



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CARLOS HENRIQUE DO NASCIMENTO

**BLEND DE ADITIVOS PARA MELHOR APROVEITAMENTO NUTRICIONAL EM
DIETAS DE CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*) EM POSTURA**

AREIA

2023

CARLOS HENRIQUE DO NASCIMENTO

**BLEND DE ADITIVOS PARA MELHOR APROVEITAMENTO NUTRICIONAL EM
DIETAS DE CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnixjaponica*) EM POSTURA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias – CCA, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa

Coorientadores: Prof. Dr. Ricardo Romão Guerra.

Dr. Cleber Franklin Santos de Oliveira

AREIA

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

N244b Nascimento, Carlos Henrique do.

Blend de aditivos para melhor aproveitamento nutricional em dietas de codornas japonesas (coturnix coturnix japonica) em postura / Carlos Henrique do Nascimento. - Areia, 2023.

54 f. : il.

Orientação: Fernando Guilherme Perazzo Costa.

Coorientação: Ricardo Romão Guerra, Cleber Franklin Santos de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA.

1. Zootecnia. 2. Avicultura. 3. Cálcio e fósforo. 4. Qualidade de ovo. 5. Resistência óssea. I. Costa, Fernando Guilherme Perazzo. II. Guerra, Ricardo Romão. III. Oliveira, Cleber Franklin Santos de. IV. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 636.09 (043)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE DISSERTAÇÃO

TÍTULO: “BLEND DE ADITIVOS PARA MELHOR APROVEITAMENTO NUTRICIONAL EM DIETAS DE CODORNAS JAPONESAS (Coturnix Coturnix japonica) EM POSTURA”

AUTOR: Carlos Henrique do Nascimento

ORIENTADOR: Fernando Guilherme Perazzo Costa

JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa
Presidente
Universidade Federal da Paraíba

Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento
Examinador
Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Matheus Ramalho de Lima
Examinadora
Universidade Federal Rural do Semiárido



Areia, 03 de agosto de 2023.

Aos meus pais Francisca Firmino e

José Francisco

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Mais um ciclo na vida vem se encerrando, mais uma conquista alcançada, conquista que foi fruto de muito esforço, dedicação e abdicção, mas sou grato acima de tudo e por isso gostaria de agradecer.

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida, por ter me dado força, saúde, paciência e determinação nessa jornada árdua,

A minha família, em especial minha mãe Francisca, meu pai José, minhas irmãs Maria José e Fernanda Aparecida e ao meu irmão José Clenilson por todo apoio incentivo e abdicção para que eu conseguisse traçar essa jornada,

Ao grande companheiro de vida Djalminha, pelo apoio, amor, incentivo e nunca desacreditar dos nossos sonhos,

Aos meus amigos da ZOO, em especial aos “AZARADOS”, Day, Ingrid, Brenna, e Paula pelos momentos necessários de descontração,

A minha orientadora de graduação Karina Ribeiro, pelos conselhos em mais de 4 anos de curso pelas oportunidades e incentivos,

A turma de Zootecnia 2016.1 em especial Rony, Ana, Assis, Marcia, Arthur por conseguirmos juntos vencer essa batalha,

A Universidade Federal da Paraíba, ao Centro de Ciências Agrárias, pela oportunidade de realização deste curso,

Agradeço ao meu orientador Dr. Fernando Perazzo pelo recebimento no GETA e orientação nessa pesquisa,

Aos meus coorientadores Dr. Ricardo Guerra e Dr. Cleber Franklin,

Aos amigos de pesquisa Adiel Vieira e Paloma Lopes pelo apoio, incentivo e serviço braçal de cada dia,

Agradeço aos membros da banca, Dr. Germano Augusto e Dr. Matheus Ramalho,

Aos servidores Edjânio Galdino (Técnico do Laboratório de Histologia – CCA/UFPB), Profa. Daniele Idalino (Chefe do Laboratório de Toxicologia - IPEFARM-UFPB), Jaldir Oliveira (Secretário do PPGZ) Bruno Lobato (Zootecnista do Módulo de Avicultura – CCA - UFPB),

Agradeço ao Grupo de Estudos em Tecnologias Avícolas (GETA),

Agradeço a Josivaldo e José Ramalho, membros indispensáveis do setor de avicultura, sem vocês esse trabalho não existiria,

Agradeço ao CNPq e ao sistema Capes pelo consentimento da bolsa, sem esse incentivo essa realização não seria possível,

Agradeço a todos que de alguma maneira contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, meu muito obrigado.

Feliz daquele de transfere o que sabe e

Aprender o que ensina”

(Cora Coralina)

BLEND DE ADITIVOS PARA MELHOR APROVEITAMENTO NUTRICIONAL EM DIETAS DE CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*) EM POSTURA

RESUMO

O objetivo foi avaliar o efeito da substituição da farinha de carne e ossos por um aditivo a base de enzimas e ácidos orgânicos, em dietas de codornas japonesas em produção. Foram usadas 144 codornas com 32 semanas de idade distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em três tratamentos e seis repetições, com oito aves por unidade experimental. Os tratamentos foram: sem uso de farinha de carne e ossos, sem fosfato bicálcico e com 1% do aditivo (1AD), sem aditivo, sem fosfato bicálcico e com livre uso para farinha de carne e ossos (FCO) e sem aditivo, sem farinha de carne e ossos, com livre uso do fosfato bicálcico (FB). O experimento foi dividido em cinco ciclos de 21 dias. Foram avaliados o desempenho zootécnico, qualidade dos ovos, qualidade óssea, parâmetros sanguíneos, histomorfometria de duodeno e jejuno, bem como reserva de glicogênio hepático. Os resultados foram submetidos a ANOVA utilizando o programa SAS OnDemand e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O tratamento 1AD apresentou maiores resultados para Unidade Haugh (UH), Coloração de Gema (CG), Resistência Óssea (RO), área absorptiva de duodeno e jejuno, concentração de glicogênio hepático e melhorou as Conversão Alimentar por Massa de Ovo (CAMO), Conversão Alimentar por Dúzia de Ovos (CADZ). Pode-se concluir que na dieta de codornas japonesas pode-se substituir a farinha de carne e ossos e o fosfato bicálcico pela adição do blend de enzimas e ácidos orgânicos na proporção de 1,0kg/tonelada de ração sem causar prejuízos na qualidade e desempenho das aves.

Palavras chave: avicultura; cálcio; fósforo; qualidade de ovo; resistência óssea.

BLEND OF ADDITIVES FOR BETTER NUTRITIONAL UTILIZATION IN DIETS OF LAYING JAPANESE QUAILS (*Coturnix coturnix japonica*)

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of replacing meat and bone meal with an additive based on enzymes and organic acids in diets of Japanese quails in production. 144 quails aged 32 weeks were used, distributed in a completely randomized design, in three treatments and six replications, with eight birds per experimental unit. The treatments were: without use of meat and bone meal, without dicalcium phosphate and with 1% of the additive (1AD), without additive, without dicalcium phosphate and with free use for meat and bone meal (FCO) and without additive, without meat and bone meal, with free use of dicalcium phosphate (FB). The experiment was divided into five cycles of 21 days. Zootechnical performance, egg quality, bone quality, blood parameters, duodenum and jejunum histomorphometry, as well as liver glycogen reserve were evaluated. The results were submitted to ANOVA using the SAS OnDemand program and the means were compared using the Tukey test at 5% probability. The 1AD treatment showed greater results for Haugh Unit (HU), Yolk Coloration (CG), Bone Resistance (RO), duodenum and jejunum absorptive area, hepatic glycogen concentration and improved Food Conversion per Egg Mass (CAMO), Feed Conversion per Dozen Eggs (CADZ). It can be concluded that in the diet of Japanese quails, meat and bone meal and dicalcium phosphate can be replaced by the addition of a blend of enzymes and organic acids in the proportion of 1.0 kg/ton of feed without causing damage to quality and performance. of birds.

Keywords: poultry; calcium; phosphorus; egg quality; bone strength.

LISTA DE FIGIRAS

Figura 1 Digital Yolkfam TM - aferição da coloração da gema	29
Figura 2 Micrômetro digital Mitutoyo - medição da espessura de cascas dos ovos de codorna.	30
Figura 3 Esquema para aferição do índice de Seedor.....	30
Figura 4 Texturômetro universal teste TA-XR plus Stable Micro Systems (Surrey, UK).....	31
Figura 5 Armazenamento do material para realização das análises histológicas	32
Figura 6 Material histológico de codornas incluído em parafina	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Composição das dietas experimentais para codornas japonesas em período rodutivo.	26
Tabela 2 Desempenho zootécnico de codornas japonesas alimentadas com blend de enzimas e ácidos orgânicos em substituição as fontes de cálcio e fósforo convencionais, de 32 a 50 semanas de idade.	35
Tabela 3 Qualidade de ovos de codornas japonesas, alimentadas com fontes substitutivas de cálcio e fósforo convencional, de 32 a 50 semanas de idade	36
Tabela 4 Parâmetros ósseos de codornas japonesas alimentadas com fontes substitutivas de cálcio e fósforo convencional, de 32 a 50 semanas de idade.	38
Tabela 5 Parâmetros sanguíneos de codornas japonesas, alimentadas com fontes substitutivas de cálcio e fósforo convencional, de 32 a 50 semanas de idade.....	40
Tabela 6 Histomorfometria de duodeno de codornas japonesas alimentadas com fontes substitutivas de cálcio e fósforo convencional, de 32 a 50 semanas de idade.....	40
Tabela 7 Histomorfometria de jejuno de codornas japonesas alimentadas com fontes substitutivas de cálcio e fósforo convencional, de 32 a 50 semanas de idade.....	42
Tabela 8 Glicogênio hepático de codornas japonesas, alimentadas com fontes substitutivas de cálcio e fósforo convencional, de 32 a 50 semanas de idade.	44

LISTA DE ABREVIATURAS

- 1AD - 1 kg de aditivo por tonelada de ração
- A% - Percentual de albúmen
- A. Abso. - Area absorptiva
- ABCC - Associação Brasileira de Criadores de Codornas
- Alt. Vilo - Altura de vilosidade
- Prof. - Profundidade
- C% - Percentual de casca
- Ca - Cálcio
- CADO - Conversão alimentar por dúzia de ovos
- CAMA - Conversão alimentar por massa de ovos
- CG - Coloração de gema
- CR - Consumo de ração
- EC - Espessura de casca
- FB - 100 % fosfato bicálcico
- FCO - 100% farinha de carne e ossos
- G% - Percentual de Gema
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IS - índice de Seedor
- Iso - Isoleucina
- Larg. Vilo. - Largura de vilosidade
- Lis. - Lisina
- Met. - Metionina
- MO - Massa de ovo
- P - Fosforo
- PB - Proteína bruta
- PO - Peso do ovo
- RO - Resistência óssea
- Tre. - Treonina
- Tri. - Triptofano

UH - Unidade Haugh.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 COTURNICULTURA	14
2.1.1 PRODUÇÃO NACIONAL DE OVOS DE CODORNAS	15
2.1.2 NUTRIÇÃO DE CODORNAS	16
2.2 FONTES DE CÁLCIO (Ca) E FOSFORO (P)	17
2.2.1 FOSFATO BICALCICO	17
2.2.2 FARINHA DE CARNE E OSSOS	18
2.3 METABOLISMO DO CÁLCIO E FOSFORO	19
2.4 ENZIMAS	19
2.4.1 FITASE	20
2.4.2 PROTEASE	21
2.4.3 XILANASE	22
2.4.4 ASSOCIAÇÃO ENZIMÁTICA	22
2.5 ÁCIDOS ORGÂNICOS	23
2.5.1 ÁCIDO FUMÁRICO	23
2.6 ASSOCIAÇÃO DOS ÁCIDOS	25
2.7 TRATO GASTO INTESTINAL DE CODORNAS	25
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO, DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E DIETA	26
3.2 DESEMPENHO ZOOTECNICO	27
3.3 QUALIDADE DE OVOS	28
3.4 ANÁLISE ÓSSEA	30
3.5 ANÁLISE SANGUÍNEA	31
3.6 ESTUDO HISTOLÓGICO E MORFOMÉTRICO	32
3.6.1 PROCESSAMENTO HISTOLÓGICO	32
3.6.2 HISTOMORFOMETRIA INTESTINA	33
3.6.3 SCORE DE GLICOGÊNIO HEPÁTICO	33
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5 CONCLUSÃO	44

1 INTRODUÇÃO

A atividade avícola tem se destacado nos últimos anos, sendo uma atividade de grande importância para a produção de alimentos de qualidade e elevado teor nutricional, como a carne de frango, ovos de galinhas e ovos de codornas para a população (LANA et al., 2020).

A produção de ovos de codornas vem ganhando destaque dia a dia no Brasil, onde os principais motivos para esse fato estão relacionados a facilidade na criação desses animais, manejo de fácil e rápida execução, baixos custos de produção, crescimento acelerado dos animais, elevada taxa produtiva, e aliado a isso baixo consumo alimentar, trazendo aos produtores maiores interesses de inserção para essa cadeia produtiva (FERONATO et al., 2020).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), o Brasil nesse ano possuía um efetivo de 16.512.169 (dezesseis milhões, quinhentos e doze mil, cento e sessenta e nove) codornas, sendo que dessas, aproximadamente 15,3% estava concentrado na região nordeste do país tendo o estado do Ceará como o maior produtor dessa espécie, com um efetivo de 886.491 (Oitocentos e oitenta e seis mil, quatrocentos e noventa e uma) codornas.

As pesquisas que relacionam a nutrição de aves são de grande importância devido ao constante avanço no melhoramento genético animal e ampliações tecnológicas de sucesso na produção avícola. O desempenho satisfatório das aves está ligado intimamente com a nutrição de qualidade, sendo necessário a adoção de padrões nutricionais que atendam as demandas do organismo, incluindo a importância dos minerais para o melhor desempenho (OLIVEIRA et al., 2012).

Existem várias fontes de cálcio e fósforo para a nutrição avícola, para cálcio destaca-se o carbonato de cálcio, calcário calcítico, fosfato bicálcico, farinha de osso calcinada, entre outras. Já para o fósforo é encontrado os fosfatos (monocálcico, bicálcico e tricálcico), farinha de carne e ossos e demais fontes (BERTECHINI, 2004; CRUZ e RUFINO, 2017).

Com o intuito de potencializar ainda mais a cadeia produtiva, o setor vem usando da estratégia da inclusão de aditivos nas dietas desses animais que apresentam funções conhecidas de melhorar as estruturas das mucosas intestinais, e isso acarreta como benefício um aumento

na capacidade digestiva e absorptiva dos nutrientes, assim, trazendo ganhos ao desempenho produtivo (LEMOS et al., 2017).

O uso de aditivos como fontes de cálcio, fósforo, ácidos orgânicos e enzimas digestivas tem sido amplamente estudado e aplicado na avicultura, principalmente na alimentação de codornas japonesas. Esses aditivos têm o objetivo de melhorar a absorção de nutrientes e, conseqüentemente, a eficiência alimentar, além de promover uma melhor qualidade da casca dos ovos produzidos.

Os ácidos orgânicos desempenham um papel fundamental no aumento da lucratividade e são considerados seguros para serem utilizados na produção de aves. De fato, na Europa, é uma prática rotineira incorporar ácidos orgânicos à dieta de animais não ruminantes como acidificantes e conservantes, substituindo os antibióticos que eram utilizados anteriormente como promotores de crescimento e para prevenir ou controlar patógenos (SUGIHARTO, 2016).

A adição de ácidos orgânicos na dieta de codornas tem sido estudada como uma estratégia para melhorar a digestibilidade de nutrientes e promover uma melhor saúde intestinal. Isso é especialmente importante em aves de produção, como as codornas, que são frequentemente expostas a desafios sanitários e de estresse ambiental que afetam a saúde das vilosidades intestinais (SOUZA et al., 2019).

Os aditivos na dieta de aves são responsáveis por uma série de benefícios, entre eles melhoram as atividades fisiológicas e nutricionais, protegem o organismo contra possíveis infecções entéricas, potencializando a produtividade e a saúde das aves (ALAGAWANE et al., 2021).

A constante necessidade de pesquisar sobre o uso de aditivos alternativos melhoradores de desempenho nas codornas é cada vez mais necessário, com isso objetivou-se avaliar o uso de um aditivo a base de enzimas exógenas e ácidos orgânicos como substitutivo as fontes convencionais de cálcio e fósforo na dieta de codornas japonesas em período de produção.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 COTURNICULTURA

A coturnicultura, indústria avícola voltada para a criação de codornas para produção de ovos e carne, tem como objetivo a produção de proteína animal com menor custo, e o sucesso

da criação depende de vários fatores como qualidade genética das aves, controle de sanidade, condição ambiental e nutrição.

As codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) são aves de pequeno porte e são criadas ao redor do mundo para a produção de ovos. Tais aves são conhecidas por serem fáceis de criar, devido à sua adaptabilidade e baixa exigência nutricional em comparação com outras aves (HUSSEIN et al., 2015).

As codornas japonesas são consideradas por muitos produtores como uma opção lucrativa devido ao seu rápido crescimento e elevada taxa de postura (Mohammed et al., 2017). A literatura afirma que elas são capazes de produzir muitos ovos em um curto período, o que as torna uma opção atraente para os produtores que buscam aumentar sua produção de ovos (DAS et al., 2016).

A produção de ovos de codorna e galinhas varia significativamente em termos de tamanho das aves, requisitos de manejo, taxas de postura e outras considerações. As codornas são aves menores em comparação com as galinhas, e suas taxas de postura são geralmente mais altas, mas os ovos são menores. As galinhas, por outro lado, produzem ovos maiores, mas em taxas de postura mais baixas (SILVA 2017).

Em média, uma codorna pode produzir cerca de 250 a 300 ovos por ano, enquanto uma galinha poedeira pode produzir cerca de 250 a 320 ovos por ano, dependendo da raça e do manejo (ALMEIDA et al., 2007). As codornas atingem a maturidade sexual mais cedo do que as galinhas e têm um ciclo de postura mais curto. Isso torna possível obter um retorno relativamente rápido do investimento em criação de codornas para ovos.

As codornas também são mais resistentes a doenças em comparação com as galinhas, tornando a criação potencialmente mais fácil. A criação de codornas japonesas pode ser realizada em diferentes sistemas de produção, incluindo gaiolas convencionais, bem como em sistemas de criação no piso (Sabbir, 2020). Entretanto, para garantir o sucesso e bem-estar das aves, é importante que elas tenham acesso a água limpa e fresca, além de uma dieta nutricionalmente equilibrada (GUJRAL et al., 2017).

2.1.1 PRODUÇÃO NACIONAL DE OVOS DE CODORNAS

A produção nacional de ovos de codorna tem ganhado destaque nos últimos anos devido ao aumento da demanda por alimentos saudáveis e nutritivos. Segundo dados da Associação

Brasileira de Criadores de Codorna (ABCC, 2021), a produção de ovos de codorna no Brasil cresceu cerca de 30% nos últimos três anos, com estimativa de produção de mais de um bilhão de ovos em 2021. Entre os motivos para o aumento da produção, destacam-se a facilidade no manejo e baixo custo de criação das aves, a alta produtividade e a valorização do produto no mercado. Além disso, os ovos de codorna são considerados uma fonte rica em proteínas, vitaminas e minerais, sendo utilizados em diversos segmentos da indústria alimentícia.

A produção de ovos de codorna está concentrada principalmente nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Paraná. Apesar do crescimento da produção, ainda há desafios a serem enfrentados, como o controle sanitário das aves e a garantia de qualidade do produto. Contudo, a perspectiva é de que a produção de ovos de codorna continue a crescer nos próximos anos, impulsionada pela demanda crescente por alimentos saudáveis e pela diversificação do uso dessa produção.

2.1.2 NUTRIÇÃO DE CODORNAS

A nutrição animal é um dos pontos que mais precisa ser avaliado no processo produtivo, em relação a criação de codornas japonesas por ser ainda um ponto tido como crítico para o processo, pois pouco se investiga nutricionalmente sobre essa atividade agrícola em condições climáticas brasileiras, quando comparado com os frangos de corte (STANQUEVIS et al., 2021).

A nutrição das codornas está intimamente ligada ao processo de qualidade dos ovos, os nutrientes cálcio e fósforo são os mais importantes para o processo de formação da casca do ovo (STANQUEVIS et al., 2021).

Para se obter produtos de qualidade é necessário que a nutrição esteja bem ajustada, já que o excesso desses nutrientes também pode acarretar problemas produtivos, onde valores superiores ao necessário de cálcio podem acarretar déficit na absorção de outros nutrientes, pelo fato de que esse mineral é responsável pela acidose sanguínea durante o processo de formação do ovo (BERTECHINI 2014).

Na composição corpórea das aves os minerais têm representatividade de 3 a 4 % do peso vivo, sendo esses responsáveis pela funcionalidade de diversas vias metabólicas, exercendo funções importantes. Assim o cálcio (Ca) e o fósforo (P) são tidos como os mais exigidos na dietética e conseqüentemente seu desbalanço afeta o desempenho produtivo das aves (SILVA et al., 2017).

No processo produtivo das codornas o requerimento de cálcio e fosforo é de suma importância, o esqueleto ósseo desses animais apresenta-se como o reservatório para esses minerais, tendo uma grande exigência no suprimento destes no processo de formação da casca do ovo (SOUZA et al., 2017).

A nutrição de codornas geralmente segue as recomendações de Rostagno et al., (2017), onde recomenda-se medias de 3,16% de cálcio e 0,33% de fosforo disponível para o momento de produção de ovos, no entanto Costa et al., (2007), Costa (2010) e Costa & Silva (2009) em estudos recomendam valores médios inferiores para esses nutrientes, sendo eles de 2,5% de cálcio e de 0,15 a 0,35% de fosforo disponível para a fase de produção.

2.2 FONTES DE CÁLCIO (Ca) E FOSFORO (P)

2.2.1 FOSFATO BICALCICO

O fosfato bicálcico (CaHPO_4) é um composto cristalino de fosfato de cálcio que é frequentemente utilizado como suplemento alimentar e aditivo alimentar, sendo amplamente utilizado em várias áreas, incluindo a indústria alimentícia, farmacêutica e agrícola.

Na indústria alimentícia, é comumente usados como um suplemento nutricional e aditivo alimentar. Ele fornece cálcio e fósforo, que são minerais essenciais para a saúde óssea, além de desempenharem papéis importantes em várias funções biológicas do organismo. Considerado como uma importante fonte de cálcio e fósforo na dieta animal, o fosfato bicálcico é frequentemente adicionado a alimentos como cereais, pão, produtos de panificação, queijos, cremes e sobremesas para nutrição humana.

O fosfato bicálcico, também é comumente utilizado nas rações animais podendo melhorar a biodisponibilidade de cálcio em codornas japonesas. Um estudo realizado por Alagawany et al. (2018) avaliaram três níveis diferentes de fosfato bicálcico em dietas de codornas japonesas e concluíram que a suplementação com fosfato bicálcico melhorou a digestibilidade de cálcio. Além disso, outro estudo realizado por Abdel-Wareth et al. (2014) também demonstraram que o uso de fosfato bicálcico na dieta aumentou significativamente a absorção de cálcio em codornas japonesas. O fosfato bicalcico apresenta em sua composição valores de 24,5% de cálcio e 18,5% de fosforo em sua composição.

2.2.2 FARINHA DE CARNE E OSSOS

Considerada como uma das principais fontes proteicas de origem animal usada nas dietas das aves, tem sua aquisição relativamente de fácil acesso, pois considerada como um subproduto de frigoríficos e graxearias sendo provinda de produtos que seriam descartados sem qualquer valor para a indústria como por exemplo ossos e resíduos de tecidos animais que restam da desossa completa de carcaças, sejam elas de suínos e/ou bovinos.

A composição nutricional da farinha de carne e ossos pode variar dependendo do processo de fabricação e da qualidade dos ingredientes utilizados. A farinha de carne e ossos é uma fonte rica em proteínas, contendo aproximadamente 50-55% de proteína bruta (PB) em sua composição Tavares et al. (2014).

Essa proteína contém todos os aminoácidos essenciais necessários para a nutrição animal, tornando-a uma fonte de proteína de alta qualidade. A farinha de carne e ossos contém uma quantidade considerável de gordura, geralmente em torno de 10-12% segundo Martins et al. (2020). No entanto, a qualidade da gordura na farinha de carne e ossos varia dependendo do processo de fabricação e da qualidade dos ingredientes utilizados.

A gordura é uma fonte importante de energia para os animais, mas um excesso de gordura na dieta pode contribuir para o ganho de peso e outros problemas de saúde. A farinha de carne e ossos é uma fonte rica em cálcio, contendo aproximadamente 8- 12% de cálcio em sua composição (Tavares et al., 2014).

O cálcio é um nutriente importante para a manutenção da saúde óssea animal e desempenha papel fundamental na fisiologia animal. Além do cálcio, a farinha de carne e ossos é uma fonte rica em fósforo, contendo aproximadamente 4-6% de fósforo em sua composição Martins et al. (2020). O fósforo é um nutriente importante para a função celular, crescimento e reparação de tecidos.

O uso de farinha de carne e ossos na dieta de codornas japonesas é uma prática comum que tem sido estudada e documentada em vários trabalhos científicos. Um estudo realizado por Kato et al. (2005) mostrou que a adição de farinha de carne e ossos à dieta de codornas japonesas melhorou a qualidade da casca dos ovos, aumentando o teor de cálcio e fósforo na dieta. Outro estudo conduzido por Shim et al. (2011) constatou que a inclusão de farinha de carne e ossos

na alimentação de codornas japonesas melhorou a qualidade da carne, aumentando o teor de proteína e reduzindo a gordura.

2.3 METABOLISMO DO CÁLCIO E FOSFORO

O metabolismo do cálcio e fósforo em codornas japonesas é fundamental para a manutenção óssea, desenvolvimento e crescimento. A regulação desses minerais é feita através de hormônios, como a paratireoideana (paratormônio) e vitamina D3. Além disso, a dieta é crucial para o suprimento adequado desses minerais para o organismo.

A nutrição desempenha papel crucial no desempenho produtivo, com a apresentação de bons resultados e bom desenvolvimento dos tecidos ósseos das codornas. Muitos dos nutrientes são responsáveis pelo bom desenvolvimento dos tecidos animal e conseqüentemente uma boa qualidade dos ovos produzidos, sendo destaque nas poedeiras o cálcio e o fosforo.

O esqueleto desses animais se apresenta como sendo o principal reservatório mineral para o organismo apresentando nas poedeiras uma importância ainda mais evidente, a casca do ovo possui em sua composição aproximadamente 10% do cálcio total do corpo da ave (SOUZA et al., 2017).

Ainda assim, se a nutrição estiver adequada para as codornas aproximadamente 30% do Ca mobilizado é proveniente do esqueleto animal, isso se dá pelo fato que o útero da codorna não possui a capacidade estocagem de Ca e esse órgão é responsável pela deposição do carbonato de cálcio no ovo (MELO, 2015).

Segundo Chou et al. (2015), a deficiência de cálcio na dieta pode afetar negativamente a produção de ovos em codornas, bem como a qualidade dos ovos produzidos. Já a deficiência de fósforo pode levar à osteoporose e fraqueza muscular em aves.

De acordo com Zhu et al. (2020), é importante controlar o nível de cálcio na dieta das codornas durante diferentes fases de crescimento. A suplementação de cálcio deve ser adequada e equilibrada com outros nutrientes essenciais, como fósforo e vitamina D3, para evitar problemas metabólicos e prevenir doenças.

2.4 ENZIMAS

A utilização de enzimas na dieta de codornas japonesas tem sido alvo de diversos estudos recentes. Estas enzimas, incluindo proteases, lipases e celulasas, podem auxiliar na

digestão e absorção de nutrientes, melhorando a eficiência alimentar e a produção de ovos. O principal objetivo do uso dessa tecnologia nas dietas das aves é a manutenção da qualidade dos alimentos usados com a melhora na digestibilidade dos nutrientes, podendo também ocasionar redução significativa na umidade das excretas produzidas e eliminação dos fatores antinutricionais presentes nos alimentos em uso (LIMA et al., 2007).

Segundo Gonzales (2017), são conhecidas mais de 2000 enzimas que podem ser classificadas como oxidoredutoras ou mesmo desidrogenases que necessitam de NAD⁺ ou NADP⁺ para realização das reações oxidativas do substrato, em reações de redução do substrato necessitam de NADH ou NADPH. De acordo com o estudo realizado por Suárez et al. (2019), a adição de enzimas na dieta de codornas japonesas promoveu um aumento significativo na produção de ovos, além de reduzir o custo da alimentação.

Outra pesquisa realizada por Akbari et al. (2015) observaram que a utilização de uma mistura de enzimas reduziu a excreção de nitrogênio e fósforo pelas aves, contribuindo para a redução da poluição ambiental.

Além disso, a presença de enzimas na dieta pode melhorar a saúde intestinal das codornas, promovendo um equilíbrio na microbiota intestinal e reduzindo a incidência de doenças. Segundo o estudo de Rehman et al. (2018), a adição de enzimas na dieta de codornas promoveu um aumento na digestibilidade das proteínas e uma redução na excreção de amônia.

Sendo assim, a utilização de enzimas na dieta de codornas japonesas pode trazer diversos benefícios, tanto para a produção como para o meio ambiente. No entanto, é importante realizar mais pesquisas para identificar a melhor forma de aplicação e dosagem dessas enzimas, a fim de garantir um aproveitamento eficiente dos nutrientes e uma maior rentabilidade para os produtores.

2.4.1 FITASE

A fitase é uma enzima que pertence ao grupo das fosfatases de histidina acida, responsável essa pela hidrólise do fitato em mio-inositol e ácido ortofosforico, que são de suma importância nos processos metabólicos celular (LIMA, 2007).

Nas dietas formuladas para aves, o uso de ingredientes que originam de vegetais é supremo, sendo insignificante o uso de ingredientes de origem animal. Uma das problemáticas

para tal é que a maior parte do fosforo provinda dos vegetais encontrasse ligada a um Inositol formando a molécula de ácido fítico que possui um avançado potencial catalizador e isso acarreta a uma menor solubilidade e digestibilidade dos nutrientes (JUNQUEIRA et al., 2013).

Devido à baixa produção endógena de fitase, que é a fosfatase responsável pela hidrólise do ácido fítico, as aves apresentam uma baixa capacidade de usar o fosforo fítico, sabendo que esse mineral é essencial e desempenha funções e processos importantes no organismo das aves.

Ao formular a dieta é de suma importância uma fonte desse mineral, pois é tido como um dos nutrientes mais oneroso da dieta, ficando atrás somente da energia e da proteína (JUNQUEIRA et al. 2013). A produção em escala comercial dessa enzima é tida como de fácil produção, e é obtida a partir de culturas microbianas, mas, para que se transforme a enzima existe a necessidade de que esse microrganismo a produza extracelularmente (FIREMAN e FIREMAN 1998).

Em estudo para avaliação da viabilidade econômica de dietas suplementadas com fitase para codornas Lima et al. (2009) evidenciaram que a suplementação de 400 FTU propiciou melhores resultados, reduzindo o preço do k de ração em aproximadamente 8,75% em relação a dieta controle.

Litz et al. (2017), enfatizaram em estudos que o uso de fitase proporcionou melhores níveis de fósforo na mineralização da tíbia de frangos de corte, deixando claro que o uso de fitase hidrolisa o fitato de origem vegetal da dieta liberando o fósforo para utilização no organismo animal.

2.4.2 PROTEASE

A enzima protease é responsável por desempenhar papel essencial em alguns dos processos celulares dos organismos animais, conseqüentemente a falta dessa enzima pode-se associar a algum distúrbio metabólico.

As proteases são enzimas que quebram as ligações peptídicas entre peptídeos e proteínas, liberando peptídeos menores e aminoácidos e são classificadas em endo e exopeptidases (DOURADO et al., 2014). Como a proteína é o nutriente mais caro das rações, a utilização de proteases exógenas melhora a digestão e liberação de aminoácidos para a absorção, o que resulta em melhor desempenho das aves e, conseqüentemente, menores custos,

pois reduz a inclusão de aminoácidos na ração e proteína bruta (YU e CHUNG, 2004; BARBOSA et al., 2014; CAMPOS et al., 2017).

Segundo Parizio (2014), diferentes organismos podem produzir as proteases, a exemplo podemos citar os fungos e bactérias. Sobre a nutrição das aves, as proteases utilizadas nas dietas desses animais são sintetizadas pelos *Bacillus sp.*

2.4.3 XILANASE

Segundo Barbosa et al. (2014), a xilanase é uma enzima que quebra as ligações β 1-4 das xilanas vegetais, possuindo uma larga faixa de pH (3,5 a 6,5) para sua atuação, fator este que permite sua atuação durante todos os segmentos do intestino delgado.

Viana et al. (2011) em estudos realizaram experimentos usando quatro tratamentos, sendo eles: controle positivo, controle negativo, controle positivo + xilanase e controle negativo mais xilanase para avaliação da produção, massa de ovos e conversão alimentar por massa, nesse estudo encontraram piores resultados para esses parâmetros nos tratamentos que não usou a enzima associada a dieta.

2.4.4 ASSOCIAÇÃO ENZIMÁTICA

Os complexos enzimáticos são a associação de enzimas exógenas comerciais com finalidade de melhorar o aproveitamento dos nutrientes e os resultados zootécnicos, ao digerir frações pouco digestíveis ou indigestíveis dos ingredientes utilizados nas dietas das aves. Segundo Dourado et al. (2014) as enzimas exógenas que são adicionadas à dieta de forma suplementar às enzimas endógenas podem apresentar feedback negativo para a síntese de enzimas endógenas a longo prazo.

Na prática, é comum a comercialização de blends com proteases ou amilases junto com PNAse para atuarem sobre os constituintes (proteína e amido) disponíveis para digestão pela degradação da parede celular quando utilizadas em dietas suplementadas com fitase, o tipo de protease interfere no desempenho, qualidade do ovo, ingestão de nutrientes e morfometria da mucosa intestinal de galinhas em pico de postura (VIEIRA et al., 2016).

A fitase, quando usada sozinha, tem a atividade limitada por falta de acesso ao fitato, seu substrato, que se encontra na matriz dos PNAs. Adicionalmente, alguma ligação fibra solúvel-fósforo pode ser hidrolisada pelas glicosidases (xilanase, β glucanase, α -galactosidase),

liberando esse mineral para ser aproveitado pelo metabolismo energético do animal (DOURADO et al., 2014).

Ribeiro et al. (2015) avaliaram os efeitos da suplementação das enzimas amilase, fitase e protease de formas isoladas e em associação, em dietas para codornas japonesas em postura e indicaram que as enzimas têm efeito benéfico, isoladamente ou em associação, mantendo o desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas.

Lima et al. (2019) concluíram que o uso de um complexo multcarboidrase contendo fitase é capaz de compensar o impacto negativo de menores teores de nutrientes, melhorando o desempenho produtivo de poedeiras no segundo ciclo de produção. Conforme Walk e Poernama (2019) indicaram que a suplementação de fitase + xilanase restaurou em melhor peso corporal e menor conversão alimentar em frangos de corte alimentados com dietas reduzidas em Ca, energia e aminoácidos, e suplementação de protease em dietas contendo fitase e xilanase.

Silva et al. (2018) afirmaram que o uso das enzimas de forma isolada ou associadas mostraram capazes de compensar as valorizações nutricionais consideradas por ocasião da formulação das dietas, o que indica que existe ainda margem para uma maior exploração dos benefícios do uso de enzimas na nutrição de poedeiras sobre cama.

De acordo com Ribeiro et al. (2015) ao avaliarem os efeitos da suplementação das enzimas amilase, fitase e protease isoladas e associadas em dietas para codornas japonesas em postura, identificaram influência benéfica das enzimas no desempenho e qualidade de ovos. Gouveia et al. (2020) avaliaram a produtividade e o metabolismo de codornas japonesas na fase de postura, ofertando rações à base de milho ou sorgo incluindo ou não xilanase e β -glucanase e identificaram que massa total de ovos foi maior nos tratamentos com inclusão das enzimas.

2.5 ÁCIDOS ORGÂNICOS

2.5.1 ÁCIDO FUMÁRICO

O ácido fumárico possui características que facilitam sua utilização na alimentação e é amplamente estudado desde 1946 segundo Malone (2000). É um ácido dicarboxílico e destaca-se dentro dos demais ácidos por ser um ácido fraco, com elevada capacidade de dissociação e não causa toxidez (XIE et al., 2003).

Essa capacidade dissociativa promove uma ação antimicrobiana no sistema digestivo, atuando sobre bactérias gram-negativas. Na forma dissociada atravessa a membrana das

bactérias, em seguida libera prótons no citoplasma das mesmas promovendo uma redução do pH Dibner e Buttin (2002). Além dessa ação bacteriana, Kirchgessner e Roth (1982) afirmam que o ácido fumárico melhora a utilização da energia e proteína no metabolismo intermediário, eleva a retenção de nitrogênio em 5 a 7% e aumenta a retenção de Ca e P em 13 e 14%, respectivamente, com isso ocasionado melhores dados de desempenho produtivo das aves.

2.5.2 ÁCIDO CÍTRICO

O ácido cítrico é o segundo com maior capacidade de reduzir o pH das dietas. É metabolizado no ciclo de Krebs para gerar energia e conseqüentemente melhora o desempenho dos animais. Este ácido também pode prevenir a oxidação de lipídios, apresentando capacidade antioxidante (BRAZ, 2007; VILAS BOAS, 2014).

De acordo com Partanen et al. (1999) e Bühler (2009), o ácido cítrico é inodoro e cristalino e, quando comparado a outros ácidos, tem menor eficiência no controle bacteriano, fato este devido sua grande importância para o metabolismo, muitos organismos se adaptam a este ácido e tornam-se resistentes.

Radcliffe et al. (1998) evidenciam que a adição de ácido cítrico na dieta diminui a taxa de passagem estomacal e reduz a formação de sais de cálcio insolúveis resultando em uma maior absorção de cálcio.

Segundo Bellaver e Scheuermann (2004) o ácido cítrico ($\text{COOHCH}_2\text{C}(\text{OH})(\text{COOH})\text{CH}_2\text{COOH}$), com pKa de (3,14; 5,95; 6,39), apresenta uma boa solubilidade de H_2O , forma sólida e atividade tamponante relativa de 1,41. O pKa refere-se ao valor do pH em que o ácido está disponível, 50% em sua forma dissociada e 50% na indissociada, a forma indissociada é a que possui ação antimicrobiana e o alto valor de pKa são presentes em ácidos mais fracos.

Fikry et al. (2021) testaram o uso de ácido cítrico para codornas japonesas avaliando os níveis de imunoglobulina (IgG) presentes, concluíram que os maiores valores foram encontrados nos grupos com inclusão de 5 ou de 10 g/kg do ácido, assim apresentando melhores respostas imune das aves, além disso foram encontrados um menor conteúdo cecal de bactérias patogênicas como *E. Coli* e coliformes.

2.6 ASSOCIAÇÃO DOS ÁCIDOS

A associação de ácidos tem o intuito de ampliar o poder de ação. De acordo com Park et al. (2009), os ácidos orgânicos efetivamente controlam o crescimento de microrganismos patogênicos. Quando adicionados na alimentação pode diminuir o pH gástrico. O baixo pH gástrico acelera a conversão de pepsinogênio em pepsina, o que melhora a taxa de absorção de proteínas, aminoácidos e minerais.

Maiorka et al. (2004) ao avaliar o melhor uso de uma mistura de ácidos fumárico, láctico, cítrico e ascórbico na dieta de aves jovens, demonstraram que ácidos orgânicos são capazes de melhorar o desempenho de aves de 1 a 21 dias de idade até mesmo na ausência do promotor de crescimento.

2.7 TRATO GASTROINTESTINAL DE CODORNAS

O intestino delgado é o principal órgão onde ocorre a digestão e absorção de nutrientes. Embora as aves estejam anatomicamente completas imediatamente após a eclosão, a digestão funcional e a absorção de nutrientes pelo trato gastrointestinal (TGI) ainda são imaturas (Maiorka et al., 2002). Quanto mais rápido os pintinhos atingirem sua capacidade funcional, mais rápido poderão utilizar os nutrientes da ração, crescer com eficiência e mostrar seu potencial genético.

Dividido em três porções, duodeno, jejuno e íleo são os principais responsáveis pela digestão e absorção dos nutrientes. O segmento do duodeno é o mais fácil de ser identificado devido a posição do pâncreas, sendo ele encontrado na entre as porções ascendente e descendente da alça duodenal e por seu maior diâmetro. Sendo o segmento mais comprido do TGI, o jejuno, pode ser identificado também pelas suas pregas jejunais. O íleo é a continuação do jejuno e é delimitado pelo ponto de ligação dos cecos e cólon (Buleli et al. 2002).

Vieira (2002) descreve que o duodeno é o local que ocorre a mistura dos alimentos com a ocorrência de secreção de substâncias digestivas e alcalinas, enquanto a maior parte do processo de digestão e absorção ocorre no jejuno.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DO EXPERIMENTO, DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E DIETA

O experimento foi conduzido no módulo experimental de avicultura, localizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba- Campus II, no período de setembro de 2022 a janeiro de 2023. Foram utilizadas 144 codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) a partir de 32 semanas de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em três tratamentos e seis repetições, com oito aves por unidade experimental.

Os tratamentos foram: sem uso de farinha de carne e ossos, sem fosfato bicálcico e com 1% do aditivo (1AD), sem aditivo, sem fosfato bicálcico e com livre uso para farinha de carne e ossos (FCO) e sem aditivo, sem farinha de carne e ossos, com livre uso do fosfato bicálcico (FB). O experimento teve duração de 105 dias divididos em cinco ciclos de 21 dias.

As codornas foram alojadas em galpões cobertos com telhas de barro e abertos com a proteção de telas de arame galvanizado, com renovação constante do ar e em gaiolas de arame galvanizado com dimensões de 0,26 x 0,45 x 0,40m (largura x comprimento x altura). A ração e a água foram fornecidas ad libitum em comedouros do tipo calha e bebedouros do tipo nipple, respectivamente.

O fotoperíodo utilizado foi de 17 horas de luz e 7 horas de escuro. As dietas foram formuladas segundo recomendações de Rostagno et al. (2017) para a fase de criação. O aditivo usado foi um blend de enzimas e ácidos orgânicos na seguinte composição: Fosfato tricálcico, vitamina E, vitamina B2, vitamina B6, pantotenato de cálcio, niacina, cloreto de colina, aditivo equilibrador da microbiota - acidificante (ácido fumárico, ácido cítrico), aditivo digestivo - enzimático (fitase - *Aspergillus niger* - ACCC 30557; protease - *Aspergillus niger* - ACCC 33326, *Bacillus subtilis* - GIM 1286; xilanase - *Trichoderma longibrachiatum* - GIM 3.534). Adicionado a ração na proporção de 1,0 kg/tonelada, a depender do tratamento, conforme mostra a (Tabela 1).

Tabela 1 Composição das dietas experimentais para codornas japonesas em período reprodutivo.

Ingredientes	Tratamentos		
	1AD	FCO	FB
Milho	60,039	59,676	52,417
Soja, farelo	28,131	27,983	32,000
Soja, óleo	0,071	0,693	3,071
Calcário calcítico	7,220	6,802	7,247

Fosfato bicálcico	-	-	1,234
F. Carne e Ossos	-	3,423	-
Sal comum	0,361	0,326	0,361
L-Lisina HCL	0,193	0,221	0,177
DL-Metionina	0,390	0,400	0,389
L-Treonina	0,011	0,037	0,021
L-Triptofano	0,020	0,028	0,012
L-Valina	0,085	0,052	0,031
L-Isoleucina	0,033	0,014	-
Cloreto de colina	0,045	0,045	0,045
Aditivo	0,100	-	-
Caulim	3,000	-	2,695
Bentonita	0,100	0,100	0,100
Premix mineral ²	0,050	0,050	0,050
Premix vitamínico ³	0,150	0,150	0,150
Total	100,000	100,000	100,000

Composições nutricionais e energéticas calculadas

Proteína bruta (%)	19,00	19,00	19,00
Energia metabolizável (kcal/kg)	2800	2800	2800
Fibra bruta (%)	2,25	2,30	2,28
Matéria mineral (%)	2,39	2,49	2,54
Extrato Etéreo (%)	3,16	4,28	5,97
Cálcio (%)	3,16	3,16	3,16
P disponível (%)	0,42	0,33	0,33
Sódio (%)	0,16	0,16	0,16
Cloro (%)	0,28	0,28	0,28
Potássio (%)	0,71	0,74	0,75
Lis. Digestível (%)	1,11	1,11	1,11
Met. Digestível (%)	0,65	0,65	0,65
Met. + Cist. Dig. (%)	0,91	0,91	0,91
Tre. Digestível (%)	0,68	0,68	0,68
Tri. Digestível (%)	0,23	0,23	0,23
Valina digestível (%)	0,83	0,83	0,83
Iso. Digestível (%)	0,72	0,72	0,74
Colina (mg/kg)	0,03	0,03	0,03
Balanço eletrolítico mEq/kg	172,1941	179,8663	182,4237

1AD= 1,0 kg de aditivo por tonelada; FCO= farinha de carne e ossos; FB= fosfato bicálcico

3.2 DESEMPENHO ZOOTECNICO

O desempenho das aves foi determinado a partir da produção de ovos em porcentagem calculada pela relação de números de ovos produzidos pelo número de aves alojadas x 100, peso do ovo em gramas, consumo de ração (g/ave/dia), conversão alimentar por dúzia de ovos (kg/dúzia) e conversão alimentar por massa dos ovos (kg/kg).

O consumo de ração foi determinado pela diferença da ração fornecida a cada iníciodeciclo pelo peso das sobras de ração a cada final de ciclo, a correção foi realizada pela mortalidade correspondesse ao consumo real de ração.

A conversão por dúzias de ovos foi calculada dividindo o consumo de ração pelo número de dúzias de ovos produzidos, sendo corrigida pela mortalidade das aves. Para determinar o peso dos ovos, todos os ovos de cada parcela foram coletados e pesados individualmente em balança analítica de quatro dígitos (0,0001g)

A massa de ovos foi calculada multiplicando-se o número de ovos produzidos (produção) pelo peso médio dos ovos de cada repetição no período. A conversão alimentar por massa de ovos (kg de ração/kg de ovo) calculada a partir da relação dos dados de consumo de ração pela massa de ovo produzida para cada repetição por período.

3.3 QUALIDADE DE OVOS

Nos três últimos dias de cada ciclo foram realizadas as avaliações de qualidade dos ovos, considerando QUANTOS OVOS POR REPETIÇÃO, para análise do peso do ovo, gravidade específica, percentual de gema, albúmen e casca, espessura de casca (mm), cor da gema e Unidade Haugh (UH). No processo de gravidade específica foi adotada a metodologia descrita por Freitas et al. (2004), que utiliza do princípio de Arquimedes, onde a gravidade específica é determinada por expressão matemática que divide o peso do ovo no ar pelo peso da água deslocada quando submerge completamente o ovo, corrigindo-se pela temperatura da água.

No parâmetro coloração de gema foi usado o colorímetro digital Yolkfam TM (Figura 1), onde a gema era acondicionada sobre uma superfície fosca para que os feixes de luz exercidos pelo equipamento não escapassem, onde o equipamento detectava uma escala de cores que variava de 1 a 15 cores com base no leque de cores da gema DSM/Roche.



Figura 1 Digital Yolkfam TM - aferição da coloração da gema

Para a avaliação da qualidade do albúmen foi realizada com a determinação da unidade Haugh, onde os ovos foram quebrados sobre uma superfície plana de vidro e com a utilização de um micrômetro de profundidade foi medida a altura (mm) do albúmen denso, que juntamente com o peso do ovo foram aplicados na equação: $UH = 100 \times \log(H - 1,7 \times P^{0,37} + 7,6)$, onde: UH = unidades Haugh; H = altura do albúmen em mm e P = peso do ovo em g. Logo após, a gema foi separada do albúmen e pesada em balança com quatro dígitos (0,0001), sendo o seu percentual, obtido pela divisão do peso da gema pelo peso do ovo, multiplicado por 100.

O percentual de albúmen foi obtido por diferença, onde: $\% \text{ albúmen} = (\% \text{ gema} + \% \text{ casca})$. O peso da gema de cada ovo foi obtido separadamente em balança digital de quatro dígitos (0,0001g). O peso de albúmen foi determinado a partir da diferença entre o peso do ovo subtraído o peso da gema e o peso da casca do ovo.

As cascas dos ovos foram identificadas, secas em estufa de ventilação a uma temperatura de 55-60°C por 24 horas e pesadas em balança digital com precisão de 0,0001g para obtenção do peso médio das cascas. A percentagem da casca foi obtida através da relação entre o peso médio da casca sobre o peso médio do ovo multiplicado por 100. Para a determinar da espessura a casca foram retirados fragmentos de casca dos da região equatorial dos ovos, onde foram mensuradas a espessura com o uso de micrômetro digital Mitutoyo de 0-25 mm com precisão de 0,001mm, sendo a espessurada casca a média da espessura obtida nas três regiões do ovo. (Figura 2).



Figura 2 Micrômetro digital Mitutoyo - medição da espessura de cascas dos ovos de codorna.

3.4 ANÁLISE ÓSSEA

Ao final do período experimental foram eutanasiadas oito codornas de cada tratamento para coleta das tíbias esquerda de cada ave que foram escolhidas de forma aleatória dentro do tratamento, as tíbias de todas as codornas foram coletadas, descarnadas e congeladas para posterior análises, foi avaliado a resistência óssea e índice Seedor.

A determinação do índice de Seedor seguiu a metodologia de Seedor et al. (1991), como demonstrado na (Figura 3), o índice de Seedor representa um indicativo de densidade óssea, as tíbias foram pesadas em balança digital de precisão (0,0001 g) e medidas com o auxílio de paquímetro digital.

$$\text{Índice de Seedor} = \text{peso do osso mg} / \text{comprimento do osso mm}$$

Figura 3 Esquema para aferição do índice de Seedor

A resistência óssea foi determinada com a utilização de texturômetro universal teste TA-XR plus Stable Micro Systems (Surrey, UK), com uma carga de 50 kg a velocidade de 50 mm/min (Figura 4). O acessório para fratura Point Bend Rig (HDP/3PB), Stable Micro Systems, foi regulado para permitir que o vão livre da diáfise fosse de 2,0 cm, e os valores foram expressos em quilograma força (kgf) (PARK et al. 2003).



Figura 4 Texturômetro universal teste TA-XR plus Stable Micro Systems (Surrey, UK)

3.5 ANÁLISE SANGUÍNEA

Após a insensibilização das codornas ocorreu a exsanguinação e o sangue foi coletado por um corte realizado na jugular, o sangue foi coletado em tubos de ensaio e posteriormente centrifugados por 10 minutos a uma velocidade de 3500 rpm, quando a separação do soro com o plasma se concluía, o soro era pipetado e armazenado em eppendorf para posterior determinação dos parâmetros bioquímicos. Foram determinadas as dosagens do íon cálcio e fósforo no aparelho bioquímico automatizado ChemWell-T®.

3.6 ESTUDO HISTOLÓGICO E MORFOMÉTRICO

3.6.1 PROCESSAMENTO HISTOLÓGICO

O processamento histológico foi realizado no Laboratório de Histologia (LabHis) do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia PPGZ/CCA/UFPB. As amostras biológicas de intestino (duodeno e jejuno) e fígado, (Figura 5) de oito animais escolhidos aleatoriamente de cada tratamento foram coletadas e fixadas em Formol tamponado por 24h e posterior incluídas em parafina (Figura 6). Os cortes foram realizados com 5 μm de espessura. Utilizou-se a coloração de hematoxilina-eosina e PAS (Periodic cid Schiff), dependendo da análise. Para realizar a captura das imagens digitalizadas foi realizada em microscópio Olympus BX-60 e câmera Zeiss AxioCam acoplada com programa de captura de imagens digitais Motic Image Plus 2.0.

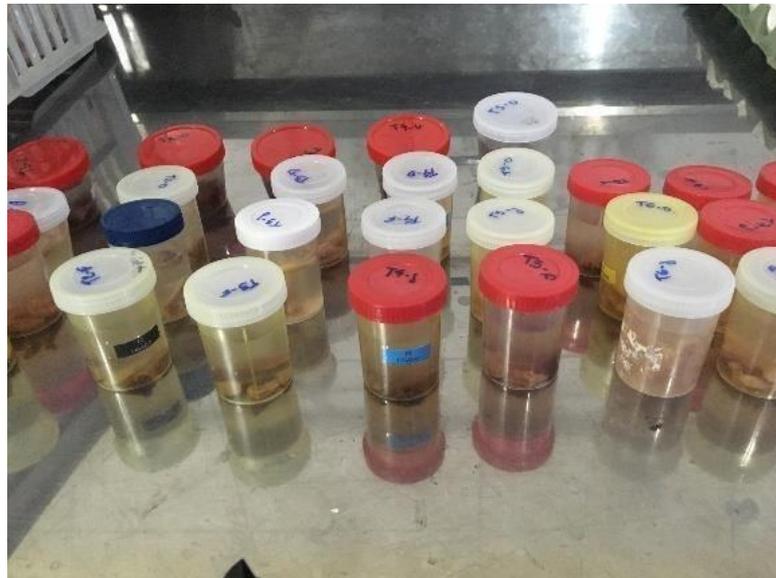


Figura 5 Armazenamento do material para realização das análises histológicas

As amostras de duodeno foram coletadas 4 cm depois do ventrículo; as de jejuno na região média desse segmento. Ambas incluídas em sentido transversal, de modo que fosse possível a visualização das vilosidades intestinais, assim como o lúmen do órgão. As amostras de fígado foram coletadas de forma a nunca ultrapassar 0,5 cm^3 para a adequada fixação do tecido.



Figura 6 Material histológico de codornas incluído em parafina

3.6.2 HISTOMORFOMETRIA INTESTINA

Posterior ao processamento histológico citado acima, em cada fragmento dos tecidos foram realizadas as mensurações em 12 estruturas diferentes de cada fragmento animal, foram elas: alturas e larguras de vilosidades, as respectivas profundidades de criptas. As vilosidades foram mensuradas da sua base até seu ápice, a largura mensurada em três porções distintas de cada vilosidade, enquanto a profundidade de cripta foi mensurada a partir da base de sua respectiva vilosidade.

A relação vilo:cripta foi dada pela divisão da altura de vilosidade pela sua respectiva profundidade de cripta, enquanto a área da absorptiva da Vilosidade foi realizada pela multiplicação da altura de vilosidade pela largura, conforme metodologia adaptada de Moreira et al. (2015).

3.6.3 SCORE DE GLICOGÊNIO HEPÁTICO

Para a análise do índice de estoque de glicogênio hepático foi utilizada a coloração de Periodic Acid Schiff (PAS) que cora glicoproteínas, dentre elas o glicogênio hepático. As fotomicrografias, 6 para cada animal, perfazendo um “n” de 48 por tratamento (6 fotomicrografias x 8 animais) foram analisadas à microscopia óptica pelo mesmo histologista, sem o prévio conhecimento deste sobre o grupo pertencente de cada codorna.

Os scores foram classificados de acordo com o grau de depósito de glicogênio em virtude da positividade à coloração de PAS: Grau +: pouco depósito de glicogênio hepático; Grau ++: moderado depósito de glicogênio hepático; e Grau +++: bastante depósito de glicogênio hepático.

Para análise do índice de depósito de glicogênio hepático, as cruzes foram transformadas em números correspondentes (+ = 1, ++ = 2, +++ = 3) para a realização da estatística conforme Escore Semi quantitativo de Ishak (ISHAK et al., 1995) modificado. Para a análise histopatológica foram utilizadas as mesmas fotomicrografias supracitadas, as quais foram analisadas quanto a ocorrência de áreas de necrose e esteatose pelo parênquima hepático.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

As análises estatísticas foram realizadas com uso do SAS (2011). Os resultados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk, para verificar a normalidade. Em seguida foram submetidos a ANOVA havendo diferença significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. No parâmetro glicogênio hepático foi usado o teste de Kruskal-Wallis.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de desempenho zootécnicos (Tabela 2), mostram que não houve diferença significativa para o peso de ovos e consumo de ração, já para os parâmetros produção de ovos, massa de ovo, conversão alimentar por dúzia e massa de ovos foram favorecidos pela dieta 1AD.

O consumo de ração foi estatisticamente igual para todos os tratamentos, demonstrando que não houve interferência do produto usado em relação ao consumo alimentar. Em estudo realizado por Lemos et al. (2018), usaram aditivos equilibradores de flora intestinal de aves de postura e corte, encontraram que o consumo de ração foi semelhantemente igual ao presente estudo.

Os valores de produção de ovos encontrados no presente estudo se assemelham aos mesmos encontrados por Lemos et al. (2018), onde no estudo realizado pelos citados autores, testaram fontes de aditivos zootécnicos distintos em duas fases de vida das

codornas, início (9 a 23 semanas) e período final de produção (24 a 39 semanas).

No presente estudo, os valores de produção de ovos foram superiores em todos os tratamentos em relação aos tratamentos trabalhados por Lemos et al. (2018).

Fouladi et al. (2018) realizaram estudos com o uso associado de ácidos orgânicos na dieta de codornas japonesas, nesse estudo encontraram valores de produção de ovos de até 83,58% quando ocorria a associação com o ácido acético. Em contraste ao estudo Fouladi et al. (2018) todos os tratamentos dessa pesquisa demonstraram valores superiores de produção.

Tabela 2 Desempenho zootécnico de codornas japonesas alimentadas com *blend* de enzimas e ácidos orgânicos em substituição as fontes de cálcio e fósforo convencionais, de 32 a 50 semanas de idade.

Variáveis**	Tratamentos*			<i>p</i> – valor	CV %
	1AD	FCO	FB		
Produção (%)	92,519a	89,091b	86,586c	<0,001	1,07
PO (g)	11,26	11,00	11,11	0,240	2,27
CR (g/ave/dia)	24,80	25,60	25,30	0,123	2,51
MO (g)	10,41a	9,79b	9,58c	<0,001	1,35
CAMO (g/g)	2,38b	2,60a	2,64a	<0,001	1,69
CADO (g/dúzia)	0,32b	0,34a	0,34a	<0,001	1,95

1AD= 1,0 kg de aditivo por tonelada; FCO= farinha de carne e ossos; FB= fosfato bicálcico. ** PO = peso do ovo; CR = consumo de ração; MO = massa do ovo; CAMO = conversão alimentar por massa de ovos; CADO = Conversão alimentar por dúzia de ovos.

No presente estudo o uso do aditivo em substituição ao fosfato bicálcico e farinha de carne e ossos melhorou a massa dos ovos das codornas japonesas, as conversões alimentares e produção, sugerindo assim que o aditivo foi capaz de melhorar o aproveitamento dos nutrientes da dieta. Acredita-se que o uso do blend de ácidos orgânicos e enzimas tenham reduzido o pH intestinal devido as características desse composto e, de acordo com Menten et al. (2014), essa redução no pH pode aumentar a atividade enzimática e, por consequência, potencializar a digestão e absorção dos nutrientes.

Além disso, os ácidos se complexam com minerais, o que resulta em aumento da retenção desses minerais (BLANCKARD,2000; LAWLOR et al., 2005). A qualidade e

a composição dos ovos de codornas, assim como de outras aves poedeiras, são influenciadas diretamente por sua alimentação. A nutrição desempenha um papel fundamental na formação da casca, albúmen e gema dos ovos. Em relação a qualidade dos ovos encontrados na (Tabela 3), não foram encontradas diferenças significativas para os parâmetros espessura de casca, percentual de casca, albúmen, gema e gravidade específica. Nos parâmetros unidade Haugh e coloração de gema a utilização do aditivo na dieta foi estatisticamente igual ao tratamento com farinha de carne e osso.

De acordo com Mine (2005) a proteína provinda da dieta é um dos componentes cruciais na qualidade dos ovos de aves, incluindo as codornas japonesas. Ela desempenha um papel importante no desenvolvimento e formação dos tecidos do ovo, como albúmen e a gema, bem como na estrutura e integridade da casca do ovo.

A formação da casca do ovo de codorna é um processo demorado e que requer um investimento nutricional alto, a glândula da casca (ou útero) que se encontra nas terminações do oviduto, onde ocorre a maior parte da formação da casca do ovo. O carbonato de cálcio, juntamente com outros minerais e proteínas, é secretado pela glândula da casca e depositado na membrana da casca do ovo, formando gradualmente a dura casca externa (YILMAS et al 2013).

Tabela 3 Qualidade de ovos de codornas japonesas, alimentadas com fontes substitutivas de cálcio e fósforo convencional, de 32 a 50 semanas de idade

Variáveis**	Tratamentos*			<i>p</i> – valor	CV %
	1AD	FCO	FB		
EC (mm)	0,197b	0,200a	0,194c	0,016	2,25
C (%)	8,658a	8,606b	8,404c	0,049	1,99
A (%)	60,939	61,312	61,513	0,317	1,04
G (%)	30,392	30,101	30,111	0,671	2,09
GE (g/cm ³)	1,0598	1,0631	1,0589	0,587	0,68
UH	88,753a	87,782ab	86,889b	0,007	0,99
CG	5,33a	5,32a	4,78b	<0,001	1,37

*1AD= 1,0 kg de aditivo por tonelada; FCO = farinha de carne e ossos; FB= fosfato bicálcico;

**EC = espessura de casca; C, % = percentual de casca; A, % = percentual de albúmen; G, % = percentual de gema; GE = gravidade específica; UH = unidade Haugh; CG = coloração de gema.

Segundo Muniz et al. (2011) a espessura da casca dos ovos de codorna é um parâmetro importante, pois está relacionado à qualidade do ovo e à resistência a danos durante o transporte e incubação. Cascas finas podem aumentar o risco de quebra do ovo e reduzir a viabilidade dos embriões. Portanto, garantir uma espessura adequada da

casca é fundamental.

Oba et al. (2013) testaram diferentes complexos enzimáticos: fitase, celulase, pectinase, protease, amilase, betaglucanase e xilanase para galinhas poedeiras e não encontraram diferenças significativas para espessura de casca, quando comparado ao tratamento controle.

O presente estudo também não apresentou diferenças significativas para espessura da casca e com isso pode-se afirmar que o blend de enzimas e ácidos utilizado em substituição as fontes convencionais de cálcio e fósforo (fosfato bicálcico e farinha de carne e ossos) apresentou eficiência na dieta de codornas japonesas.

Segundo Lima et al. (2022) a coloração da gema é um fator considerado importante em relação a qualidade do produto e aceitação do mesmo pelo mercado consumidor. A pigmentação da gema é obtida através da absorção pelo organismo dos pigmentos carotenoides presentes na dieta dos animais, no caso das codornas o ingrediente milho é o que apresenta maiores teores desses pigmentos (SALEH et al., 2021).

O uso do aditivo (blend de enzimas com ácidos) nessa pesquisa provavelmente melhorou a digestibilidade dos ingredientes e proporcionou uma maior coloração na gema, isso pode ser confirmado nos tratamentos onde se usou 1 kg do aditivo por tonelada e na dieta com FCO.

Em estudos Colvara (2018), usou na dieta de codornas japonesas ácidos orgânicos isolados e blend de ácidos orgânicos, concluiu que o uso do blend de ácidos oportunizou as codornas ovos com maior percentual de albúmen e melhor unidade Haugh, corroborando com o presente estudo que também encontrou melhores valores para UH quando se usou o aditivo na dieta de codornas japonesas.

Santos (2013) avaliou o uso de ácidos orgânicos sobre o desempenho e qualidade de ovos de codornas japonesas pós pico de produção, concluiu que o uso de ácidos orgânicos influenciou o percentual de albúmen dos ovos de codornas, o que não foi evidenciado no presente estudo, tendo em vista que não foram encontradas diferenças para esse parâmetro.

Gama et al. (2000) avaliaram uma mistura de ácidos orgânicos (fumárico, cítrico, ascórbico e láctico) na dieta de poedeiras e não encontraram diferenças significativas nos parâmetros de qualidade, peso dos ovos e unidade Haugh, enquanto no presente estudo a UH foi favorecida pelo uso do aditivo, como explicado anteriormente.

Bonato et al. (2008) usaram uma mistura de ácidos orgânicos na dieta de poedeiras sem especificações do ácido usado e puderam observar que o uso da mistura de ácidos não afetou o consumo de ração, a unidade Haugh e gravidade específica dos ovos, no entanto a produção de ovos foi afetada positivamente com o uso de 400g/ton. na dieta de poedeiras comerciais em final de produção. Sengor et al. (2007) também encontraram melhores índices produtivos de poedeiras velhas com a utilização de ácidos orgânicos na dieta.

Nos parâmetros avaliados para qualidade óssea (Tabela 4), não houve diferença para o índice de Seedor, enquanto as resistências ósseas das codornas apresentaram melhores resultados nos tratamentos 1AD e FCO. Menores valores de resistência óssea foram registrados (2,493 kgf/cm²) para as codornas que receberam o tratamento com FB.

Tabela 4 Parâmetros ósseos de codornas japonesas alimentadas com fontes substitutivas de cálcio e fósforo convencional, de 32 a 50 semanas de idade.

Variáveis**	Tratamentos*			<i>p</i> – valor	CV %
	1AD	FCO	FB		
RO (kgf/cm ²)	3,538a	3,683a	2,493b	<0,001	18,16
IS	14,917	15,772	15,791	0,083	6,81

*1AD= 1,0 kg de aditivo por tonelada; FCO= farinha de carne e ossos; FB= fosfato bicálcico;
 **RO= resistência óssea; IS= índice Seedor.

A composição do osso é constituída por componentes inorgânicos (69%), orgânicos (22%) e água (9%). Na composição orgânica temos o colágeno que é responsável pela firmeza óssea o que modula a resistência do tecido e as propriedades de crescimento, fornecendo suporte orientado para a matriz mineral e contribuindo para a resistência à tração do osso, assim como a água que também é importante para a resistência óssea (MÜLLER et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2014).

Segundo Sá et al. (2004), na composição inorgânica do osso os minerais cálcio e fósforo, dão rigidez ao osso e são os responsáveis pela resistência à compressão, dados que podem ser confirmados com o presente estudo, demonstrando que o uso do aditivo

substitui eficientemente as fontes convencionais de cálcio e fósforo na dieta de codornas japonesas.

Em estudos Paz et al. (2009) avaliaram a mobilização de cálcio e fósforo ósseo para o processo de formação da casca dos ovos e acompanharam as variações na qualidade do osso no decorrer da produção de poedeiras que foram alimentados com níveis de cálcio dietético reduzidos, puderam concluir com esse estudo independentemente do nível de cálcio presente na dieta que as aves tendem a mobilizar cálcio do osso para o processo de formação da casca.

Provavelmente o blend de enzimas e ácidos orgânicos, bem como a utilização de farinha de carne e ossos na dieta de codornas japonesas tendem a disponibilizar mais os minerais e com isso o organismo retira menores proporções de cálcio dos ossos, proporcionando ao animal uma camada óssea mais densa e rígida, já que a resistência óssea na presente pesquisa apresentou resultado semelhante para esses tratamentos (1AD e FCO) e maiores quando comparados ao tratamento onde foi utilizado o FB.

Outro estudo realizado por Abudabos et al. (2015) avaliou o efeito da suplementação com xilanase na dieta de codornas japonesas sobre a resistência óssea. Os resultados mostraram que a suplementação com xilanase aumentou significativamente a resistência óssea das codornas, indicando um efeito positivo na saúde óssea, corroborando com o presente estudo tendo em vista que o blend utilizado possui em sua composição também essa enzima. Em resumo, esses estudos indicam que a suplementação com ácidos orgânicos e enzimas exógenas na dieta pode ter um efeito positivo na resistência óssea das codornas japonesas, melhorando sua saúde óssea, evidências essas encontradas no presente estudo.

Os parâmetros sanguíneos (Tabela 5) demonstraram efeito de acordo com a dieta utilizada, sendo que o nível de cálcio no soro sanguíneo foi afetado negativamente pelo uso do aditivo, sendo que para esse parâmetro o uso de FCO foi o que apresentou melhores resultados. Já para o parâmetro fósforo foi igual para os tratamentos FCO e FB, demonstrando que a substituição do FB pela FCO é uma alternativa viável para esse tipo de parâmetro.

Tabela 5 Parâmetros sanguíneos de codornas japonesas, alimentadas com fontes substitutivas de cálcio e fósforo convencional, de 32 a 50 semanas de idade.

Variáveis**	Tratamentos*			<i>p</i> - valor	CV %
	1AD	FCO	FB		
Ca (mg/dL)	59,351c	80,810a	61,351b	<0,001	7,79
P (mg/dL)	5,860b	7,721a	7,056a	<0,001	7,39
Ca:P	10,128:1a	10,520:1a	8,746:1b	<0,001	11,31

*1AD= 1,0 kg de aditivo por tonelada; FCO= farinha de carne e ossos; FB= fosfato bicálcico; **Ca= Cálcio; P= fósforo; Ca:P= relação cálcio fósforo.

Em estudo realizado por Ahmed et al. (2013), mostra que a quantidade adequada de cálcio é essencial para melhorar o desempenho produtivo e a qualidade das cascas dos ovos. Níveis inadequados podem resultar em cascas frágeis e produção reduzida de ovos. Portanto, uma pesquisa enfatiza a importância de ajustar a dieta dessas aves para melhorar a ingestão de cálcio, garantindo assim a saúde e a produção eficiente das almodas japonesas.

Rodehutsord et al. (2012) destaca que a relação adequada entre cálcio e fósforo na dieta das codornas poedeiras é essencial para a qualidade das cascas dos ovos. Níveis inadequados de cálcio e fósforo apresentam qualidade das cascas e aumentam a excreção mineral das aves. Este estudo destaca a importância de ajustar a dieta das codornas para manter um equilíbrio adequado entre esses minerais, melhorando a qualidade dos ovos e reduzindo a excreção mineral, promovendo a saúde das aves e a eficiência na produção de ovos.

Os dados histomorfométricos do duodeno de codornas (Tabela 6) não apresentam diferenças significativas para as medidas de largura e altura de vilosidades, no entanto para profundidade de cripta o tratamento que usou fosfato bicálcico apresentou maiores resultados; a relação vilo /cripta foi igualmente encontrado com o uso do aditivo e na dieta com farinha de carne e ossos, no entanto a área absorptiva apresentou maiores resultados no tratamento que utilizou 1kg/ton. de ração do blend de enzimas e ácidos para codornas japonesas.

Tabela 6 Histomorfometria de duodeno de codornas japonesas alimentadas com fontes substitutivas de cálcio e fósforo convencional, de 32 a 50 semanas de idade.

Variáveis**	Tratamentos*			P - Valor	CV %
	1AD	FCO	FB		
Larg. Vilo (µm)	121.251	111.078	119.956	0,0437	25.96
Alt. Vilo (µm)	827.51	790,14	793,38	0,2068	20.04

Prof. Cripta (μm)	62.667b	65.872b	82.834a	<0.001	36.45
Vilo/Cripta	14.8844a	13.6063a	10.9506b	<0.001	41.62
A. abso. (μm^2)	100526a	88200b	94476ab	0,0197	32.06

*1AD= 1,0 kg de aditivo por tonelada; FCO= farinha de carne e ossos; FB= fosfato bicálcico. ** Larg. Vilo. = largura de vilosidade, Alt. Vilo. = altura de vilosidade, Prof. Cripta = profundidade de cripta, A. absort. = área absortiva.

As criptas intestinais desempenham um papel fundamental no processo de absorção de nutrientes no trato gastrointestinal, participando como microambientes especializados que facilitam a absorção eficiente de nutrientes essenciais. Essas estruturas em forma de depressões estão localizadas nas vilosidades intestinais, que revestem o intestino delgado humano, desempenhando um papel crucial na absorção de nutrientes, como carboidratos, proteínas, lipídios, vitaminas e minerais.

As criptas contêm células secretoras de muco, células de Paneth e células-tronco intestinais. As células secretoras de muco produzem uma camada de muco que reveste a superfície do intestino delgado, protegendo-o de danos causados por substâncias ácidas e enzimas digestivas.

As células de Paneth secretam fatores antimicrobianos que auxiliam na proteção contra patógenos intestinais. Além disso, as células-tronco intestinais localizadas nas criptas são responsáveis pela renovação constante das células da mucosa intestinal, incluindo aquelas envolvidas na absorção de nutrientes.

Um estudo recente publicado por Sato et al. (2021) revelaram a importância das células-tronco das criptas intestinais na regeneração e manutenção da mucosa intestinal. Utilizando técnicas avançadas de cultura de órgãos, os pesquisadores descobriram que as células-tronco das criptas têm a capacidade de se diferenciar em todas as células do epitélio intestinal, desempenhando um papel crucial na homeostase intestinal.

Colvara (2018) em estudos onde se avaliou o uso de probióticos e ácidos orgânicos concluiu que para morfometria intestinal, a altura de vilos no duodeno diferiu do tratamento controle, sugerindo que o uso de ácidos orgânicos ou associação de ácidos melhoram a qualidade das vilosidades duodenais, sendo assim esses resultados contrários aos encontrados no presente estudo para essa medida.

Segundo Montagne et al. (2003), a morfologia do TGI das aves, incluindo a profundidade das criptas intestinais, está relacionada ao tipo de alimentação e às

estratégias de digestão desses animais. As criptas intestinais são invaginações profundas no epitélio intestinal, e sua presença pode desempenhar um papel importante na absorção de nutrientes.

Em geral, aves que consomem dietas ricas em proteínas tendem a apresentar criptas intestinais mais profundas. Isso ocorre porque as criptas fornecem uma maior área superficial para a atividade das enzimas digestivas e, conseqüentemente, facilitam a absorção de nutrientes (MONTAGNE et al. 2003).

Em resumo, as criptas intestinais desempenham um papel vital na absorção de nutrientes e na manutenção da integridade da mucosa intestinal. As células secretoras de muco, células de Paneth e células-tronco intestinais presentes nas criptas são componentes essenciais desse processo, garantindo uma absorção eficaz de nutrientes e a proteção do intestino contra patógenos.

Para histologia de jejuno (Tabela 7), não foram encontradas diferenças para a relação vilosidade/cripta, para largura de vilosidade o tratamento 1AD e FCO foram maiores que o tratamento FB o inverso ocorre no parâmetro altura de vilosidade onde o FB apresentou maiores resultados, na profundidade de cripta o tratamento FCO foi o menor, para a área absorptiva o jejuno se comportou igual ao duodeno, mostrando que o uso de 1kg de aditivo por tonelada foi eficiente na histologia intestinal de codornas japonesas apresentando para esse tratamento maiores resultados.

Tabela 7 Histomorfometria de jejuno de codornas japonesas alimentadas com fontes substitutivas de cálcio e fósforo convencional, de 32 a 50 semanas de idade.

Variáveis**	Tratamentos*			P - Valor	CV %
	1AD	FCO	FB		
Larg. Vilo (μm)	110.194a	116.158a	81.101b	<0.001	31.57
Alt. Vilo (μm)	453,46b	381.08c	553,57a	<0.001	40.48
Prof. Cripta (μm)	57.069ab	51.045b	65.051a	0,009	44.39
Vilo/Cripta	8.8141	10.5414	9.5244	0,110	59.24
A. abso. (μm^2)	53417a	38058b	44883b	<0,001	53.78

*1AD= 1,0 kg de aditivo por tonelada; FCO= farinha de carne e ossos; FB= fosfato bicálcico.** larg. Vilo. = largura de vilosidade, Alt. Vilo. = altura de vilosidade, Prof. Cripta = profundidade de cripta, A. abs. = área absorptiva.

Segundo Patrício (2016) o intestino possui a capacidade de absorção dos nutrientes e essa capacidade está intimamente ligada a quantidade de enterócitos que fazem a composição das vilosidades, sendo assim, quanto maior a contagem dessas células,

maior será o tamanho dos vilos, e assim uma maior capacidade de absorver os nutrientes provindos da dieta.

Macari (1999) reafirma que o processo de absorção dos nutrientes tem relação direta com o número de vilosidades, tamanho dessas vilosidades e área de superfície relacionada a absorção. Sendo que o tratamento 1AD apresentou uma maior porção e área absorptiva, tanto em duodeno como em jejuno, o que favorece a absorção dos nutrientes.

Segundo Colvara (2018) a menor profundidade das criptas do intestino é tida como indicadores de eficiência, pois organismo requereu poucos insumos para sua renovação das células que irão compor as vilosidades intestinais.

A elevada profundidade de criptas pode ser um indicativo de alta atividade proliferativa de células comumente ocorrido após injúrias na mucosa (FURLAN et al., 2004). Segundo Markovic et al. (2009), o processo de renovação celular no organismo demanda energia e proteínas, sendo assim, esses nutrientes são desviados do desenvolvimento de outros tecidos e produtos, como por exemplo para a produção de ovos.

Um estudo realizado por Oliveira et al. (2017) avaliou o efeito da adição de ácidos orgânicos e enzimas digestivas na dieta de codornas japonesas sobre as vilosidades intestinais dos animais. As codornas foram alimentadas com uma dieta controle, uma dieta adicionada de ácidos orgânicos e uma dieta adicionada de ácidos orgânicos e enzimas digestivas. Os resultados mostraram que as vilosidades intestinais das codornas alimentadas com a dieta adicionada de ácidos orgânicos e enzimas digestivas apresentaram um aumento significativo na altura das vilosidades em comparação com a dieta controle, e a dieta adicionada apenas de ácidos orgânicos.

Um estudo realizado por Gonçalves et al. (2014) avaliou os efeitos da adição de ácido cítrico e ácido fórmico na dieta de codornas japonesas sobre a morfologia intestinal. Os ácidos orgânicos foram adicionados em diferentes concentrações e os resultados mostraram que a adição de ácido cítrico a 2% na dieta aumentou a altura das vilosidades intestinais e a profundidade das criptas.

Outro estudo realizado por Attia et al. (2018) avaliou os efeitos da adição de uma

mistura de ácidos orgânicos (ácido cítrico, ácido fórmico e ácido láctico) na dieta de codornas de corte. Os ácidos orgânicos foram adicionados em diferentes concentrações e os resultados mostraram que a adição de ácidos orgânicos melhorou a morfologia intestinal, aumentando a altura das vilosidades, melhorando a cinética de digestão de nutrientes e reduzindo a contagem de patógenos intestinais.

Os dados sobre reserva de glicogênio hepático (Tabela 8), demonstra que o tratamento no qual foi usado 1 kg de aditivo por tonelada de ração foi capaz de potencializar a reserva de glicogênio no fígado para as codornas japonesas.

Tabela 8 Glicogênio hepático de codornas japonesas, alimentadas com fontes substitutivas de cálcio e fósforo convencional, de 32 a 50 semanas de idade.

Variáveis**	Tratamentos*			P - Valor
	1AD	FCO	FB	
Glicogênio hepático	86.6875a	69.5833b	61.2292b	<0.001

1AD= 1,0 kg de aditivo por tonelada; FCO= farinha de carne e ossos; FB= fosfato bicálcico

A síntese de glicogênio hepático (glicogênese) ocorre quando a concentração de glicose no sangue (glicemia) está alta, geralmente após a alimentação. O pâncreas libera insulina em resposta ao aumento da glicemia. A insulina age nas células do fígado, estimulando a captação de glicose e sua conversão em glicogênio (NELSON 2017).

O fígado é um órgão essencial no armazenamento e liberação de glicose para atender às demandas metabólicas do corpo, e o glicogênio é a forma como a glicose é preservada nesse órgão. O glicogênio hepático desempenha um papel fundamental na regulação dos níveis de glicose no sangue, especialmente em aves, que têm uma taxa metabólica elevada.

5 CONCLUSÃO

O uso do blend de enzimas e ácidos orgânicos na proporção de 1kg/ton. de ração pode substituir o fosfato bicálcico e a farinha de carne e ossos como fontes de Ca e P na dieta de codornas japonesas melhorando a produção, qualidade dos ovos, parâmetros ósseos, histológicos intestinais e na reserva de glicogênio hepático de codornas.

REFERENCIAS

- ABDEL-WARETH, A. A. A., Selim, N. A., & Ismail, I. Effect of source and level of dietary calcium and phosphorus on the performance, eggshell quality and bone mineralisation of Japanese quail. *British Poultry Science*, 55(1), 1-11. (2014).
- ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2022, 2022 - Disponível em: Acesso em: 10 abril 2023.
- ABUDABOS, A.; ELBADAWI, M.; ALJUMAHA, A. The Effect of Xylanase Supplementation on Cecal Bacterial Communities and the Performance and Health Status of Broilers. *PloS one*, v. 10, n. 6, p. e0130554, 2015.
- AHMED, H. et al. Níveis adequados de cálcio na dieta das codornas japonesas são cruciais para melhorar a qualidade da casca do ovo e a produção de ovos. *Poultry Science*, 2013.
- AKBARI, M. et al. The effect of multi-enzyme supplementation on egg quality, performance and nutrients digestibility of laying hens fed on low energy diets. *Animal Feed Science and Technology*, v. 206, p. 144-155, 2015.
- ALAGAWANY, M. et al., *Paenibacillus polymyxa* (LM31) as a new feed additive: Antioxidant and antimicrobial activity and its effects on growth, blood biochemistry, and intestinal bacterial populations of growing Japanese quail. *Animal Feed Science and Technology*, 2021.
- ALAGAWANY, M., Abd El-Hack, M. E., Farag, M. R., Patra, A. K., Tiwari, R., Karthik, K., ... & Dhama, K. Growth performance, carcass traits, blood haematology, serum biochemistry and intestinal microflora of Japanese quails fed diets containing different dietary calcium and phosphorus levels with or without microbial phytase. *Italian Journal of Animal Science*, 17(1), 109-119. (2018).
- ALMEIDA, I. C. L., et al. Produção e qualidade do ovo de codorna. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11(6), 623-628. 2007.
- ATTIA, Y. A. et al. (2018). Interactions between clay and a mixture of organic acids or a microbe probiotic on growth performance, blood profile, intestinal microbiota and morphology of broilers chickens and codornices. *Animal Nutrition*, 4(1), 33-42.
- Avisite. Produção de ovos de codorna cresce 30% nos últimos três anos e deve chegar a 1 bilhão de ovos em 2021. Disponível em: <https://www.avisite.com.br/noticias/index.php?codnoticia=23205>. Acesso em: 15 abril 2023.
- BARBOSA, N. A. A. et al. Digestibilidade ileal de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com enzimas exógenas. *Comunicata Scientiae, Bom Jesus*, v.5, n.4, p.361-369, 2014.
- BENITES et al., Parameters of bone of meat-type quail supplemented with different levels of vitamin A from 15 to 35 days of age. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-11338>. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.72, n.4, p.1497-1503, 2020.

- BERTECHINI, A. G. *Nutrição de Monogástricos*. Lavras: Editora UFLA/FAEPE, 450p. 2004.
- BOLELI, I. C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: 719 MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. *Fisiologia aviária aplicada a 720 frangos de corte*. Jaboticabal: Funep, cap. 5, p. 75-95, 2002
- BONATO et al., Effect of organic acid and plant extract on performance and quality egg of laying hens. *Ars veterinaria, Jaboticabal, sp*, v.24, n.3, 186-192, Issn 0102-6380. 2008.
- BRANDÃO, M. D. et al. The effect of eggshell apex abnormalities on table egg quality during storage in 2 seasons of the year. *Poultry Science*, v.93, n.10, p.57-62, 2014.
- BRAZ, D. B. Acidificantes como alternativas aos antimicrobianos melhoradores de desempenho de leitões na fase de creche. 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- CAMPOS, C. F., et al., Enzimas fúngicas em dietas com alimentos alternativos para frangos de crescimento lento. characteristics, yolk fatty-acid profile, and blood constituents in laying hens. *Sustainability* 13: 4503. *Revista Desafios*, Palmas, v. 4, p. 35-53, 2017.
- CHOU, S. C., Bai, S. H., & Huang, C. Y. Effects of dietary calcium levels on production performance, eggshell quality and overall calcium status in laying quails. *Animal Science Journal*, 86(4), 443-448. (2015).
- COLVARA, I. G.; prebióticos e ácidos orgânicos em dietas de codornas japonesas desafiadas por *Salmonella Enteritidis*. 2018.
- COSTA e SILVA, Exigências nutricionais de codornas. *Nutrição Animal • Rev. bras. saúde prod. anim.* 13 (3) • Set 2012.
- COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; UMIGI, R.T. et al. Balanço de cálcio e fósforo e estudo dos níveis desses minerais em dietas para codornas japonesas (45 a 57 semanas de idade). *Revista Brasileira Zootecnia*, v.39, p.1748-1755, 2010.
- COSTA, F. G. P. et al. Níveis de fósforo disponível e de fitase na dieta de poedeiras de ovos de casca marron. *Ciência Animal Brasileira*, v. 5, n.2, p. 73-81, 2004.
- DAS, S., Roy, A. K., Biswas, A., Banerjee, S., & Batabyal, S. The breed traits as well as the nutritional potential of eggs of Japanese quail (*Coturnix japonica*). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(4), 81-84. (2016).
- DIBNER, J.J.; BUTTIN, P. Use of organic acids as a model to study the impact of gut microflora on nutrition and metabolism. *The Journal of Applied Poultry Research*, Oxford, v. 11, p. 453-463, 2002.
- DOURADO, L. R. B.; et al., Enzimas na nutrição de monogástricos. In: (org.). *Nutrição de Não Ruminantes*. Jaboticabal: Funep, p. 466-484. 2014.

FERRONATO, C., Bittencourt, T., Lima, H. J., Valentim, J. K., Martins, A. C., & M.Silva, N. E. (2020). Farelo de algodão na dieta de codornas japonesas. *Boletim De Indústria Animal*, 77, 1-8. <https://doi.org/10.17523/bia.v77.e1468>. 2020.

FIGUEIREDO, T. C. et al. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.63 n.3, p.712-720, 2011.

FIREMAN, A. K. B. A. T. FIREMAN, F. A. T. Fitase na alimentação de poedeiras. *Ciência Rural*. v. 38, n. 3, p. 529-534, 1998.

FOULADI, P., Ebrahimnezhad, Y., Shahryar, H. A., Maheri, N., & Ahmadzadeh, A. Effects of Organic Acids Supplement on Performance, Egg Traits, Blood Serum Biochemical Parameters and Gut Microflora in Female Japanese Quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 20(1), 133- 44. doi:10.1590/1806-9061-2016-0375 10.1590/1806-9061-2016-0375. 2018.

FREITAS, L.W. et al. Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. *Rev. Agrar. Dourados*, v.4, n.11, p.66-72, 2011.

FURLAN, R.L.; MACARI, M.; LUQUETTI, B.C. Como avaliar os efeitos do uso de prebióticos, probióticos e flora de exclusão competitiva. In: Simpósio técnico de incubação, matrizes de corte e nutrição, 2004, Balneário Camboriú, Santa Catarina: Anais... Santa Catarina, p.6-28, 2004.

GAMA et al., Supplementation with organics acids in diet of laying hens. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 3, p. 499-502, 2000 ISSN 0103-8478.2000. GARCIA, E. R. M. et al. Qualidade de ovos de codornas japonesas: efeito da idade da ave, temperatura de conservação e período de armazenamento. *Arq. Ciênc. Vet. Zool.*, v. 18, n. 4, p. 211-220. 2015.

Gazeta do Povo. Ovos de codorna: produção cresce, mas ainda é pouco explorada. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/agronegocio/produtos/ovos-decodorna-producao-cresce-mas-ainda-e-pouco-explorada-370v5yd5faq9nbc4n2fnprw5o/> .

GONÇALVES, D. S. et al. Addition of citric and formic acids in the quail diets on the intestinal mucosa development. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 16(1), 71-75. (2014). GONZALES, E. *Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte*. 2. Ed. 914 Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p. 125-133, 2002.

GONZALÉZ, F. H. D., SILVA, S. C. D. Introdução à bioquímica clínica veterinária. 2017. Porto Alegre: UFRGS Editora, 541 p. 2017.

GUJRAL, S. S., Chauhan, H., Kumar, P., & Sandhu, H. S. Livelihood security and conservation of livestock genetic diversity in India. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 30(5), 667-676. (2017).

HASHEMIPOUR, H.; KHOSRAVINEZHAD, S.; SAMIE, A.; ERJAEI, H.; GHESHLAGHI, P.; NASSIRI-MOHAJERANI, S. M. Effects of folic acid and

calcium chloride on bone mineralization, performance, and blood parameters in laying Japanese quails. *Biological trace element research*, v. 161, n. 2, p. 166-173, 2014.

HASSAN, R. A.; GABAL, M. A.; EL-KOULY, O. M.; ABDEL-FATTAH, S. A.; ZAKARIA, A. H. Performance of Quail Fed the Organic Acid Blend-Supplemented Diets. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v. 18, n. 2, p. 201-210, 2016.

HUSSEIN, E. O., Barakat, B. M., & Mady, W. E. Productive and reproductive performance of laying Japanese quails fed diets containing different levels of poultry offal meal. *Journal of Agricultural Science*, 7(7), 198. (2015).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 2020.

KATO, M. et al. Effects of bone meal and oyster shell on eggshell quality in layingquails. *Journal of Poultry Science*, v. 42, n. 4, p. 271-277, 2005.

LEMOS, M. J. de, Calixto, L. F. L., Torres-Cordido, K. A. A., & Reis, T. L. Usode aditivo alimentar equilibrador da flora intestinal em aves de corte e de postura. *Arquivos Do Instituto Biológico*, 83(0). doi:10.1590/1808-1657000862014. 2016.

LIMA, D. N. et al., Yolk color and sensory analysis of eggs of mmon quails (*Coturnix coturnix coturnix*) fed sorghum-based diet with the addition of annatto seed meal (*Bixa orellana* L.) *Rev. Ciênc. Agrovet.*, Lages, SC, Brasil (ISSN 2238-1171) DOI: 10.5965/223811712142022497. 2022.

LIMA, H. J. D'A.; BARRETO, S. L. T.; MENDES, F. R. et al. Viabilidade econômica do uso de fitase em rações para codornas japonesas em postura. *Global Science and Technology*, v.02, p.58-65, 2009.

LIMA, H. J. D'A.; BARRETO, S. L. T.; MENDES, F. R. et al. Viabilidade econômica do uso de fitase em rações para codornas japonesas em postura. *Global Science and Technology*, v.02, p.58-65, 2009.

LIMA, M. R. et al. Enzimas exógenas na alimentação de aves. em postura. *science and animal health*, V.5 N.3 SET/DEZ 2017 P. 260-281. 2017. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.1, n.4, p.99-110, 2007.

LITZ, F. H.; FERNANDES, E. A; BUENO, J. P. R. et al. Digestibility, Determination of Metabolizable Energy and Bone Mineralization of Broilers Fed with Nutritionally Valued Phytase. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.19 p. 067-074, 2017.

MACARI, M. A fisiologia do sistema digestivo das aves (I). *Aves e Ovos*, v.15, n.8-9, p.12-20, 1999.

MAIORKA, A. et al. Emprego de uma mistura de ácidos fumárico, láctico, cítrico e ascorbico em dietas iniciais de frangos de corte. *Archives of Veterinary Science*, v. 9, n. 1, p. 31-37, 2004.

MAIORKA, A.; BOLELI, I. C.; MACARI, M. Desenvolvimento e Reparo da Mucosa Intestinal In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Ed.) *Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte*. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 801 p.113-

123, 2002.

MARKOVIC, R.; SEFER, D.; KRSTI, M.; PETRUJKI, B. Effect of different growth promoters on broiler performance and gut morphology. *Archivos de medicina veterinária*, 41: 163 - 169, 2009.

MELLO, J. F. de. Influência dos níveis de cálcio e fósforo na dieta de matrizes de codornas japonesas, no desempenho produtivo e no desenvolvimento ósseo embrionário da progênie / Janaina Furlanetto de Mello. -- Maringá, 2015. 82 f. : il. algumas color.

MINE, Y. Proteínas do ovo e seu uso em alimentos e nutracêuticos. In: Mine, Y. (Ed.), *Ovoproduções e Processamento, Química e Funcionalidade* (pp. 33-59). WileyBlackwell. 2005.

MOHAMMED, Y. A., Buarque, D. S., Veloso, R. C., Souza Júnior, I. T., Guimarães, J.G., & Cavalcante, A. R. Influência do tipo de ração na produção de ovos de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) criadas em um sistema de semiconfinamento. *Revista Acadêmica Ciências Agrárias Ambientais*, 15(4), 417-422. (2017).

MONTAGNE, L., Pluske, JR, & Hampson, DJ Uma revisão das interações entre a fibra dietética e a microbiota gastrointestinal e suas consequências no metabolismo intestinal do fósforo em suínos em crescimento. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16(3), 576-588. doi: 10.5713/ajas.2003.576. 2003.

MÜLLER, E. S.; BARBOSA, A. A.; MORAES, G. H. K. et al. Parâmetros químicos, bioquímicos e mecânicos de fêmures de frangos de corte submetidos a diferentes balanços eletrolíticos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.41, p.1454-1462, 2012.

NELSON, D. L. e Cox M. M. *Lehninger Princípios de Bioquímica*. 7ª edição. WHFreeman and Company; 2017.

OBA, A.; PINHEIRO, J.W.; SILVA, C.A.; CASTRO-GOMEZ, R.J.H.; BENITEZ, C.R.; UENO, F.Y.; BORGES, C.A.; ALMEIDA, M. Características produtivas, qualitativas e microbiológicas de galinhas poedeiras alimentadas com diferentes níveis de complexo enzimático. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(6) suplemento 2: 4179-4186. 2013.

OLIVEIRA, A. F. G.; BRUNO, L. D. G.; MARTINS, E. N. et al. Efeito da densidade de criação e do grupo genético sobre a composição mineral e desenvolvimento de ossos longos de frangos de corte. *Semina: Ciências Agrárias*, v.35, p.1023-1034, 2014.

OLIVEIRA, L. R. et al. Aditivos alternativos na alimentação de aves. *Pubvet*, v. 6, p. Art. 1423-1428, 2012.

PARIZIO, F. A. S. Utilização de proteases em dietas de codornas de corte. 50 f. 2014.

PATRÍCIO, L. A. M. M. A importância da qualidade intestinal no desempenho de frangos de corte. *Rural Pecuária*, São José do Rio Preto, 15 jul. 2016. Disponível em: . Acesso: 09 jun. 2023.

+PAZ, I. C. L. A. et al. Efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos de poedeiras. *Archivos de zootecnia*, v.58, n.222, p.174, 2009.

PELÍCIA, K. Efeito dos níveis de cálcio, fósforo e granulometria de calcário na dieta de poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclo de produção. 2008. 118 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2008.

QUADROS, D. G. et al. Qualidade de ovos de galinha comercializados em Barreiras, BA, estocados em diferentes condições de temperatura. *Revista Acadêmica de Ciências Agrárias Ambiental*, v. 9, n. 4, p. 363-369, 2011.

REDA et al., Uso de ácido fumárico como aditivo alimentar na nutrição de codornas: seu efeito na taxa de crescimento, carcaça, digestibilidade de nutrientes, enzimas digestivas, metabólitos sanguíneos e microbiota intestinal. *Poultry Science*. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101493>. Volume 100, Issue 12, dezembro de 101493. 2021.

REHMAN, Z. U. et al. Effect of dietary enzymes on performance and carcass characteristics of Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). *International Journal of Agriculture and Biology*, v. 20, p. 1695-1700, 2018.

RIBEIRO, J. et al. Suplementação de enzimas amilase, fitase e protease para codornas japonesas em postura. *Boletim de Indústria Animal*, v. 72, n. 2, p. 163-169, 2015.

RODEHUTSCORD, M. et al. Utilização de fósforo em galinhas poedeiras: impacto da ingestão de cálcio *Poultry Science*, 2012.

ROSTAGNO, H. S. et al. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição dos alimentos e exigências nutricionais. 4. ed., Viçosa: UFV, 403p, 2017.

SA, L. M.; GOMES, P. C.; ROSTAGNO, H. S. et al. Exigência nutricional de cálcio para frangos de corte, nas fases de crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, p.397-406, 2004.

SABBIR, M., & Naved, M. Comparative evaluation of different housing systems for quail production. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 32(5), 330-335. (2020).

SAID, A., Atef, M., Eyad, M., Fawzy, M., Hatem, H., & Hassan, M. Evaluation of biosecurity measures for controlling avian influenza in Quail farms in Egypt. *Journal of Veterinary Medicine and Animal Health*, 12(2), 43-51. (2020).

SALEH, A. A. et al. Effect of natural and chemical colorant supplementation on performance, egg-quality 2021.

SANTOS, M.W.; RIBEIRO, A.G.P.; CARVALHO, L.S. Criação de galinha caipira para produção de ovos em regime semi-intensivo. Niterói: Programa Rio Rural. (Manual Técnico, 18).30p. 2009.

SANTOS, T. C., Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Hannas, M. I., & Rodrigues, P. B. Enzyme and organic acid utilization in diets for broilers and their effects on bone quality. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 17(2), 155-162. (2015).

SATO, T., et al., As células Paneth constituem o nicho para as células-tronco Lgr. nas criptas intestinais. *Natureza*, 469(7330), 415-418. 2011. SENGOR et al., Effects of short chain fatty acid (SCFA) supplementation on performance and egg characteristics of old breeder hens. *South African Journal of Animal Science* 37 (3) © South African Society for Animal Science. 2007.

SHIM, K. et al. Effect of soybean meal replaced by meat and bone meal on egg production and quality in Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Journal of Animal Science and Technology*, v. 53, n. 6, p. 477-484, 2011.

SILVA, E.R. (2017). Criação de codornas: manejo e produção. Embrapa. SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. (org.). *Nutrição de Não Ruminantes*. Jaboticabal: Funep, 2014. p. 511-536.

SILVA, J.H.V., COSTA, F.G.P. Tabela para codornas japonesas e européias. 2ªed., Ed. FUNEP, Jaboticabal, SP, 110p, 2009.

SILVA, V., CONTREIRA, C. L., ROSSI, A. C., KRABBE, E. L., SAATKAMP, M. G. Estratégias de associação enzimática em dietas de poedeiras semi-pesadas e seu efeito na qualidade de ovos. In: CONFERÊNCIA FACTA-WPSA BRASIL, *Avicultura 4.0: otimização dos processos de produção avícola*. Campinas: FACTA, 2018.

SOUZA, C. S. et al. Cálcio e fósforo na nutrição de codornas japonesas em postura. *Science and Animal Health*, v.5, n.3, p. 260-281, 2017.

STANQUEVIS, C. E., Furlan, A. C., Marcato, S. M., Oliveira-Bruxel, T. M. de, Perine, T. P., Finco, E. M., ... Zancanela, V. T. (2021). Calcium and available phosphorus requirements of Japanese quails in early egg-laying stage. *Poultry Science*, 100(1), 147- 158. doi:10.1016/j.psj.2020.

STANQUEVIS, C.E.; FURLAN, A.C.; MARCATO, S.M. et al. Calcium and available phosphorus requirements os japanese quais in Early egg-laying stage. *Poultry Science*, p.147-158, 2021.

SUÁREZ, M. E. et al. The Use of Dietary Enzymes in Quail Feed: Impact on the Performance, Egg Quality, and Cost of Production. *Animals*, v. 9, p. 42, 2019.

SUGIHARTO, S. (2016). Papel dos nutracêuticos na saúde intestinal e desempenho de crescimento de aves. *Jornal da Sociedade Saudita de Ciências Agrícolas*, 15(2), 99–111. doi:10.1016/j.jssas.2014.06.001 . 10.1016/j.jssas.2014.06.001. 2017.

SUGIYAMA, T. et al. Expression and localisation of calbindin D28k in all intestinal segments of the laying hen. *British Poultry Science*, v.48, n.2, p.233—238, 2007.

TAVARES, J. M. N. Desempenho produtivo e qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com dietas contendo ácidos orgânicos. 2017. 31 f. Dissertação (Mestradoem Ciência Animal) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2017.

VIEIRA, B. S. et al. Phytase and protease supplementation for laying hens in peak egg production. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 37, n. 6, p. 4285-4293, 2016.

VILAS BOAS, A. D. C. V. Suplementação de ácidos orgânicos em dietas para leitões na fase de creche. 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado em produção animal sustentável). Instituto de Zootecnia da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2014.

WALK, C. L.; POERNAMA, F. Evaluation of phytase, xylanase, and protease in reduced nutrient diets fed to broilers. *Journal of Applied Poultry Research*, v. 28, n. 1, p.85-93, 2019.

YILMAZ D, Aksoy FT, Ergun A, Atasoglu C. (2013). Alterações na composição mineral, estrutura da casca e resistência à quebra durante a produção em codornas (*Coturnix coturnix*). *Poultry Science*, 92(2), 405-411.

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

ZHOU, W., Liu, Y., & Chen, F. (2017). A doença inflamatória intestinal prejudica a absorção de cálcio e induz a insuficiência de vitamina D em um modelo de roedor. *Nutrição*, 41, 84-91.

ZHU, Y., Feng, Y., Chen, H., Liang, J., Wang, H., Ding, C., & Wu, R. Effects of dietary calcium levels on performance, bone parameters and intestinal Ca²⁺ transporter gene expression of laying quails. *Poultry Science*, 99(6), 3150-3161. (2020).