem trocados com íons H⁺ presentes na gema levando à elevação do pH da mesma (MACIEEL *et al.*, 2024).

No caso de pH de albúmen o pH do albúmen pode ser usado como índice de qualidade de ovos frescos (SILVERSIDES e SCOTT, 2001). O pH do albúmen do ovo recém-posto geralmente varia de 7,6 a 7,9. No entanto, o pH do albúmen aumenta com o período de armazenamento do ovo e pode chegar a 9,5 (ALLEONI e ANTUNES, 2001). A perda de CO₂ através da casca resulta em sabor alterado do ovo devido ao aumento da alcalinidade (MORENG e AVENS, 1990).

Na tabela 5 estão apresentados os dados da biometria do trato gastrintestinal e o efeito das dietas testadas.

Tabela 5 - Biometria do trato gastrointestinal de codornas japonesas alimentadas com a inclusão de níveis de arabinofuranosidase.

*Variáveis	Controle	Arabino furanosidase (50 g/T)	Arabino furanosidase (100 g/T)	¹EMP	CV²	Valor p
PA (%)	0,169b	0,162b	0,185a	0,003	3,83	0,001
CTGI (cm)	75,70a	70,00b	76,10a	0,870	3,06	0,000
PTGI (%)	11,26	9,02	9,12	0,277	3,43	0,069
EP (%)	0,60b	0,75a	0,76a	0,02	5,34	0,000
PM (%)	3,22a	3,17a	3,36a	0,102	4,11	0,002
ID (%)	2,48b	2,26b	4,30a	0,247	2,41	0,000
IG (%)	1,44a	0,77c	1,05a	0,057	5,97	0,000
FI (%)	2,29c	2,62b	4,89a	0,092	4,56	0,000
PAN (%)	0,22b	0,21b	0,39a	0,015	7,69	0,047

¹Erro médio padrão; ²Coeficiente de variação.

*Comprimento do trato gastrintestinal (CTGI), peso relativo trato gastrintestinal (PTGI), esôfago e papo (EP), proventrículo e moela (PM), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), peso da ave (PA) pâncreas (PAN), fígado (FI? (rever a frase).

Neste estudo, houve diferença estatística no peso das aves, em que enzima arabinofuranosidase com maior nível de inclusão, apresentou maior peso das aves. GRECCO *et al.* (2019) descobriram que as dietas suplementadas com enzima exógena que degrada a fibra melhoraram significativamente o peso corporal ($P < 0,05$), igual ao encontrado neste experimento, porque o aumento da digestibilidade da fibra leva ao aumento da disponibilidade de nutrientes e ao ganho de peso.

Cowieson e Adeola (2005) encontraram resultados semelhantes, relatando que a suplementação de enzimas exógenas na dieta reduziu a taxa de fluxo de digesta no trato intestinal, melhorou a utilização de nutrientes e aumentou o peso corporal das aves. Sabe-se que o aumento das concentrações de NSP solúvel causa aumento da viscosidade da digesta e diminuição da digestão e absorção de nutrientes. A glucanase quebra as cadeias poliméricas em pedaços menores, reduzindo a viscosidade intestinal e melhorando o valor nutritivo dos alimentos ricos em NSP.

No presente estudo o comprimento do trato gastrointestinal das codornas foi maior no nível de 100g/t de arabinofuranosidase, assemelhando-se ao mensurado no controle com resíduo de milho do fundo do silo, enquanto o nível de 50g/T de arabinofuranosidase diminuiu consideravelmente o comprimento, neste contexto o desenvolvimento do trato gastrintestinal reflete no desempenho produtivo da ave, no caso da codorna o menor comprimento impacta na velocidade da taxa de passagem do alimento, entretanto o intestino grosso da ave é mais eficiente na digestão de fibra um diferencial em relação as galinhas poedeiras(SOUZA NETO *et al.*, 2020).

O uso da enzima arabinofuranosidase neste estudo inferiu em melhor aproveitamento da dieta ao verificar aumento no peso dos órgãos que compõem o trato da codorna, esôfago, papo e moela, afetados significativamente pela maior ingestão de alimento (SILVA *et al.*, 2019).

A presença de alimentos no intestino estimula as atividades enzimáticas do pâncreas e fígado, graças a capacidade de modificação adaptativa do trato gastrointestinal, influenciando até a densidade e tamanho das microvilosidades (rever a frase), possui capacidade de microvilosidades através de movimentos intestinais, (CAMARGO *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2016; MACARI *et al.*, 2002). A melhora da função do trato gastrointestinal, pela combinação das enzimas endógenas com as exógenas, causa efeito cascata na melhora de massa de ovos, conformação corporal e a composição do ovo (BARON *et al.*, 2020; WANG *et al.*, 2019).

As provas laboratoriais sanguíneas e ósseas podem servir como importante ferramenta para auxiliar no monitoramento da saúde, diagnóstico e tratamento de doenças. Há também grande preocupação no que se refere ao bem-estar animal, sendo necessário o conhecimento de

valores bioquímicos de referência, visando melhor avaliação do estado fisiológico das aves (BARBOSA *et al.*, 2011).

Houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para o percentual no intestino delgado ($p < 0,05$). O grupo com 100 g/T de apresentou percentual significativamente maior, em comparação ao controle e ao grupo com 50 g/T. Sugerindo que a inclusão de arabinofuranosidase na dieta pode promover alterações no metabolismo e na absorção de nutrientes no intestino delgado das aves (LEITE *et al.*, 2015).

O percentual no intestino grosso também variou significativamente entre os grupos ($p < 0,05$). O grupo controle apresentou percentual maior em comparação aos grupos com arabinofuranosidase 50 g/T e para 100 g/T. Esses resultados indicam que a arabinofuranosidase pode ter influenciado a digestão e a absorção de nutrientes de maneira diferencial entre os segmentos do trato gastrointestinal das aves (COWIESON *et al.*, 2009).

Os valores percentuais do fígado também foram significativamente diferentes entre os grupos ($p < 0,05$). Os grupos com arabinofuranosidase (tanto 50 g/T quanto 100 g/T) apresentaram valores percentuais maiores, em comparação ao controle, sugerindo que a inclusão da enzima pode ter impactado o metabolismo hepático das aves, possivelmente refletindo em maior atividade metabólica.

Houve diferença estatisticamente significativa para o percentual de pâncreas entre os grupos ($p < 0,05$). O grupo com 100 g/T de arabinofuranosidase apresentou percentual significativamente maior em comparação aos grupos controle e com 50 g/T. Isso sugere que a suplementação com arabinofuranosidase pode ter influenciado a função pancreática das aves, possivelmente melhorando a digestão e a absorção de nutrientes.

As observações das variáveis que mensuram biometria dos ossos fêmur e tíbia estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Biometria dos ossos fêmur e tíbia de codornas japonesas alimentadas com a inclusão de níveis de arabinofuranosidase.

*Variáveis	Controle	Arabino furanosidase (50 g/T)	Arabino furanosidase (100 g/T)	¹ EMP	CV ²	Valor p
Peso tíbia (g)	0,72	0,71	0,75	0,870	7,06	0,097
Larg tíbia (mm)	4,98	4,51	4,96	0,477	4,46	0,013
Comp tíbia (mm)	49,08	48,59	49,05	0,02	2,34	0,094
Seedor tíbia	0,104	0,102	0,108	0,214	4,12	0,211
Peso fêmur (g)	0,35	0,39	0,41	0,113	6,9	0,098
Larg fêmur (mm)	4,31	4,70	4,44	0,147	6,41	0,205
Comp fêmur (mm)	38,27	38,53	36,38	0,157	4,97	0,286

Seedor fêmur 0,09a 0,09a 0,011b 0,047 2,56 0,001

¹Erro médio padrão; ²Coeficiente de variação.

O índice de Seedor é crucial para avaliar a qualidade óssea em aves, calculando a densidade óssea como a relação entre o peso seco e o comprimento do osso. Esta medida é importante para garantir ossos fortes e saudáveis, reduzindo a propensão a fraturas. Além disso, reflete a eficácia da nutrição fornecida, especialmente a ingestão de cálcio e fósforo essenciais para a formação óssea. O índice de Seedor também permite avaliar o impacto de diferentes dietas e suplementos na saúde óssea, contribuindo para práticas de manejo alimentar mais eficazes. Mantendo bom índice de Seedor assegura-se o bem-estar das aves, melhorando a mobilidade, conforto e desempenho produtivo.

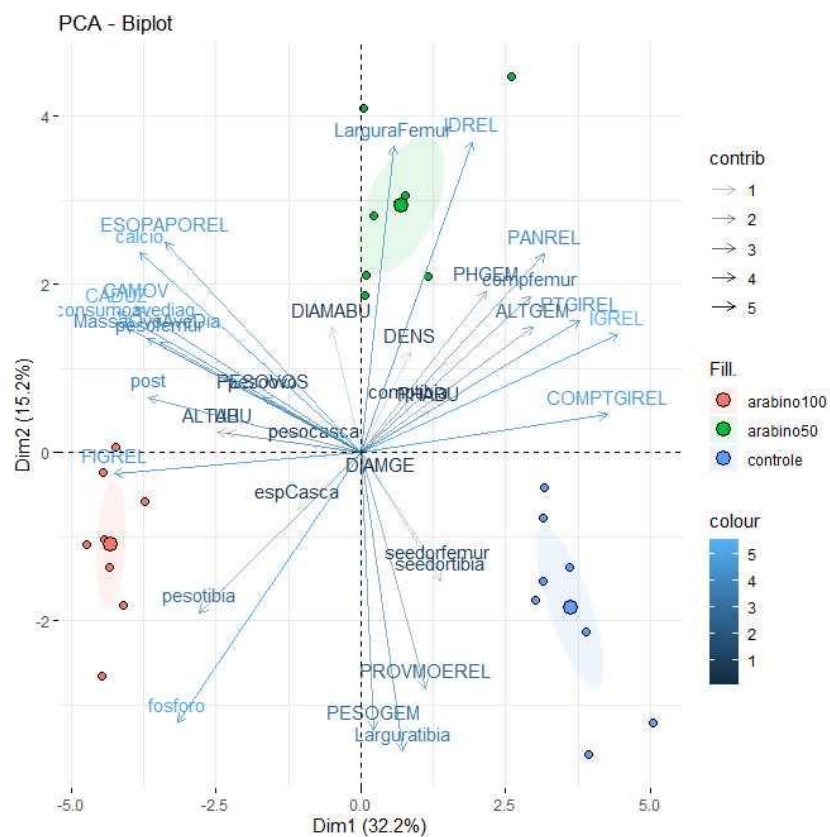


Figura 3. Análise de componente principal das variáveis estudadas.

Fonte: arquivo pessoal

Pela análise de componentes principais, verificou-se que os cinco primeiros componentes explicaram conjuntamente 70,70% da variação total dos dados. Na Figura 3, são apresentados os gráficos com os dois primeiros componentes principais. O primeiro componente explicou 32,19%, apresentando correlação alta e positiva (acima de 0,70) com consumo de ração, conversão alimentar, conversão alimentar por massa de ovo, conversão alimentar por dúzia, percentual de postura, comprimento do TGI, peso do esôfago e papo, intestino grosso e fígado, e peso do osso fêmur.

De acordo com a análise do primeiro componente, como pode ser observado no gráfico, houve relação positiva entre as variáveis de desempenho. Houve correlação positiva entre os parâmetros de consumo alimentar, que por sua vez elevaram também a conversão alimentar tanto para massa de ovos quanto para dúzia de ovos, o que, como consequência, melhorou o percentual de postura, correlacionando positivamente com esta variável.

O mesmo comportamento de ganho ocorreu também para o TGI, e o comprimento do trato teve correlação positiva para o nível de 50g/t de arabinofuranosidase, apresentando-se maior. Também foi observado que os órgãos esôfago mais papo, intestino grosso e fígado tiveram correlação positiva, e todos aumentaram o peso, ou seja, o aumento do TGI também estimulou o aumento do peso dos órgãos citados.

Houve também correlação positiva no peso do fêmur, atrelada ao intestino grosso e o potencial de absorção de minerais, sendo mais expressiva no tratamento de arabinofuranosidase 50g/t, em que a correlação positiva entre essas variáveis confirmou o aumento do peso do órgão.

O segundo componente explicou 18.18% apresentando correlação alta e positiva (acima com 0,70) nas variáveis intestino grosso, largura da tíbia e largura do fêmur.

Pela análise componentes principais foi possível compreender de forma global os resultados do presente ensaio e complementar a análise univariada. Foi possível discriminar os tratamentos através das variáveis utilizadas, bem como compreender o inter-relacionamento das variáveis. Observou-se coerência na discriminação dos tratamentos, sendo verificado que o tratamento controle foi mais contrastante que o tratamento arabinofuranosidase 100, e o arabinofuranosidase 50 foi intermediário.

Então o intestino grosso teve correlação positiva para o nível de arabinofuranosidase 50g/t quando compara com o controle, ou seja, o nível da enzima estimulou aumento do peso do intestino grosso. Correlacionando para a largura da tíbia e do fêmur, visto que o intestino grosso é responsável pela absorção de minerais como cálcio e fósforo um dos principais componentes destes órgãos.

3 CONCLUSÃO

Ocorreu efeito das enzimas testadas sobre parâmetros de desempenho, biometria do trato gastrointestinal e qualidade interna dos ovos de codornas, concluindo que a arabinofuranosidase se mostrou mais eficiente no nível de 100g/tonelada.

Referências

- AL-BATSHAN, H. A. et al. Duodenal calcium uptake, femur ash, and eggshell quality and phosphorus utilization in laying hens. *Poultry Science*, v. 77, n. 2, p. 290-294, 1998.
- ARRUDA, M. D. et al. Avaliação da qualidade de ovos armazenados em diferentes temperaturas. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, v. 4, n. 1, p. e7681, 2019.
- BARON, L. F.; PAZINATTO, R.; BARON, C. P. Oxidação de lipídeos e as implicações na nutrição e saúde de animais de produção. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v. 37, n. 1, p. 265-297, 2020.
- BEDFORD, M. R.; WALK, C. L. Reduction of phytate to tetrakisphosphate (IP₄) to trisphosphate (IP₃), or perhaps even lower, does not remove its antinutritive properties. In: *Phytate destruction-consequences for precision animal nutrition*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 2016. p. 237-246.
- CARVALHO, L. S. S.; FERNANDES, E. A. Formação e qualidade da casca de ovos de reprodutoras e poedeiras comerciais. *Medicina Veterinária, Recife*, v. 7, n. 1, p. 35-44, 2013.
- COMBS, G. F. *The Vitamins: Fundamental Aspects in Nutrition and Health*. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2008.
- COWIESON, A. J.; WILCOCK, P.; BEDFORD, M. R. Super-dosing effects of phytase in poultry and other monogastrics. *World's Poultry Science Journal*, v. 67, n. 2, p. 225-236, 2011.
- DOS SANTOS, F. R. et al. Desenvolvimento digestivo e aproveitamento energético em frangos de corte. *PubVet*, v. 6, p. 1369, 2016.
- ETCHES, R. J. *Reproduction in poultry*. Wallingford: CAB International, 1996.
- FIGUEIREDO, E. M.; PINTO, R. F. Fisiologia da formação do ovo: um referencial teórico. In: *Inovações na nutrição animal: desafios da produção de qualidade*. p. 109-126, 2021. doi: 10.37885/210504516. Disponível em: <https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/210504516>.
- GORDON, R. W.; ROLAND SR, D. A. Influence of supplemental phytase on calcium and phosphorus utilization in laying hens. *Poultry Science*, v. 81, n. 10, p. 1481-1488, 2002.
- JIANG, B.; MINE, Y. Preparation of novel functional oligophosphopeptides from hen egg yolk phosvitin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 48, n. 4, p. 990-994, 2000.
- LANA, S. R. V. et al. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 18, n. 1, p. 140-151, 2017.
- MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. *Fisiologia Aviária Aplicada a Frango de Corte*. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2002.
- MATSUBARA, T.; SAWANO, K. Proteolytic cleavage of vitellogenin and yolk proteins

during vitellogenin uptake and oocyte maturation in barfin flounder (*Verasper moseri*). *Journal of Experimental Zoology*, v. 272, n. 1, p. 34-45, 1995.

MNISI, C. M. et al. Exogenous carbohydrases do not improve the physiological and meat quality parameters of female Japanese quail fed canola-based diets. *South African Journal of Animal Science*, v. 47, n. 6, p. 923-932, 2017. doi: <https://doi.org/10.4314/sajas.v47i6.20>.

ROBERTS, J. R.; CHOCT, M. Effects of commercial enzyme preparations on egg and eggshell quality in laying hens. *British Poultry Science*, v. 47, n. 4, p. 501-510, 2006. doi: <https://doi.org/10.1080/00071660600834175>.

SILVA, N. N. et al. Casein micelles: from the monomers to the supramolecular structure. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 22, 2019.

SILVA, C. V. et al. Casca de melancia, xilanase e-glicanase em dietas para codornas japonesas. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8, e754985413, 2020.

SILVA, L. M. et al. Associação de carboidrase e fitase em dietas valorizadas para poedeiras semipesadas. *Acta Scientiarum Animal Science*, v. 34, n. 3, p. 253-258, 2012.

SOUZA NETO, S. E. et al. Farelo do fruto na carnaubeira no desempenho e rendimento de carcaça de codornas europeias. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 9, e938998079, 2020.

SOUZA, K. M. R. Redução de energia e suplementação de xilanase em dietas de poedeiras de 02 a 80 semanas de idade. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2011.

SOUZA, W. R. Microbial degradation of lignocellulosic biomass, sustainable degradation of lignocellulosic biomass - techniques, applications and commercialization. InTech, 2013. doi: [10.5772/54325](https://doi.org/10.5772/54325).

VILELA, D. R. et al. Qualidade interna e externa de ovos de poedeiras comerciais com cascas normal e vítrea. *Ciência Animal Brasileira*, v. 17, n. 4, p. 509-518, 2016.

WALLACE, R. A.; SELMAN, K. Cellular and dynamic aspects of oocyte growth in teleosts. *American Zoologist*, v. 21, n. 2, p. 325-343, 1981.

CAPÍTULO III – ARABINOFURANOSIDASE E XILANASE NA DIETA DE CODORNAS JAPONESAS

RESUMO

As enzimas são utilizadas na formulação de ração para melhorar a disponibilidade de nutrientes, eliminar fatores antinutricionais da dieta possibilitando incluir ingredientes com menor qualidade na dieta dos animais. Objetivou-se avaliar o efeito de inclusão das enzimas em dietas de codornas japonesas, sobre o desempenho, qualidade dos ovos, biometria dos órgãos digestórios e biometria da tíbia e do fêmur. Foram utilizadas 180 codornas fêmeas da espécie *Coturnix japonica* com idade de aproximadamente 120 dias uniformizada pelo peso corporal, distribuídas em gaiolas de arame galvanizado com 33 cm de comprimento × 25 cm de largura × 20 cm de altura fornecendo 117 cm²/ave, compostas de comedouros e bebedouros. O delineamento foi inteiramente ao acaso (DIC), com dois testes experimentais: experimento 1, utilizaram três tratamentos e dez repetições com inclusão da arabinofuranosidase e xilanase contendo seis aves por gaiola. Os tratamentos utilizados foram constituídos por: tratamento controle à base de milho de fundo de silo (MFS) + farelo de soja (FS), tratamento com MFS + FS + inclusão de arabinofuranosidase de 50 g/T de ração e tratamento com MFS + FS + inclusão de arabinofuranosidase de 100 g/t. Experimento 2, utilizando o tratamento controle (MFS + FS) e tratamentos com níveis de arabinofuranosidase (tratamento com MFS + FS + inclusão de arabinofuranosidase de 50 g/t de ração e tratamento com MFS + FS + inclusão de xilanase de 50g/t de ração). Foram avaliados o desempenho (consumo de ração por ave dia, conversão alimentar por massa de ovos, conversão alimentar por dúzia, massa ovos, percentual de postura, ganho de peso da ave), biometria do trato gastrointestinal e seus órgãos fígado, pâncreas, peso do ovo e qualidade interna do ovo (gema e albúmen), biometria de ossos (tíbia e fêmur). No experimento 1 os níveis de arabinofuranosidase (50 g/T e 100g/T) melhoraram o desempenho das codornas, observou-se efeito sobre os parâmetros de qualidade de ovo e na gema ocorreu aumento do peso, diminuição da altura, pH, enquanto no albúmen teve aumento da altura, o trato gastrointestinal das codornas foi influenciado pelos tratamentos teste com níveis da enzima. Diante destes resultados concluiu-se que a arabinofuranosidase mostrou-se mais eficiente no nível de 100g/tonelada. No experimento 2 foram verificados o efeito das enzimas testadas sobre parâmetros de desempenho, biometria do trato gastrointestinal e qualidade interna dos ovos de codornas. Concluindo que a xilanase mostrou-se mais eficiente que a enzima arabinofuranosidase.

Palavras-chave: amido, celulose, desempenho, nutrição, qualidade de ovo, sangue.

ABSTRACT

Enzymes are used in feed formulation to improve nutrients availability, to eliminate anti-nutritional factors from the diet, thus making it possible to include lower quality ingredients in the animals' diet. The objective was to evaluate the effect of including enzymes in Japanese quail diets on performance, egg quality, digestive organs and tibia and femur biometrics. 180 female quails of the species *Coturnix japonica* were used, aged approximately 120 days of age, standardized by body weight, distributed in galvanized wire cages measuring 33 cm long × 25 cm wide × 20 cm high, providing 117 cm²/bird, composed of feeders and drinkers. The design was completely randomized (DIC), with two experimental tests: experiment 1, used three treatments and ten replications with arabinofuranosidase and xylanase inclusion containing six birds per cage. The treatments consisted of: control treatment based on corn from the bottom of the silo (MFS) + soybean meal (FS), treatment with MFS + FS + arabinofuranosidase inclusion at 50 g/T of feed and treatment with MFS + FS + arabinofuranosidase inclusion of 100 g/t. Experiment 2, using the control treatment (MFS + FS) and treatments with arabinofuranosidase levels (treatment with MFS + FS + arabinofuranosidase inclusion at 50 g/t of feed and treatment with MFS + FS + xylanase inclusion at 50 g/t of portion). Performance (feed consumption per bird per day, feed conversion per egg mass, feed conversion per dozen, egg mass, laying percentage, bird weight gain), biometrics of the gastrointestinal tract and its organs (liver and pancreas), egg weight and internal quality of the egg (yolk and albumen), bone biometry (tibia and femur). In experiment 1, arabinofuranosidase levels (50 g/T and 100g/T) improved the performance of quails, an effect was observed on egg quality parameters. There was an increase in weight, a decrease in height and pH in the yolk, while in the albumen there was an increase in height. The gastrointestinal tract was influenced by the test treatments with enzyme levels. Considering these results, it was concluded that arabinofuranosidase proved to be more efficient at the level of 100g/ton. In experiment 2, the effect of the tested enzymes on performance parameters, gastrointestinal tract biometry and internal quality of quail eggs was verified. Concluding that xylanase proved to be more efficient than the arabinofuranosidase enzyme.

Keywords: starch, cellulose, performance, nutrition, egg quality, blood.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a coturnicultura vem se desenvolvendo em ritmo acelerado destacando-se como importante atividade produtiva do segmento da avicultura nacional (Aguiar *et al.*, 2022), alcançando altos níveis de produção, resultado das inovações tecnológicas no setor de produção e mudanças nas áreas de genética, nutrição, ambiência e sanidade (Silva *et al.*, 2018).

As codornas possuem ótimas características para a produção, como rápido crescimento, precocidade sexual, rusticidade elevada e baixo consumo de alimentos. A coturnicultura é um segmento da avicultura brasileira que cria, melhora e fomenta a produção de codornas. É uma opção para a exploração avícola, é uma cultura com manejo simplificado e menos onerosa (CASTRO *et al.*, 2020. SOUZA *et al.*, 2021).

O milho e o farelo de soja são as principais fontes de proteína e energia das dietas avícolas, entretanto, esses produtos apresentam flutuações de preço durante o ano, interferindo na receita final de produção; os alimentos alternativos tornam-se opção viável de uso, visto que, podem suprir as necessidades dessas frações na alimentação sem afetar negativamente o desempenho das aves (OLUKUMAIYA *et al.*, 2019). As rações tradicionais compostas por milho e farelo de soja, sendo que aproximadamente 70% do milho produzido no mundo é destinado à alimentação animal. (OLIVEIRA; SANTOS; CUNHA, 2014).

No entanto, a participação desses ingredientes nas rações de animais monogástricos apresenta limitações por fatores antinutricionais, que dificultam a atuação de enzimas digestivas, podem alterar a morfologia intestinal e interferir na digestibilidade e absorção dos nutrientes (OLIVEIRA *et al.*, 2000).

Os grãos de cereais, como o milho, possuem uma fração de polissacarídeos não amiláceos (PNAs), sendo composta predominantemente por arabinosilanos, constituído por arabinoses e xiloses (RIOS *et al.*, 2014), que estão principalmente na camada externa do grão, como o pericarpo. Segundo Bonnin *et al.* (2022) os PNAs representam cerca de 5 a 10% da composição do grão de milho. Os arabinosilanos (AXs) representam a maior fração dos PNAs no grão de milho e do DDGS, representando mais de 48% (JAWORSKI *et al.*, 2015).

Campos *et al.* (2017), mostrou que o uso de enzimas na alimentação de aves promove efeito positivo na degradação do PNA da membrana celular por causa da redução da viscosidade da digesta, com liberação de nutrientes encapsulados nas estruturas da parede celular (FERNANDES e outros., 2017). Nos últimos anos, a coturnicultura vem se desenvolvendo em ritmo acelerado destacando-se como importante atividade produtiva do segmento da avicultura nacional (AGUIAR *et al.*, 2022), alcançando altos níveis de produção, resultado das inovações tecnológicas no setor de produção e mudanças nas áreas de genética, nutrição, ambiência e

sanidade (SILVA *et al.*, 2018).

O aumento da produção de milho, que inicialmente atendeu à demanda interna existente e aumentou o consumo de produtos domésticos, implicou em oferta excessiva, e não é financeiramente atraente devido aos gargalos logísticos enfrentados pelo produto (SILVA *et al.*, 2021). Oportunidade para um modelo de negócios que tem como estratégia o beneficiamento local do milho através de coprodutos, agregando valor ao insumo agrícola (MOREIRA, 2018).

Os coprodutos ou resíduos no milho do fundo do silo também são atrativo para indústria, visto que, são usados na alimentação animal e ganhou destaque nas formulações de rações (BERNARDES, 2023). Ressalta-se, que os coprodutos agroindustriais são categorizados como produto secundário, gerado durante o processamento industrial, possuindo aproveitamento econômico e relevância para a empresa, por sua vez, os subprodutos podem apresentar valor econômico ou serem descartados como resíduos sem aproveitamento.

A xilanase é uma enzima do tipo glicosidase, que atua hidrolisando ligações β 1-4 das xilanas vegetais (POLIZELI *et al.*, 2005). A xilana é um dos principais componentes da hemicelulose, constituindo 20 a 35% da parede celular, representando uma porcentagem menor apenas que a celulose (SCHELLER e ULVSKOV, 2010). As enzimas xilanases hidrolisam a cadeia principal, gerando oligossacarídeos. As glucosidases hidrolisam os oligossacarídeos liberando como produto xilose, arabinose, ácido glicurônico, acético ou fenólico (BEAUCHEMIN *et al.*, 2003).

A hemicelulose é um heterossacarídeo formado por vários resíduos de açúcares. Esses açúcares são principalmente a xilose, arabinose e glicose. A hemicelulose é caracterizada por cadeias de arabinoxilanas (KOZLOSKI, 2016). A sua degradação envolve enzimas endoxilases, arabinofuranosidades e xilobiasas (SCHELLER & ULVSKOV, 2010). A xilose é o principal produto gerado a partir da hidrólise bacteriana dessa degradação (KOZLOSKI, 2016).

Uma completa ação despolimerizante de arabinoxilanos pela xilanase é potencializada pela ação sinérgica da arabinofuranosidase removendo a arabinose dos arabinoxilanos, facilitando o acesso de xilanase ao esqueleto de xilano (LEI *et al.*, 2016).

Neste contexto de utilização de resíduos do milho do fundo do silo, as enzimas agregam valores nutricionais ao disponibilizar resíduos fibrosos. Dessa forma, objetivou-se com este ensaio observar se a inclusão das enzimas xilanase e arabinofuranosidase em ração para codornas japonesas em postura e o efeito sobre o desempenho, a produção de ovos, parâmetros sanguíneos, biometria dos órgãos, do aparelho digestivo e análises de ossos.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Local do Experimento

O experimento ocorreu no Setor de Avicultura e no Laboratórios de Bioquímica e Metabolismo Animal do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde – GO, aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com animais, sob o protocolo do CEUA nº 3362271023.

1.1 Instalações e Animais

Foram utilizadas 180 codornas fêmeas da espécie *Coturnix coturnix japônica* com aproximadamente 120 dias, padronizadas pelo peso corporal e distribuídas em gaiolas de arame galvanizado com 33 cm × 25 cm × 20 cm, e cada repetição recebeu um comedouro tipo calha, bebedouro tipo *nipple*.

As rações e a água foram fornecidas à vontade ao longo do experimento.

Houve monitoramento do ambiente térmico, durante o experimento, realizado por meio de um termo-higrômetro digital modelo Incoterm, e foram registradas as temperaturas e a umidade, no período da manhã e da tarde.

1.2 Tratamentos e Composição Nutricional da Ração Experimental

O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso (DIC), com três tratamentos e dez repetições, contendo seis aves por gaiola. A duração do experimento foi de 63 dias, consistindo em três ciclos com intervalo de 21 dias.

Controle, à base de milho de fundo de silo e farelo de soja (MFS + FS), tratamento com MFS + FS + inclusão de arabinofuranosidase de 50 g/T de ração e tratamento com MFS + FS + inclusão de xilanase 50 g/T.

Todas as rações foram formuladas de acordo com as recomendações nutricionais de ROSTAGNO *et al.* (2017).

A arabinofuranosidase utilizada neste experimento foi (ROVABIO® ADVANCE) uma combinação singular de enzimas naturalmente compatíveis produzidas pelo fungo *Talaromyces versatilis*. Além das arabinofuranosidasas, que são um grupo de xilanase desramificadoras essenciais, estão presente neste produto também β -glucanases, esta enzima foi adicionada na ração na proporção de 50g por tonelada de ração.

A β -xilanase utilizada neste experimento foi (RONOZYME® WX - DSM) uma endo-xilanase estável ao calor granulada de *Thermomyces lanuginosus* produzida por fermentação submersa de um microrganismo *Aspergillus oryzae* geneticamente modificado contendo 1.000 FXU/g. Um FXU é a quantidade de endo-1, 4- β -xilanase, que libera 7,8 μ mol de açúcares

redutores (equivalentes de xilose) por minutos a partir de arabinoxilanos a pH 6,0 e 50°C. Esta enzima foi adicionada na ração na proporção de 50mg/kg nas dietas para proporcionar 1.000 FXU/kg de dieta.

As enzimas utilizadas durante o experimento foram adicionadas na seguinte concentração em substituição ao material inerte. Xilanase: 50 gramas por tonelada. Arabinofuranosidase: 50 e 100 gramas por tonelada.

Na Tabela 1, são apresentadas a Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das dietas à base de milho e farelo de soja, com inclusão de níveis arabinofuranosidase e xilanase.

Tabela 2 - Composição centesimal e níveis nutricionais calculados das dietas à base de milho e farelo de soja com inclusão de níveis arabinofuranosidase.

Ingredientes	Tratamentos		
	controle	Arabinofuranosidase 50g/t	Xilanase 50g/t
Milho 7,88%	61,73	61,68	61,63
Farelo de soja 45%	28,16	28,16	28,16
Óleo de soja	0,32	0,32	0,32
Calcário	6,78	6,78	6,78
Fosfato bicálcico	1,11	1,11	1,11
Premix vitamínico	0,10	0,10	0,10
Premix mineral	0,20	0,20	0,20
Sal comum	0,27	0,27	0,27
L-lisina	0,31	0,31	0,31
DL-metionina	0,43	0,43	0,43
L-treonina	0,09	0,09	0,09
BHT	0,00	0,00	0,00
Arabinofuranosidase	0,00	0,05	0,00
Xilanase	0,00	0,00	0,05
Total (kg)	100,000	100,00	100,000
EM (kcal/kg)	2,800	2,800	2,800
Proteína bruta (%)	18,92	18,92	18,92
Fibra bruta (%)	4,38	4,38	4,38
Lisina total (%)	1,14	1,14	1,14
Metionina total (%)	0,69	0,69	0,69
Treonina total (%)	0,70	0,70	0,70
Triptofano total (%)	0,24	0,24	0,24
Cálcio (%)	2,99	2,99	2,99
Fósforo disp. (%)	0,30	0,30	0,30
Sódio (HCL) (%)	0,14	0,14	0,14

Premix mineral¹, %/Kg da ração. Proteína bruta % 2,4347; extrato etéreo % 0,1781; fibra bruta % 0,1495; cálcio % 9,5243; fósforo total % 6,5935; fósforo disponível % 11,3059; sódio % 5,9693; arginina % 0,0262; lisina % 0,0178; metionina % 2,8835; metionina + cistina % 2,8971; cistina % 0,0136; triptofano % 0,0052; glicina %

0,0234; histidina % 0,0189; isoleucina % 0,0200; leucina % 0,0778; fenilalanina % 0,0305; tirosina % 0,0212; treonina % 0,1696; valina % 0,0277; alanina % 0,0470; fósforo liberável % 0,0101; fósforo fitase % 4,7250; eficiência 468,7500; serina % 0,0306; fósforo dig aves % 0,0082; fósforo fítico % 0,0126; prolina % 0,0833; ac glutâmico % 0,1198; naae % -0,8258; glicina+serina % 0,0540; potássio % 2,8675; cloro % 5,0067; m mineral % 71,6626; fenilal+tirosina % 0,0517; en met matrizes kcal/kg 445; en met aves kcal/kg 445; ácido linoleico % 0,0840; cobre ppm 666,6666; ferro ppm 1.666,2500; manganês ppm 3.830,6670; zinco ppm 3.333,7500; iodo ppm 66,7333; selênio ppm 13,2917; ca-p % 0,842; arg dig % 0,0234; lis dig % 0,0145; met dig % 2,8824; m+c dig % 2,8945; cis dig % 0,0116; trp dig % 0,0047; tre dig % 0,1660; val dig % 0,0243; ile dig % 0,0180 . Premix vitamínico² vit a ui/g 406,0000; vit d3 ui/g 171,0680; vit e ppm 2.247,5000; vit k ppm 94,2238; vit b1 (tiamina) ppm 106,5866; vit b2 (riboflavina) ppm 417,6000; vit b6 (piridoxina) ppm 181,2036; vit b12 (cianocobala) ppm 1,5370; ácido fólico ppm 133,3420; ácido nicotínico ppm 1.348,5000; ac. pantatênico ppm 681,5001; biotina ppm 9,7150; colina ppm 13.277,8500; antioxidante ppm 3.507,2500; tilosina ppm 1.837,0000; eq. ácido-base meq/kg 1.918,8490; umidade % 1,9907.

1.3 Desempenho

Ao início e final de cada ciclo de produção, as aves e rações foram pesadas e os ovos coletados diariamente para mensuração dos parâmetros de desempenho:

Consumo de ração por ave dia (g/ave/dia): diferença entre a porção de ração fornecida e as sobras.

Conversão alimentar por massa de ovos (g/g): divide o total de ração consumida pelo peso dos ovos produzidos, sendo expressa em gramas de ração por grama de ovo.

Conversão alimentar por dúzia de ovo (g/dúzia): divisão do consumo médio de ração por doze.

Massa Ovos (g/ave/dia): multiplicação do peso médio pela porcentagem da produção.

Percentual de postura (%) é quantificando a partir da contagem de ovos produzidos e o resultado é dividido pelos dias de coleta (ciclo de 28 dias), após obter este dado o resultado é dividido pelo número de aves e multiplicado por 100. Como pode ser observado na equação:

$$\% \text{Postura} = ((\text{ovos coletados} / 28) / \text{número aves}) \times 100$$

1.4 Qualidade dos Ovos

Para a qualidade interna verificou-se o peso do ovo inteiro (g), peso gema (g), peso de albúmen (g), porcentagem de gema (%), altura de gema (mm), pH de gema, diâmetro de gema (mm) e índice de gema, porcentagem de albúmen (%), altura de albúmen (mm), pH de albúmen, diâmetro de albúmen (mm) e índice de albúmen.

Para a qualidade externa, verificou o peso da casca dos ovos (g), porcentagem de casca (%), espessura de casca (mm), gravidade específico (g/cm³) e unidade Haugh.

A realização da cor da gema foi verificada, com o auxílio de um colorímetro calibrado (Konica Minolta CR-400) que segundo BIBLE & SINGHA (1993), feita em ovos abertos, retirada as gemas, mensuradas no colorímetro para medição das variáveis L*, a*, b* e c, as leituras foram anotadas em planilhas para a análise estatística.

Unidade Haugh- O peso do ovo foi aferido antes da quebra em balança digital com precisão de 0,01 g, e com o auxílio de um micrômetro, foi realizada a medida da altura do albúmen denso. A unidade Haugh foi calculada através da fórmula: $UH = 100 \log (H + 7,571,7W^{0,37})$, em que H = altura do albúmen denso (mm) e W = peso do ovo (g).

1.5 Biometria do Trato Digestório

Foi usada uma ave de cada tratamento por repetição, desempenhando a média de peso dos tratamentos, sendo definida, identificadas, pesadas e posteriormente sacrificadas por deslocamento cervical.

Aferiu-se o comprimento do trato gastrointestinal (TGI) em centímetros (cm), medido ao longo da inserção do esôfago na orofaringe até a ligação do intestino grosso com a cloaca. Posteriormente pesadas, o esôfago e o papo; o proventrículo e a moela; o pâncreas; o intestino delgado; o intestino grosso; fígado sem a vesícula.

Com essas medidas, determinou-se o peso relativo (%) de cada órgão digestivo, calculando em porcentagem do peso vivo (STRINGHINI *et al.*, 2003).

1.6 Biometria Óssea: Tíbia e Fêmur

Após as aves serem sacrificadas, os ossos de tíbias e fêmures foram removidos da perna esquerda, identificadas e limpas de todo tecido aderente, pesados com auxílio de uma balança analítica, os comprimentos foram avaliados com a ajuda de um paquímetro.

O Índice de Seedor (IS) foram identificados com a divisão do peso de cada osso pelo comprimento (SEEDOR *et al.*, 1991), para a avaliação de possíveis alterações.

1.7 Análise Estatística

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância por meio do programa SISVAR 5.6 – Universidade Federal de Lavras, e as diferenças entre as médias foram determinadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fez-se análise componentes principais para discriminar os tratamentos de forma global, considerando todas as variáveis observadas, utilizando o programa computacional R (R Core Team, 2021).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2, são apresentadas as médias de temperatura ambiente e umidade relativa, aferidas durante o período experimental.

Tabela 2 - Médias da temperatura ambiente e umidade relativa do ar, entre os ciclos de produção.

Ciclo	Temperatura °C			Umidade%		
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média
Primeiro	25,50	21,10	23,30	48,50	44,20	46,35
Segundo	25,10	20,60	22,85	43,10	38,40	40,75
Terceiro	26,20	21,90	24,05	40,20	34,60	37,40
Média	24,26	21,20	-	43,93	39,06	-

Observou-se que as médias da temperatura ambiente durante o experimento foi no máximo de 24,26°C e mínima de 21,20°C. A umidade relativa foi máxima 43,93% e mínima de 39,06%.

As condições ambientais podem interferir no consumo de ração, e como consequência provocam modificações nos índices zootécnicos. Aos primeiros dias de vidas as codornas exigem conforto térmico de 35 a 38°C, para a fase de produção variando entre 21 e 25°C, e 65 a 70% de umidade relativa do ar, sendo ainda acrescentado que temperaturas superiores a 28°C são consideradas críticas para esses animais (DOMICIANO, 2018).

Na Tabela 3, são apresentados os dados de desempenho de codornas japonesas em relação à inclusão arabinofuranosidase e xilanase.

Tabela 3 - Desempenho de codornas japonesas alimentadas com a inclusão de xilanase e de arabinofuranosidase.

*Variáveis	Controle	Xilanase (50 g/T)	Arabino furanosidase (50 g/T)	EMP ¹	CV ²	Valor p
CR (g/ave/dia)	33,06b	39,81c	45,06a	0,902	7,50	0,00
CAM (g/g)	2,79c	3,45b	3,75a	0,079	5,44	0,00
CAD(g/g)	385,37	454,50	508,0	1,960	6,00	0,00
MO (g/ave/dia)	8,03	9,26	11,14	0,239	7,55	0,00
%Postura	71,59	81,10	90,00	3,361	8,89	0,22

¹Erro médio padrão; ²Coeficiente de variação.

* conversão alimentar por massa de ovos (CAM), conversão alimentar por dúzia (CADz), massa ovos (MO), percentual de postura (PP),

Observou-se que houve diferença estatística para as variáveis de desempenho, e o consumo de ração mostrou-se menor para o teste com xilanase, seguindo pelo controle ficando

a arabinofuranosidase, a enzima que mais estimulou o consumo da ração. Na conversão alimentar por massa de ovo devido o maior consumo das rações controle e arabinofuranosidase e por consequência a conversão alimentar por massa de ovo, apesar de os ovos não terem aumentado de peso em nenhum dos testes.; Gouveia *et al.* (2020) observaram aumento da massa total de ovos nas diferentes rações com uso enzimático (xilanase e β -glucanase), entretanto neste ensaio ocorreu menor massa dos ovos nas dietas com enzimas;

Taylor *et al.* (2018) observaram ação positiva das enzimas sobre os alimentos que compõem a ração para a conversão alimentar, e foi verificado, também por Rezende *et al.* (2013), em que a inclusão de enzima melhorou a taxa de conversão alimentar por dúzia de ovos, a presença de a xilanase aumenta a permeabilidade da parede celular vegetal liberando mais nutrientes no intestino delgado, propiciando aporte melhor para a absorção. O aumento no ovo massa por causa do aumento na quantidade de albúmen e a gema tem sido relatada como um dos principais efeitos da complementando as dietas de galinhas poedeiras com enzimas (SOTO-SALANOVA e WYATT, 1997; OBA *et al.*, 2013)

Diante o menor consumo de ração promovido pela inclusão da xilanase, e menor conversão alimentar por massa de ovo, considerando o peso do ovo similar aos demais tratamentos, pode-se afirmar que é mais viável a xilanase para o desempenho das codornas ao comparar com a arabinofuranosidase e o controle. A arabinofuranosidase mostrou-se a pior opção para a dieta, quando se considera a busca pela produção ideal com menor consumo de ração.

A xilanase é a principal responsável pela hidrólise de xilana, o principal constituinte da parede celular vegetal hemicelulose, a enzima atua quebrando os polissacarídeos não amiláceos principalmente pentoses, arabinoxilanos e β -glucanos, liberando os nutrientes presentes na parede celular do grão,(carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas e minerais), além de auxiliar na motilidade digestiva e reduzindo o gasto energético na digestão e absorção (COWIESON *et al.*, 2010; SOUZA *et al.*, 2012; KLEYN,2020; *et al.*, 2021.

Na qualidade dos ovos ocorreu efeito das enzimas estudadas, o padrão gravimétrico diminui nos ovos oriundos de codornas alimentadas com xilana, enquanto foram maiores e semelhantes entre o controle e arabinofuranosidase, para o peso da gema, a xilanase manteve o peso semelhante ao do controle, enquanto a arabinofuranosidase foi menor, o pH da gema foi maior nos ovos oriundos da dieta com xilanase, e mais básico nas gemas do controle e arabinofuranosidase, houve diferença na altura da gema, e a arabinofuranosidase foi maior que a xilana, que por sua vez foi menor que a altura da gema do tratamento controle. Para a qualidade de albúmen, houve efeito somente para o diâmetro, com destaque para a xilana que diminuiu o diâmetro do albúmen.

As observações das variáveis que mensuram a qualidade do ovo (interna), estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com a inclusão de níveis de xilanase e de arabinofuranosidase.

*Variáveis	Controle	Xilanase (50g/T)	Arabino furanosidase (50 g/T)	EMP	CV ²	Valor p
Ovo inteiro						
Peso (g)	11,41	11,45	11,70	0,162	3,98	0,604
Densidade (g/cm³)	1070	1064	1071	1,037	0,27	0,089
Unidade haugh	86,87	89,69	89,58	1,35	4,38	0,29
Gema						
Peso (g)	3,82a	4,05b	3,78a	0,371	7,11	0,000
Altura(mm)	10,22b	8,75a	7,83c	0,710	8,41	0,000
Diâmetro (mm)	24,98	26,10	24,78	0,412	5,97	0,176
pH	5,54b	5a	5,0c	0,104	5,70	0,000
Cor Gema						
L	65,99	64,88	67,06	0,278	5,49	0,417
a	-6,09	-6,12	-6,38	0,139	6,36	0,465
b	40,11	41,91	41,21	0,522	7,41	0,361
Albúmen						
Peso (g)	0,25	0,25	0,21	0,00	8,01	0,642
Altura (mm)	4,06c	4,40	4,70a	0,118	7,63	0,009
Diâmetro (mm)	43,23	27,68	43,16	0,472	5,63	0,095
pH	8,80	8,75	8,87	0,391	3,47	0,352
Casca						
Peso casca	1,04	1,04	1,06	0,01	5,25	0,85
Espessura casca	0,28	0,27	0,28	0,00	6,57	0,77

¹Erro médio padrão; ²Coefficiente de variação.

Silva *et al.*, 2020 verificaram efeito da inclusão de (xilanase e -glucanase) sobre a altura e índice de gema de ovos de codornas, e o pH das gemas também foi afetado reduzindo com a adição das enzimas. Souza, 2011, ao testarem dietas com xilanase em poedeiras com xilanase, observaram alterações no peso, diâmetro, altura, índice e porcentagem da gema dos ovos.

O máximo aproveitamento da dieta depende das condições em que se encontra o intestino da codorna, o desenvolvimento saudável implica diretamente no eficiente funcionamento dos tecidos, garantindo bom desempenho zootécnico da ave (LEITE *et al.*, 2016). Sendo assim, as medidas morfométricas da espécie é uma variável que contribui significativamente para traçar estratégias nutricionais com o intuito de maximizar a eficiência produtiva da codorna (FRANZO *et al.*, 2010).

Na tabela 5 estão apresentados os dados da biometria do trato gastrointestinal e o efeito das dietas testadas.

Tabela 5 - Biometria do trato gastrointestinal de codornas japonesas alimentadas com a inclusão de xilanase e de arabinofuranosidase.

*Variáveis	Controle	Xilanase (50g/T)	Arabino furanosidase (50 g/T)	¹ EMP	CV ²	Valor p
PA⁹(%)	0,167b	0,160b	0,162b	0,093	3,33	0,000
CTGI³ (cm)	75,75a	67,00b	70,00b	0,879	3,36	0,000
PTGI⁴ (%)	10,26	8,81	9,12	0,267	3,56	0,069
EP⁵ (%)	0,596c	1,00a	0,75b	0,028	5,09	0,000
PM⁶ (%)	3,17a	2,72b	3,17a	0,122	4,22	0,000
ID⁷ (%)	2,43a	2,30b	2,26b	0,247	4,10	0,000
IG⁸ (%)	1,41a	1,03b	0,77c	0,077	5,99	0,000
Fígado (%)	2,21b	2,30b	2,62a	0,112	4,95	0,000
PAN¹⁰ (%)	0,24a	0,22a	0,21b	0,215	7,99	0,040

¹Erro médio padrão; ²Coefficiente de variação.

*Comprimento do trato gastrointestinal (CTGI), peso relativo trato gastrointestinal (PTGI), esôfago e papo (EP), proventrículo e moela (PM), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG), pâncreas (PAN), fígado (FI), peso ave (PA).

Houve também efeito das dietas com enzimas sobre o trato gastrointestinal das codornas, ocorreu diminuição do peso para o tratamento com enzima xilanase, o controle apresentou TGI mais pesado, enquanto a arabinofuranosidase ficou com peso intermediário, entre os da xilanase e o controle, para proventrículo e moela a enzima arabinofuranosidase apresentou menor peso, enquanto a xilanase e o controle, esses órgãos apresentaram peso parecido, e por conseguinte aumentados. Ocorreu neste ensaio, aumento do fígado das codornas alimentadas com enzimas.

A observação dos efeitos é importante porque alterações do aparelho digestivo afeta o desempenho da ave, pois está relacionado ao aproveitamento dos nutrientes disponibilizados pela ação das enzimas sobre os alimentos, então o tamanho, estado de saúde do intestino e o perfeito funcionamento dos órgãos fazem diferença na resposta produtiva (ARTONI *et al.*, 2014).

A adição de enzimas nas rações pode afetar o peso relativo dos órgãos do trato gastrointestinal, então, o uso de exoenzimas melhoram a disponibilidade dos nutrientes pode levar a diminuição dos órgãos do sistema digestório das aves (BAREKATAIN *et al.*, 2013; MASEY-O'NEILL *et al.*, 2014; FAGUNDES, 2011)

A arabinofuranosidase pode auxiliar na digestão de fibras vegetais, particularmente arabinosilanos. Esta enzima quebra as ligações entre os açúcares arabinose e xilose, componentes principais dos arabinosilanos, que são polissacarídeos presentes nas paredes

celulares das plantas. Ao degradar os arabinosídeos, a arabinofuranosidase pode melhorar a digestibilidade geral da dieta, aumentando a disponibilidade de nutrientes, melhor aproveitamento dos nutrientes pela ave, contribuindo para a melhoria do desempenho e saúde das poedeiras.

As observações das variáveis que mensuram biometria dos ossos fêmur e tíbia estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6 – Biometria dos ossos fêmur e tíbia de codornas japonesas alimentadas com a inclusão xilanase e de arabinofuranosidase.

*Variáveis	Controle	Xilanase (50 g/T)	Arabino furanosidase (50 g/T)	¹ EMP	CV ²	Valor p
Peso tíbia (g)	0,71	0,70	0,71	0,870	7,06	0,097
Larg tíbia (mm)	4,89	4,91	4,51	0,477	4,46	0,083
Comp tíbia (mm)	49,18	50,59	48,59	0,02	2,34	0,099
Seedor tíbia	0,104	0,102	0,102	0,214	4,12	0,223
Peso fêmur (g)	0,37	0,39	0,38	0,113	6,9	0,098
Larg fêmur (mm)	4,61	4,70	4,69	0,147	6,41	0,205
Comp fêmur (mm)	38,47	38,64	38,53	0,157	4,97	0,286
Seedor fêmur	0,08	0,07	0,08	0,047	2,56	0,101

¹Erro médio padrão; ²Coefficiente de variação.

A biometria dos ossos tíbia e fêmur não tiveram influência das enzimas estudadas, como observado na tabela 7. Demonstrando que os ossos mantiveram saudáveis, um fator importante para a produtividade da codorna, as aves de postura em sua fisiologia mobilizam os minerais cálcio e fósforo dos ossos para formação de casca nos ovos, no caso de deficiência nutricional.

Pela análise de componentes principais, verificou-se que os cinco primeiros componentes explicaram conjuntamente 70,70% da variação total dos dados. Na Figura 5, são apresentados os gráficos com os dois primeiros componentes principais. O primeiro componente explicou 26,93%, apresentando correlação alta e positiva (acima de 0,70) com massa de ovo, porcentagem de postura, esôfago e papo, comprimento de trato gastrointestinal, diâmetro de albúmen, altura de gema, intestino grosso, intestino delgado.

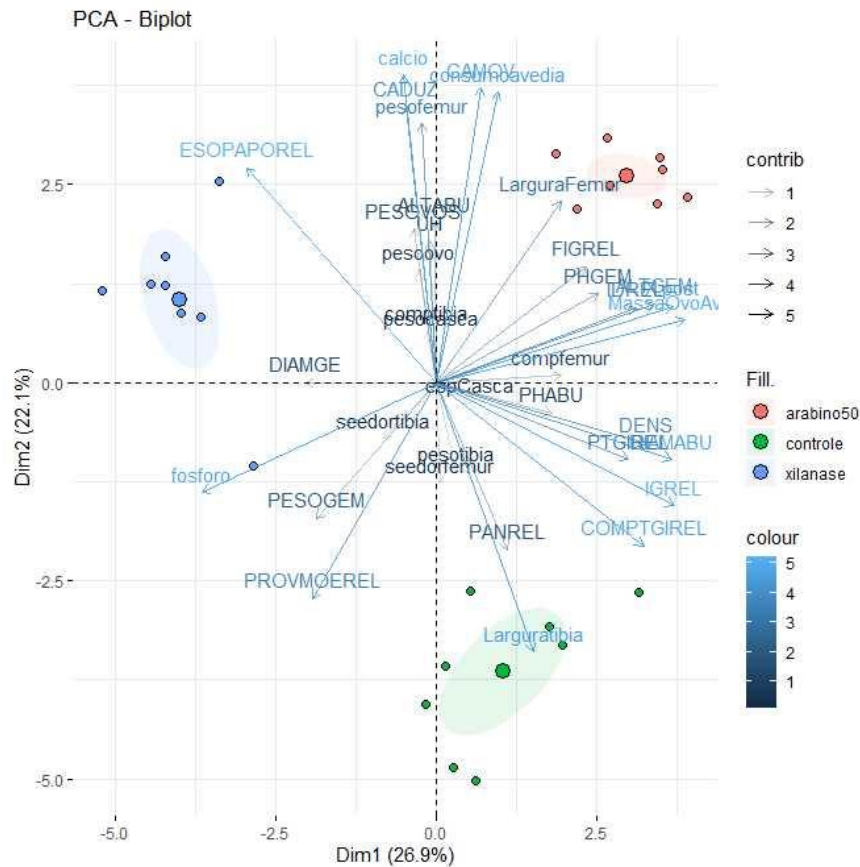


Figura 5. Análise de componente principal das variáveis estudadas.
Fonte: arquivo pessoal.

De acordo com a análise do primeiro componente, como pode ser observado no gráfico, houve relação positiva entre as variáveis de massa de ovo, intestino delgado e percentual postura visto a inclusão de arabinofuranosidase 50g/t melhorou a absorção de nutrientes que consequentemente influenciou na produção de ovos. Houve correlação negativa entre os parâmetros de esôfago e papo comparado ao controle, ele foi aumentado pelo efeito da enzima xilanase. O comprimento do trato gastrointestinal e o peso do intestino grosso teve correlação negativa para o controle, no entanto à medida que a enzima foi incluída houve aumento de ambos. A variável diâmetro de albúmen teve correlação negativa comparada a altura de gema que teve aumento quando utilizada a enzima arabinofuranosidase 100g/t enquanto o diâmetro de albúmen ficou diminuído no controle, isso ocorreu porque a gema é hidrofóbica e o albúmen rico em água minerais e proteínas, e a medida que aumento a deposição de lipídeos na gema ocorreu a dispersão.

O segundo componente explicou 22.14% apresentando correlação alta e positiva (acima com 0,70) nas variáveis consumo ave/dia, conversão alimentar por massa de ovo, conversão alimentar por dúzia de ovo, largura tibia, peso fêmur e cálcio.

A variável de consumo de ração ave/dia teve correlação positiva para conversão

alimentar para massa de ovo na inclusão de arabinofuranosidase 50g/t enquanto a conversão alimentar por dúzia teve correlação no aumento do fêmur. Enquanto a largura da tíbia teve correlação negativa no tratamento controle.

Pela análise componentes principais foi possível compreender de forma global os resultados do presente ensaio e complementar a análise univariada. Foi possível discriminar os tratamentos através das variáveis utilizadas, bem como compreender o inter-relacionamento das variáveis. Observou-se coerência na discriminação dos tratamentos, sendo verificado que o tratamento com xilanase foi mais contrastante que o tratamento arabinofuranosidase 50g/T, e o controle foi intermediário.

4. CONCLUSÃO

Ocorreu efeito das enzimas testadas sobre parâmetros de desempenho, biometria do trato gastrointestinal e qualidade interna dos ovos de codornas.

Concluindo que a xilanase se mostrou mais eficiente que a enzima arabinofuranosidase.

REFERÊNCIAS

REZENDE, J. C. R.; LAURENTIZ, A. C. de; FILARDI, R. da S.; FASCINA, V. B.; BERTO, D. A.; SOBRANE FILHO, S. Níveis de fósforo e fitase para poedeiras comerciais leves. **Boletim de Indústria Animal**, v. 70, p. 149-157, 2013. DOI: <<https://doi.org/10.17523/bia.v70n2p149>>.

PARMER, T. G.; CAREW, L. B.; ALSTER, F. A.; SCANES, C. G. Thyroid function, growth hormone, and organ growth in broilers deficient in phosphorus. **Poultry Science**, v. 66, p. 1995-2004, 1987. DOI: <<https://doi.org/10.3382/ps.0661995>>.

OBA, A.; PINHEIRO, J. W.; SILVA, C. A. da; CASTRO-GOMEZ, R. J. H.; BENITEZ, C. R.; UENO, F. Y.; BORGES, C. A.; ALMEIDA, M. de. Características produtivas, qualitativas e microbiológicas de galinhas poedeiras alimentadas com diferentes níveis de complexo enzimático. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, p. 4179-4186, 2013. Supl. 2. DOI: <<https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n6Supl2p4179>>.

TAYLOR, A. E.; BEDFORD, M. R.; PACE, S. C.; MILLER, H. M. The effects of phytase and xylanase supplementation on performance and egg quality in laying hens. **British Poultry Science**, v. 59, p. 554-561, 2018. DOI: <<https://doi.org/10.1080/00071668.2018.1483575>>.

TEJEDOR, A. A.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; VIEITES, F. M. Efeito da adição da enzima fitase sobre o desempenho e a digestibilidade ileal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 802-808, 2001. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000300027>>.

COWIESON, A. J.; BEDFORD, M. R.; RAVINDRAN, V. Interactions between xylanase and glucanase in maize-soy-based diets for broilers. **British Poultry Science**, v. 51, p. 246-257, 2010. DOI: <<https://doi.org/10.1080/00071661003789347>>.

ARTONI, S. M. B. et al. Sistema digestório das aves. In: SAKOMURA, N. K. et al. **Nutrição de não ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2014. cap. 1, p. 1-17.

BAREKATAIN, M. R.; ANTIPATIS, C.; CHOCT, M.; IJI, P. A. Interaction between protease and xylanase in broiler chicken diets containing sorghum distillers dried grains with soluble. **Animal Feed Science and Technology**, v. 182, n. 1-4, p. 71-81, 2013. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2013.04.002>>.

FAGUNDES, N. S. **Development of the digestive system and digestive capacity of broiler fed different levels of metabolizable energy**. 2011. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil.

MASEY-O'NEILL, H. V.; SINGH, M.; COWIESON, A. J. Effects of exogenous xylanase on performance, nutrient digestibility, volatile fatty acid production and digestive tract thermal

profiles of broilers fed on wheat-or maize-based diet. **British Poultry Science**, v. 55, n. 3, p. 351-359, 2014. DOI: <<https://doi.org/10.1080/00071668.2014.898836>>.

SOUZA, K. M. R. **Redução de energia e suplementação de xilanase em dietas de poedeiras de 02 a 80 semanas de idade**. 2011. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

SILVA, C. V. et al. Casca de melancia, xilanase e β -glucanase em dietas para codornas japonesas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, e754985413, 2020.

PORIA, V.; SAINI, J. K.; SINGH, S.; NAIN, L.; KUHAD, R. C. Arabinofuranosidases: Characteristics, microbial production, and potential in waste valorization and industrial applications. **Bioresource Technology**, v. 304, p. 123019, 2020.

KNUDSEN, K. E. B. A fração de arabinoxilanos no milho é de 4,70% na MS, no qual 2% é composto por arabinose e os outros 2,7% por xilose. 2014.

PIRGOZLIEV, V.; BEDFORD, S. R.; ACAMOVIC, T. Efeito da xilanase dietética no metabolismo energético, de aminoácidos e minerais e na produção e qualidade de ovos em galinhas poedeiras. **British Poultry Science**, v. 51, n. 5, p. 639-647, 2010. DOI: <<https://doi.org/10.1080/00071668.2010.514325>>.

NIAN, F.; GUO, Y. M.; RU, Y. J.; LI, F. D.; PÉRON, R. Efeito da suplementação de xilanase exógena no desempenho, energia líquida e microflora intestinal de frangos de corte alimentados com dietas à base de trigo. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 24, n. 3, p. 400-406, 2011. DOI: <<https://doi.org/10.5713/ajas.2011.10273>>.

GUO, S.; LIU, D.; ZHAO, X.; LI, C.; GUO, Y. A suplementação com xilanase de uma dieta à base de trigo melhorou a digestão de nutrientes e a expressão de mRNA de transportadores intestinais de nutrientes em frangos de corte infectados com **Clostridium perfringens**. **Poultry Science**, v. 93, n. 1, p. 94-103, 2014. DOI: <<https://doi.org/10.3382/ps.2013-03188>>.

ALAGAWANY, M.; ELNERS, S. H. S.; FARAG, M. R. O papel das enzimas exógenas na promoção do crescimento e na melhoria da digestibilidade dos nutrientes nas aves. **Iranian Journal of Veterinary Research**, v. 19, n. 3, p. 157-164, 2018. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6184034/>>.

DA SILVA, Paula Cibelly Vilela et al. Utilização do resíduo da própolis marrom em ovos de codornas contaminados experimentalmente com **Salmonella tiphymurium**. **DELOS: Desarrollo Local Sostenible**, v. 16, n. 42, p. 381-396, 2023.

VALENTIM, Jean Kaique et al. Vegetable lipid sources in the diet of Japanese quails in the rearing phase and effects on the initial phase of production. **Ciência Animal Brasileira**, v. 24, p. e-73851, 2023.

ARCHER, G. S. Exposing broiler eggs to green, red and white light during incubation. **Animal**, v. 11, p. 1203-1209, 2017. DOI: <<https://doi.org/10.1017/S1751731117000143>>.

ARTACHO, P.; SOTO-GAMBOA, M.; VERDUGO, C.; NESPOLO, R. F. Blood biochemistry reveals malnutrition in black-necked swans (**Cygnus melanocoryphus**) living in a conservation priority area. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 146, n. 2, p. 283-290, 2007.

BARACHO, M. S.; NAAS, I. A.; GIGLI, A. Impacto das variáveis ambientais em incubatório de estágio múltiplo de frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 4, p. 563-577, 2010.

BARBOSA, V. M. Efeitos do momento de transferência para o nascedouro e da idade da matriz pesada sobre o status fisiológico de embriões e pintos, rendimento da incubação e desempenho da progênie. 2011. 117 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, 2011.

BARBOSA, V. M.; ROCHA, J. S. R.; POMPEU, M. A.; FERNANDES, M. N. S.; MACHADO, A. C.; CUNHA, C. E.; BAIÃO, N. C. Efeitos do horário de postura de matrizes pesadas sobre o rendimento de incubação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1261-1264, 2013.

BARTLETT, G. R. Developmental changes of phosphates in red cells of the emu and the rhea. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v. 73, n. 1, p. 129-134, 1982.

BENEZ, S. M. **Aves: criação, clínica, teoria, prática: silvestres, ornamentais, avinhados**. Ribeirão Preto, SP: Tecmedd, 2004. 300 p.

BRUZUAL, J. J.; PEAK, S. D.; BRAKE, J.; PEEBLES, E. D. Effects of relative humidity during incubation on hatchability and body weight of broiler chicks from young breeder flocks. **Poultry Science**, v. 79, n. 6, p. 827-830, 2000.

CANGAR, O.; AERTS, J. M.; BUYSE, J.; BERCKMANS, D. Quantification of the spatial distribution of surface temperatures of broilers. **Poultry Science**, v. 87, p. 2493-2499, 2008.

CHRISTENSEN, V. L.; WINELAND, M. J.; FASENKO, G. M.; DONALDSON, W. E. Egg storage effects on plasma glucose and supply and demand tissue glycogen concentrations of broiler embryos. **Poultry Science**, v. 80, n. 12, p. 1729-1735, 2001.

CHRISTENSEN, V. L.; DONALDSON, W. E.; McMURTRY, J. P. Physiological differences in late embryos from turkey breeders at different ages. **Poultry Science**, v. 75, p. 172-178, 1996.

CHRISTENSEN, V. L.; DONALDSON, W. E.; NESTOR, K. E. Length of the plateau and pipping stages of incubation affects the physiology and survival of turkeys. **British Poultry Science**, v. 40, n. 2, p. 297-303, 1999.

COELHO, L. M.; LEÃO, A. P. A.; BERNARDES, L. F.; ALVES, V. V.; MARTINS, B. G.;

PEIXOTO, J. V.; ZANGERONIMO, M. G. Reproductive aspects of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*) hatched from eggs incubated under different light colors. **Theriogenology**, v. 170, p. 67-76, 2021.

CONNOR, W. E.; JOHNSTON, R.; LIN, D. S. **Journal of Lipid Research**, v. 10, p. 388-394, 1969.

COSTA SANTOS, D.; OLIVEIRA, E. N. A.; MENDONÇA MOTA, J. K.; DANTAS, R. T.; PEIXOTO, J. P. N. Características físicas e químicas de ovos comerciais de codornas das linhagens japonesa e americana. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 9, n. 3, p. 299-306, 2011.

CZARICK, M. Thermal imaging in the poultry industry. Athens: The University of Georgia, 2007. 8 p.

DAS, S. K.; BISWAS, A.; NEEMA, R. P.; MAITY, B. Effect of soybean meal substitution by different concentrations of sunflower meal on egg quality traits of white and coloured dwarf dam lines. **British Poultry Science**, v. 51, p. 427-433, 2010. DOI: <<https://doi.org/10.1080/00071668.2010.503489>>.

DE OLIVEIRA, J. E.; UNI, Z.; FERKET, P. R. Important metabolic pathways in poultry embryos prior to hatch. **World's Poultry Science Journal**, v. 64, n. 4, p. 488-499, 2008.

DECUYPÈRE, E.; MALHEIROS, R. D.; MORAES, V. M. B.; BRUGGEMAN, V. Fisiologia do embrião. In: MACARI, M.; GONZALES, E.; PATRÍCIO, I. S.; NAAS, I. A.; MARTINS, P. C. **Manejo da incubação**. 3. ed. Campinas: FACTA, 2003. cap. 1.2, p. 65-94.

DUNBAR, M. R.; GREG, M. A.; CRAWFORD, J. A.; GIORDANO, M. R.; TORNQUIST, S. J. Normal hematologic and biochemical values for prelaying greater sage grouse (*Centrocercus urophasianus*) and their influence on chick survival. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 36, n. 3, p. 422-429, 2005.

EBRAHIMZADEH, S. K.; FARHOOMAND, P.; NOORI, K. Immune response of broiler chickens fed diets supplemented with different level of chromium methionine under heat stress conditions. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 256-260, 2012.

EL-TARABANY, M. S. Effect of thermal stress on fertility and egg quality of Japanese quail. **Journal of Thermal Biology**, v. 61, p. 38-43, 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2016.08.004>>.

EVERAERT, N.; DECUYPERE, E. Fisiologia do embrião. In: MACARI, M.; GONZALES, E.; PATRÍCIO, I. S.; NAAS, I. A.; MARTINS, P. C. **Manejo da Incubação**. 3. ed. Jaboticabal: FACTA, 2013. cap. 1.2, p. 31-45.

FARGHLY, M. F. A. Using light flashes as environmental stimulator for embryonic growth and hatch performance of Rhode Island red chicken eggs. **Egyptian Poultry Science Journal**, v. 35, n. 1, p. 245-261, 2015.

FARGHLY, M. F. A.; MAHROSE, K. M. Effects of light during storage and incubation periods on pre and post hatch performance of Japanese quail. **Egyptian Journal of Poultry Science**, v. 32, p. 947-958, 2012.

FRANÇA, T. N. Influência da alta temperatura de incubação sobre os parâmetros morfofisiológicos e zootécnicos de pintos de corte. 2019. 73 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador.

FRENCH, N. A. Modeling incubation temperature: the effects of incubator design, embryonic development, and egg size. **Poultry Science**, v. 76, p. 124-133, 1997.

GARCIA, F. J.; PONS, A.; ALEMANY, M.; PALOU, A. Tissue glycogen and lactate handling by the developing domestic fowl. **Comparative Biochemistry and Physiology. B, Comparative Biochemistry**, v. 85, n. 4, p. 727-731, 1986.

GENG, A. L.; ZHANG, Y.; ZHANG, J.; ZENG, L. C.; CHANG, C.; WANG, H. H.; LIU, H. G. Effects of light regime on the hatching performance, body development and serum biochemical indexes in Beijing You Chicken. **Poultry Science**, v. 100, n. 8, p. 101270, 2021.

GHATPANDE, A.; GHATPANDE, S.; KHAN, M. Z. Effect of different intensities of fluorescent light on the early development of chick embryos in ovo. **Cellular and Molecular Biology Research**, v. 41, p. 613-621, 1995.

GONÇALVES, F. M.; SANTOS, V. L.; CONTREIRA, C. L.; FARINA, G.; KREUZ, B. S.; GENTILINI, F. P.; RUTZ, F. Nutrição in ovo: estratégia para nutrição de precisão em sistemas de produção avícola. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, p. 54-55, 2013.

GUEST, F. L.; MARTINS-DE-SOUZA, D.; RAHMOUNE, H.; BAHN, S.; GUEST, P. C. Os efeitos do estresse na função do eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal em indivíduos com esquizofrenia. **Archives of Clinical Psychiatry (São Paulo)**, v. 40, p. 20-27, 2013.

HARMS, C. A.; HARMS, R. V. Venous blood gas and lactate values of mourning doves (**Zenaida macroura**), boat-tailed grackles (**Quiscalus major**), and house sparrows (**Passer domesticus**) after capture by mist net, banding, and venipuncture. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, v. 43, n. 1, p. 77-84, 2012.

HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. Metabolismo do glicogênio. In: HARVEY, R. A.; FERRIER, D. R. **Bioquímica Ilustrada**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012. cap. 11, p. 125-136.

HASSAN, M. R.; SULTANA, S.; KIM, S. H.; RYU, K. Effect of monochromatic and combined LED light colours on performance, blood characteristics, meat fatty acid composition and immunity of broiler chicks. **European Poultry Science**, v. 80, p. 1-17, 2016.

HAUGH, R. R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg and Poultry Magazine**, v. 43, p. 522-555, 1937.

HAYS, F. A.; SPEAR, E. W. Losses in egg weight during incubation associated with hatchability. **Poultry Science**, v. 30, p. 106-107, 1951.

HENRY, J. The use of LED light during incubation on hatching and posthatch performance for distinct chicken lines. 2020. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Universidade de Dalhousie, Halifax, Nova Escócia.

HLUCHÝ, S.; TOMAN, R.; CABAJ, M.; ADAMKOVIČOVÁ, M. The effect of white and monochromatic lights on chicken hatching. **Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies**, v. 45, p. 408-410, 2012.

HOCHLEITHNER, M. Biochemistries. In: RITCHIE, B. W.; HARRISON, G. J.; HARRISON, L. R. *Avian medicine: principles and application*. Lake Worth: Wingers Publishing, 1994. p. 176-198.

HØIBY, M.; AULIE, A.; BJØNNES, P. O. Anaerobic metabolism in fowl embryos during normal incubation. *Comparative Biochemistry and Physiology. A, Comparative Physiology*, v. 86, n. 1, p. 91-94, 1987.

HOTHORN, T.; BRETZ, F.; WESTFALL, P. Simultaneous inference in general parametric models. *Biometrical Journal: Journal of Mathematical Methods in Biosciences*, v. 50, n. 3, p. 346-363, 2008.

HULET, R. M. Symposium: Managing the embryo for performance managing incubation: Where are we and why?. *Poultry Science*, v. 86, n. 5, p. 1017-1019, 2007.

HUTH, J. C.; ARCHER, G. S. Effects of LED lighting during incubation on layer and broiler hatchability, chick quality, stress susceptibility and post-hatch growth. *Poultry Science*, v. 94, n. 12, p. 3052-3058, 2015. DOI: 10.3382/ps/pev298.

FOX, J.; WEISBERG, S. An {R} Companion to Applied Regression. 3rd ed. Thousand Oaks CA: Sage, 2019. Disponível em: <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>.

JOSEPH, N. S.; LOURENS, A.; MORAN Jr, E. T. The effects of suboptimal eggshell temperature during incubation on broiler chick quality, live performance, and further processing yield. *Poultry Science*, v. 85, n. 5, p. 932-938, 2006.

KING'ORI, A. M. Review of the factors that influence egg fertility and hatchability in poultry. *International Journal of Poultry Science*, v. 10, p. 483-492, 2011.

LEKSRIOMPONG, N.; ROMERO-SANCHEZ, H.; PLUMSTEAD, P. W.; BRANNAN, K. E.; BRAKE, J. Broiler incubation. 1. Effect of elevated temperature during late incubation on body weight and organs of chicks. *Poultry Science*, v. 86, n. 12, p. 2685-2691, 2007.

LI, X.; RATHGEBER, B.; McLEAN, N.; MACISAAC, J. Providing colored photoperiodic light stimulation during incubation: 1. Effects on embryo development and hatching performance in broiler hatching eggs. *Poultry Science*, v. 100, n. 9, p. 101336, 2021.

LINDNER, A. Use of blood biochemistry for positive performance diagnosis of sport horses in practice. *Revue de Médecine Vétérinaire (France)*, v. 151, n. 7, p. 611-618, 2000.

LOURENS, A.; VAN DEN BRAND, H.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B. Effect of eggshell temperature during incubation on embryo development, hatchability, and posthatch development. *Poultry Science*, v. 84, n. 6, p. 914-920, 2005.

LOURENS, A.; VAN DEN BRAND, H.; HEETKAMP, M. J. W.; MEIJERHOF, R.; KEMP, B. Effects of eggshell temperature and oxygen concentration on embryo growth and metabolism during incubation. *Poultry Science*, v. 86, n. 10, p. 2194-2199, 2007.

LOYAU, T.; HENNEQUET-ANTIER, C.; COUSTHAM, V.; BERRI, C.; LEDUC, M.; CROCHET, S.; COLLIN, A. Thermal manipulation of the chicken embryo triggers differential gene expression in response to a later heat challenge. *BMC Genomics*, v. 17, p. 1-15, 2016.

LUMEIJ, J. T. Avian clinical biochemistry. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Eds.). *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6. ed. Burlington, MA: Academic Press, 2008. p. 839-872.

LUMEIJ, J. T.; WESTERHOF, I. Blood chemistry for the diagnosis of hepatobiliary disease in birds. A review. *Veterinary Quarterly*, v. 9, n. 3, p. 255-261, 1987.

MAATJENS, C. M.; REIJRINK, I. A. M.; MOLENAAR, R.; VAN DER POL, C. W.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. Temperature and CO₂ during the hatching phase. I. Effects on chick quality and organ development. *Poultry Science*, v. 93, n. 3, p. 645-654, 2014.

MATOS, R. Calcium metabolism in birds. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, v. 11, p. 59-82, 2008.

MAURER, G.; PORTUGAL, S. J.; CASSEY, P. Review: an embryo's eye view of avian eggshell pigmentation. *Journal of Avian Biology*, v. 42, p. 494-504, 2011.

MAURER, G.; PORTUGAL, S. J.; HAUBER, M. E.; MIKŠÍK, I.; RUSSELL, D. G.; CASSEY, P. First light for avian embryos: eggshell thickness and pigmentation mediate variation in development and UV exposure in wild bird eggs. *Functional Ecology*, v. 29, n. 2, p. 209-218, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12314>.

MEHAISEN, G. M.; IBRAHIM, R. M.; DESOKY, A. A.; SAFAA, H. M.; EL-SAYED, O. A.; ABASS, A. O. The importance of propolis in alleviating the negative physiological effects of heat stress in quail chicks. *PLOS ONE*, v. 12, n. 10, e0186907, 2017.

MEIJERHOF, R.; VAN BEEK, G. Mathematical modelling of temperature and moisture loss of hatching eggs. *Journal of Theoretical Biology*, v. 165, n. 1, p. 27-41, 1993.

MESQUITA, M. A. Exposição de ovos de matrizes pesadas à luz monocromática durante a incubação artificial. 2017. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

MINAFRA, C. S. Produção e suplementação com alfa amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger* HM2003 na dieta de frangos de corte de um a 21 dias de idade. 2007. 141 f. Tese (Doutorado em Bioquímica Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MINAFRA, C. S.; MARQUES, S. F. F.; STRINGHINI, J. H.; ULHOA, C. J.; REZENDE, C. S. M.; MORAES, G. H. K. Perfil bioquímico do soro de frangos de corte alimentados com dieta suplementada com alfa-amilase de *Cryptococcus flavus* e *Aspergillus niger* HM2003. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, p. 2691-2696, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001200020>.

MOLENAAR, R.; HULET, R.; MEIJERHOF, R.; MAATJENS, C. M.; KEMP, B.; VAN DEN BRAND, H. High eggshell temperatures during incubation decrease growth performance and increase the incidence of ascites in broiler chickens. *Poultry Science*, v. 90, n. 3, p. 624-632, 2011.

Molenaar, R; Reijrink, IAM; Meijerhof, R e Van den Brand, H 2010. Meeting embryonic requirements of broilers throughout incubation: a review. **Brazilian Journal of Poultry Science**, 12, 137-148.

Mora, LA 2018. **Processo de incubação artificial de ovos: desenvolvimento de sistemas de medição de temperatura e massa**. 2018. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas.

MORAIS, M. V. M., JOSÉ, H., LIMA, A. Técnicas nutricionais para a redução do impacto ambiental da produção intensiva de animais não ruminantes. *Research, Society and Development*, 9(2), 3. 2020.

Moran Jr, ET 2007. Nutrition of the developing embryo and hatchling. ***Poultry Science***, 86(5), 1043-1049.

Moreira, DO; Leme, FDOP; Marques, MM; Leão, NF; Viana, WS; Faleiros, RR e Alves, GES 2015. Concentrações de proteínas totais, glicose, cálcio, fósforo, lactato, ureia e creatinina em equinos de cavalaria militar antes e após trabalho de patrulhamento urbano. ***Ciência Animal Brasileira***, 16, 73-80.

MURAKAMI A.E.; FERNANDES J.I.M.; SAKAMOTO I.M.; SOUZA L.M.G.; FURLAN, A.C. Efeito da suplementação enzimática no desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. *Acta Sci. Anim. Sci.* 29:165-172. 2007.

Nascimento, GD 2011. **Termografia aplicada à avaliação do ambiente térmico de alojamento e do conforto térmico de frangos de corte**. Dissertação apresentada a Universidade Estadual de Campinas, (tese mestrado). Campinas, 79p.

Nichelmann, M e Tzschentke, B 1999. Thermoregulatory heat production in precocial avian embryos. ***Ornis Fennica***, 76: 177-187.

Ohtsu, H; Sato, K; Nishida, H e Akiba, Y 2003. High β -hydroxybutyrate concentration in liver and skeletal muscle of newly hatched chicks. ***Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology***, 134(3), 625-629.

Olanrewaju, HA; Miller, WW; Maslin, WR; Collier, SD; Purswell, JL e Branton, SL 2016. Effects of light sources and intensity on broilers grown to heavy weights. Part 1: Growth performance, carcass characteristics, and welfare indices. ***Poultry Science***, 95: 727-735. DOI: <https://doi.org/10.3382/ps/pev360>.

Olanrewaju, HA; Purswell, JL; Collier, SD e Branton, SL 2015. Effects of color temperatures (Kelvin) of LED bulbs on blood physiological variables of broilers grown to heavy weights. ***Poultry science***, 94(8), 1721-1728. DOI: <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev139>.

OLIVEIRA, P. B.; MURAKAMI, A. E.; GARCIA, E. R. MORAES, MACARI, M.; SCAPINELLO C. Influência de fatores antinutricionais da leucena (*Leucaena leucocephala* e *Leucaena cunninghamii*) e do Feijão Guandu (*Cajanus cajan*) sobre o epitélio intestinal e o desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 29, p. 1759-1769, 2000.

Oliveira, JE; Uni, Z e Ferket, PR 2008. Important metabolic pathways in poultry embryos prior to hatch. ***World's Poultry Science Journal***. 64:488-499.

Pal, P; Dey, D; Sharma, B; Choudhary, S; Sahu, J; Kumar, S e Ghosh, S 2019. Effect of light

- management in broiler production: A review. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, 7: 437-441.
- Pandian, C; Omprakash, AV; Selvan, ST e Sundaresan, A 2015. Effect of pulsed electro magnetic field (pemf) exposure on hatchability performance of Japanese quail hatching eggs. **The Indian Journal of Veterinary Sciences & Biotechnology**, 11(1), 42-44.
- Piestun, Y; Halevy, O e Yahav, S 2009. Thermal manipulations of broiler embryos—The effect on thermoregulation and development during embryogenesis. **Poultry Science**, 88(12), 2677-2688.
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria**. URL <https://www.R-project.org/>.
- Roberto, JVB e Souza, BB 2014. Utilização da termografia de infravermelho na medicina veterinária e na produção animal. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, 2, (3), 73-84.
- Rocha, C e Maiorka A 2003. **Nutrição “in ovo”**. In: Macari, M; Gonzales, E; Patrício, IS; Naas, IA e Martins, PC. **Manejo da incubação**. 3 ed. Campinas: FACTA; 2003. 223-243.
- Romanoff, AL e Romanoff, AJ 1949. The avian egg. **The avian egg**. 918p.
- Russell V. Lenth 2022. emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means. **R package version 1.7.4-1**. <https://CRAN.R-project.org/package=emmeans>.
- Sebastien Le, Julie Josse, Francois Husson 2008. FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. **Journal of Statistical Software**, 25(1), 1-18. 10.18637/jss.v025.i01.
- Shafey, TM e Al-mohsen, TH 2002. Embryonic growth, hatching time and hatchability performance of meat breeder eggs incubated under continuous green light. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 15(12), 1702-1707.
- Shafey, TM; Ghannam, MM; Al-Batshan, HA e Al-Ayed, MS 2004. Effect of pigment intensity and region of eggshell on the spectral transmission of light that passes the eggshell of chickens. **International Journal of Poultry Science**, 3(3), 228-233.
- SILVA, GF 2016. **Rendimento da incubação e perda de calor dos ovos durante a transferência da incubadora para o nascedouro**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal). Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira e Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas – FCAT Campus de Dracena, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo.
- Sobreira, R.R.; Guedes, J.F.H.; Gualberto, J.; Silva, J.R. Fisiologia reprodutiva das aves. Webartigo.com.br, 2011.
- Speer, BL 2015. **Current Therapy in Avian Medicine and Surgery**. 1st Edition, Hardcover ISBN: 9781455746712. eBook ISBN: 9780323243674.
- Sunny, NE e Bequette, BJ 2010. Gluconeogenesis differs in developing chick embryos derived from small compared with typical size broiler breeder eggs. **Journal of animal science**, 88(3), 912-921.

Takahashi, SE; Maier, GS; Bochio, V; Groff, PM; Padilha, JB; Gorges, MH e Emilyn, MM 2017. Importância da temperatura e umidade e os efeitos da luminosidade durante a incubação de ovos férteis de galinhas. **REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria**, 18(2), 1-10.

Tessier, M; Du Tremblay, D; Klopfenstein, C; Beauchamp, G e Boulianne, M 2003. Abdominal skin temperature variation in healthy broiler chickens as determined by thermography. **Poultry Science**, 82(5), 846-849.

Tong, Q; McGonnell, IM; Demmers, TGM; Roulston, N; Bergoug, H; Romanini, CE e Exadaktylos, V 2018. Effect of a photoperiodic green light programme during incubation on embryo development and hatch process. **Animal**, 12(4), 765-773.

VALENTIM, Jean Kaique et al. Vegetable lipid sources in the diet of japanese quails in the rearing phase and effects on the initial phase of production. *Ciência Animal Brasileira*, v. 24, p. e-73851, 2023.

Van der Pol, CW; Van Roover-Reijrink, IAM; Maatjens, CM; Van den Anker, I; Kemp, B e Van den Brand, H 2014. Effect of eggshell temperature throughout incubation on broiler hatchling leg bone development. **Poultry Science**, 93(11), 2878-2883.

Wang, T; Wang, Z; Cao, J; Dong, Y e Chen, Y 2014. Monochromatic light affects the development of chick embryo liver via an anti-oxidation pathway involving melatonin and the melatonin receptor Mel1c. **Canadian Journal of Animal Science**, 94(3), 391-400.

Wendelaar Bonga, SE 1997. The stress response in fish. **Physiological reviews**, 77(3), 591-625.

Willemsen, H; Kamers, B; Dahlke, F; Han, H; Song, Z; Pirsaraei, ZA e Everaert, N 2010. High- and low-temperature manipulation during late incubation: effects on embryonic development, the hatching process, and metabolism in broilers. **Poultry Science**, 89(12), 2678-2690.

YADAV, S E CHATURVEDI, CM 2015. Light colour and intensity alters reproductive/seasonal responses in Japanese quail. **Physiology & behavior**, 147, 163-168. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2015.04.036>.

Yahav, S; Shinder, D; Tanny, J E Cohen, S 2005. Sensible heat loss: The broiler's paradox. **World's Poultry Science Journal**, 61, (3), 419-434.

Yalçın, SUZAN; Çabuk, METİN; Bruggeman, V; Babacanoğlu, E; Buyse, J; Decuypere, E e Siegel, PB 2008. Acclimation to heat during incubation: 3. Body weight, cloacal temperatures, and blood acid-base balance in broilers exposed to daily high temperatures. **Poultry Science**, 87(12), 2671-2677.

Yang, YF; Jiang, JS; Pan, JM; Ying, YB; Wang, XS; Zhang, ML; Lu, MS e Chen, XH 2016. The relationship of spectral sensitivity with growth and reproductive response in avian breeders (*Gallus gallus*). **Scientific Reports**, 6: 1-9. DOI: 10.1038/srep19291.

Yu, Y; Wang, Z; Cao, J; Dong, Y; Wang, T e Chen, Y 2014. Effects of monochromatic light stimuli on the development and Muc2 expression of goblet cells in broiler small intestines during embryogenesis. **Poultry Science**, 93(7): 1801- 1808.

Zeman, M; Gwinner, E e Somogyiová, E 1992. Development of melatonin rhythm in the pineal

gland and eyes of chick embryo. **Experientia** 48: 765-768. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02124299>.

Zhang, J; Chu, Q; Wang, HH; Geng, AL; Xiao, YH e Liu, HG 2010. Effect of different production phage on egg quality traits of Beijing Fatty Chicken. **China Poultry**,32, 10-13.

Zhang, L; Zhang, HJ; Qiao, X; Yue, HY; Wu, SG; Yao, JH e Qi, GH 2012. Effect of monochromatic light stimuli during embryogenesis on muscular growth, chemical composition, and meat quality of breast muscle in male broilers. **Poultry Science**, 91: 1026-1031.