



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

**TEMPO DE TRÂNSITO DIGESTIVO DE DIETAS COM COPRODUTOS DAS
LARVAS DE *Tenébrio Molitor* EM CODORNAS EUROPEIAS (*Coturnix coturnix*)**

KARINA RIBEIRO SOARES DOS REIS

Recife - PE
2026



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

MONOGRAFIA

**TEMPO DE TRÂNSITO DIGESTIVO DE DIETAS COM COPRODUTOS DAS
LARVAS DE *Tenébrio Molitor* EM CODORNAS EUROPEIAS (*Coturnix coturnix*)**

Karina Ribeiro Soares dos Reis
(Graduanda)

Profa. Dra. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke
(Orientadora)

Doutoranda. Wedja Kelly de Melo Vasconcelos
(Coorientadora)

Recife – PE
2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Suely Manzi – CRB-4 809

R375t Reis, Karina Ribeiro Soares dos.
Tempo de trânsito digestivo de dietas com coprodutos das larvas de *Tenébrio molitor* em codornas europeias (*Coturnix coturnix*) / Karina Ribeiro Soares dos Reis. – Recife, 2026.
37 f.

Orientador(a): Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke.
Co-orientador(a): Wedja Kelly de Melo Vasconcelos.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Zootecnia, Recife, BR-PE, 2026.

Inclui referências.

1. Farinha . 2. Óleo. 3. Digestibilidade. 4. Zootecnia - Estudo e ensino I. Ludke, Maria do Carmo Mohaupt Marques, orient. II. Vasconcelos, Wedja Kelly de Melo, coorient. III. Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Karina Ribeiro Soares dos Reis
Graduanda

Monografia submetida ao curso de Zootecnia como requisito para obtenção do grau de bacharel em Zootecnia.

Aprovado em 02/07/2026

EXAMINADORES

Profa. Dra. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke
(Orientadora)

Profa. Dra. Tayara Soares de Lima
(UFRPE)

Dr. Webert Aurino da Silva
(UFRPE)

Prof. Dr. Carlos Bôa- Viagem Rabello
(UFRPE)
(Suplente)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, saúde e sabedoria concedidas durante toda esta caminhada.

A minha família por todo apoio e paciência, em especial a minha mãe Lucineide Ribeiro e aos meus irmãos Diego Ribeiro e Karolina Ribeiro por sempre me incentivarem, acreditarem em mim e estarem comigo em todos os momentos.

Agradeço in memoriam e com muito amor, ao meu irmão Dário Ribeiro, que infelizmente não está entre nós. Sua partida deixou uma saudade que nunca será curada. Agradeço a você meu irmão por todos os momentos felizes e infelizes. Dedico a você esse momento de alegria e gratidão.

Aos amigos da universidade em especial, Adrievelin, Maria Clara, Ingrid, Ester e Rogério por nunca me deixarem desistir nos momentos difíceis e por todo apoio.

A minha orientadora, Profa. Dra. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke, pela orientação e paciência e a minha coorientadora Doutoranda, Wedja Kelly de Melo Vasconcelos pelo auxílio indispensável e a todos os professores que semearam o conhecimento ao longo da graduação, desbravando novos horizontes para mim.

Aos membros da banca, Prof. Dra. Tayara Soares de Lima, Dr. Webert Aurino da Silva e Prof. Dr. Carlos Bôa- Viagem Rabello (suplente) pelas contribuições valiosas para o aprimoramento deste trabalho.

A empresa Fujikura, pela doação das codornas, a qual possibilitou a execução do projeto que originou este Trabalho de Conclusão de Curso.

OBRIGADA Á TODOS!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS.....	9
2.1. Objetivo geral	9
2.2. Objetivos específicos.....	9
3. REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1. Coturnicultura	10
3.2. O Inseto: Tenébrio Molitor como Ingrediente	11
3.3 Fisiologia Digestiva e Taxa de Passagem das Codornas	13
3.4 Interação: Insetos vs. Trânsito Intestinal.....	15
4. MATERIAIS E MÉTODOS	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
6. CONCLUSÃO	29
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	30

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição nutricional e o tempo de trânsito digestivo em codornas europeias (*Coturnix coturnix*) alimentadas com dietas contendo coprodutos da larva de *Tenébrio Molitor*. Na pesquisa foram utilizadas 160 codornas, alojadas em gaiolas metabólicas, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos: uma ração referência (T1) e três rações testes que foram a substituição da T1 pelos coprodutos de larvas de *Tenébrio*: T2 = mistura de 80% T1 e 20% de farinha de larvas de *Tenébrio* integral; T3 = mistura de 80% T1 e 20% de farinha de larvas de *Tenébrio* desengordurada, e T4 = mistura de 94% T1 e 6% de óleo de larvas de *Tenébrio*, onde a ração ficou desbalanceada. A avaliação do trânsito digestivo foi realizada por meio da marcação da ração com óxido férrico (1%) nas idades de 24 e 30 dias das aves. O valor nutricional da farinha integral e desengordurada analisados foram, respectivamente: 57,9% e 56,1% de PB, 35,5% e 27,3% de EE, 17,4% e 16,5% de FB, e 17,5% e 17,7% de quitina. A energia bruta encontrada foi de 6226,3 kcal/kg; 6177,2 kcal/kg, e de 9455,4 kcal/kg da farinha integral, desengordurada e do óleo, respectivamente. Nos resultados o consumo médio nas idades 24 a 30 dias para os tratamentos foram: T1 = $5,83 \pm 0,36$ g/d, T2 = $5,55 \pm 0,29$ g/d, T3 $6,02 \pm 0,33$ g/d e T4 $5,91 \pm 0,17$ g/d, O tempo de trânsito médio entre os tratamentos foi de T1 = $100,2 \pm 2,85$ minutos, T2 = $101,1 \pm 2,30$ minutos, T3 = $101,7 \pm 1,18$ minutos e T4 = $104,2 \pm 2,00$ minutos. Com isso, indicaram que não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre o tempo de trânsito digestivo e sobre o consumo das aves, demonstrando que a inclusão dos coprodutos de *Tenébrio Molitor* não alterou a dinâmica de esvaziamento gastrointestinal. Observou-se, contudo, uma influência significativa da idade ($P < 0,05$), sendo o tempo de trânsito mais lento aos 24 dias e mais rápido aos 30 dias de idade. Conclui-se que os subprodutos de *Tenébrio Molitor* podem ser utilizados na dieta de codornas europeias, sem prejuízos à dinâmica digestiva.

Palavras-chave: Farinha de inseto, Óleo, Tempo de passagem.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the nutritional composition and digestive transit time in European quail (*Coturnix coturnix*) fed diets containing by-products of the *Tenebrio Molitor* larva. The research was conducted with 160 quail, housed in metabolic cages, distributed in a completely randomized design with four treatments: A reference diet (T1) and three test diets were used, with T1 being replaced by mealworm larvae byproducts: T2 = a mixture of 80% T1 and 20% whole mealworm larvae meal; T3 = a mixture of 80% T1 and 20% defatted mealworm larvae meal; and T4 = a mixture of 94% T1 and 6% mealworm larvae oil. Digestive transit was evaluated by marking the diet with ferric oxide (1%) at 24 and 30 days of age. The nutritional values of the whole wheat and defatted flour analyzed were, respectively: 57.9% and 56.1% crude protein (CP), 35.5% and 27.3% ether extract (EE), 17.4% and 16.5% crude fiber (CF), and 17.5% and 17.7% chitin. The gross energy found was 6226.3 kcal/kg; 6177.2 kcal/kg; and 9455.4 kcal/kg for the whole wheat flour, defatted flour, and oil, respectively. In the results, the average consumption at ages 24 to 30 days for the treatments was: T1 = 5.83 ± 0.36 g/d, T2 = 5.55 ± 0.29 g/d, T3 6.02 ± 0.33 g/d and T4 5.91 ± 0.17 g/d. The average transit time between treatments was T1 = 100.2 ± 2.85 minutes, T2 = 101.1 ± 2.30 minutes, T3 = 101.7 ± 1.18 minutes and T4 = 104.2 ± 2.00 minutes. Thus, they indicated that there was no significant effect ($P > 0.05$) of the treatments on digestive transit time and feed intake in birds, demonstrating that the inclusion of *Tenebrio Molitor* byproducts did not alter the dynamics of gastrointestinal emptying. However, a significant influence of age was observed ($P < 0.05$), with the slowest transit time at 24 days and the fastest at 30 days of age. It is concluded that *Tenebrio Molitor* byproducts can be used in the diet of European quails without harming digestive dynamics.

Keywords: Insect meal, Oil, Passage time.

1. INTRODUÇÃO

As codornas são da família *Faisânidas*, sendo nativa da Europa, Ásia e Norte da África. A codorna-europeia (*Coturnix coturnix*) é uma espécie selvagem com plumagem em tons de bege, branco e marrom-escuro. Foram domesticadas primeiramente na China e na Coreia, e posteriormente criadas no Japão, onde promoveram cruzamentos com codornas asiáticas e selvagens originando a codorna *Coturnix Coturnix japônica* (Albino *et al.* 2003). No Brasil as espécies mais conhecidas são estas, as Europeias e as Japonesas, mas existem outras como as americanas (*Bobwhite*), chinesas e africanas. As codornas japonesas são menores e mais prolíficas, o que resulta na sua utilização para produção de ovos. Em contrapartida, as europeias apresentam menor postura, mas alcançam cerca de 250 – 300 g em torno dos 35 – 40 dias de idade, sendo ideais para a produção de carne.

São vários os fatores que influenciam na produção de codornas europeias como a genética, a saúde, o ambiente e principalmente a nutrição, que está vinculada ao funcionamento do sistema digestivo do animal, sendo determinante para melhor digestão e absorção dos nutrientes. As codornas possuem alta exigência em proteína (aminoácidos) e energia. Por isso, avaliar se os nutrientes estão sendo absorvidos no intestino (pelos enterócitos) ajuda a ajustar a dieta.

O tempo de trânsito digestivo é compreendido entre a ingestão e a excreção do alimento, em que está relacionado com vários fatores como a quantidade consumida de alimento, a composição físico-química da dieta, o arraçoamento, além das variações individuais e demais fatores. Quanto mais tempo o alimento permanece em contato com as enzimas e a mucosa intestinal, maior é a absorção de nutrientes.

Em codornas o tempo de passagem da digesta é no geral, relativamente rápido, segundo Almirall, *et al.*, 1971 é de 60 a 90 minutos. De acordo com as pesquisas encontradas por Hetland, *et al.* (2001), estudando o tempo de passagem do milho moído, dos farelos de trigo, de arroz e de canola, encontraram o tempo de 97,33; 82,33; 75,83; 77,50 e 77,16 minutos, respectivamente. Além disso, o trato intestinal das codornas adapta-se rapidamente aos diferentes níveis de fibra bruta (FB) na dieta. Consequentemente, o tempo médio de retenção da digesta não foi alterado significativamente entre dietas ricas ou pobres em fibra de acordo com os autores. De acordo com estudos de Andujar *et al.* (1977), a notável capacidade de digestão da

fibra bruta nas codornas é favorecida pelo maior desenvolvimento cecal em relação ao tamanho corporal, quando contrastadas com as galinhas.

Alimentos como farinhas de insetos (*Tenébrio Molitor*), embora ser de origem animal, apresenta uma alta concentração de fibra de 5,0 a 8,0% (Medrado, et al. 2018), sendo este polissacarídeo representado pela quitina (polissacarídeo formada por n moléculas de N-acetil-glicosamina), cuja composição varia de 3,6% a 22,7%, e alto teor de extrato etéreo, em uma variação de 13,0% a 38,3% (Munoz-Seijas et al., 2024). Análise de FDN e FDA foi realizada por Souza (2024) que encontrou um valor de 61,52% e 19,97%, respectivamente. Entretanto, Mahayri et al. (2024) encontraram o percentual de FDA na farinha de 7,20% e a % de FDA ligada a proteína foi de 35,8%.

O aumento da fração fibrosa insolúvel tende a acelerar o tempo de passagem pelo trato digestivo devido ao estímulo mecânico sobre a motilidade intestinal, ou reduzir o tempo se a fibra for mais solúvel, regulando assim o trânsito digestivo. Por outro lado, a gordura reduz o tempo de passagem, ambos em concentrações moderadas podem estabelecer um equilíbrio entre a necessidade de um fluxo contínuo de nutrientes e a necessidade de tempo para digestão enzimática completa.

Além das farinhas também temos o óleo como coproduto, obtido através do desengorduramento das larvas por processo mecânico, no qual apresenta uma boa quantidade de ácidos graxos mono e polinsaturados (ácido linoleico e ácido linolênico) (Benzertiha et al., 2020).

Com isso, a importância da verificação da composição nutricional da farinha de inseto de larvas do *Tenébrio Molitor* e sua influência no tempo de passagem de dietas contendo este ingrediente em codornas europeias, pode ser essencial no uso de estratégias nutricionais para formulação de dietas com este ingrediente.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar o tempo de trânsito digestivo de dietas com coprodutos das larvas de *Tenébrio Molitor* em codornas europeias.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar a composição nutricional das farinhas de larvas de *Tenébrio Molitor* integral, desengordurada, do óleo das larvas, assim como das dietas contendo estes coprodutos;

- Determinar o tempo de trânsito digestivo das dietas contendo os coprodutos da larva de *Tenébrio* por meio do uso de marcadores específicos; e
- Comparar estatisticamente os efeitos das dietas com os coprodutos de *Tenébrio Molitor* no esvaziamento e trânsito digestivo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Coturnicultura

A produção de codornas seja ela para postura (*Coturnix coturnix japônica*) ou corte (*Coturnix coturnix coturnix*) é conhecida como coturnicultura. Conforme apontam Ferronato *et al.* (2020), a utilização comercial dessas aves constitui uma alternativa promissora de qualidade nutricional para os humanos.

Sabe-se que a codorna europeia é mais utilizada para carne, como também na de produção de ovos, porém em menor proporção ao comparar com as codornas japonesas. Com isso, os pequenos produtores que criam codornas europeias utilizam mais para corte, visto que são fontes de renda para esses indivíduos.

Segundo Silva *et al.* (2007), afirmam que codornas são de porte reduzido em comparação aos frangos de corte, no qual, otimiza a densidade de alojamento, demandando aportes iniciais e menores em infraestrutura e instalações. Ademais, a espécie demonstra notável rusticidade, onde os fatores, associados a precocidade de crescimento, garantem um acelerado giro de lotes e rápido retorno financeiro por m² em comparação com a galinhas de postura e de frangos de corte.

As codornas europeias são mais precoces, quando utilizadas para corte, que a espécie japônica, podendo com 35 dias de vida atingir peso de até 230 g, sendo as fêmeas mais pesadas que os machos chegando ao peso de 270 - 300 g e rendimento de carcaça de 75% (Nascimento *et al.*, 2021). Sob essa perspectiva de manejo produtivo, a identificação sexual torna-se uma ferramenta essencial para o controle do lote, sendo possível realizar a sexagem por meio da observação da plumagem da região peitoral, na qual as fêmeas exibem uma tonalidade mais clara, enquanto os machos apresentam uma coloração mais escura.

Nesse contexto, a obtenção de elevados índices produtivos depende da interação entre fatores como melhoramento genético, ambiência, manejo sanitário e, principalmente, nutrição, considerada um dos principais componentes para o desempenho zootécnico das aves (Veloso *et al.*, 2012).

Nutricionalmente as codornas europeias requerem alta concentração de proteína na dieta, em torno de 25% na fase inicial (1 a 14 dias), reduzindo para 23% de PB na fase de 15 a 35 dias (Rostagno *et al.*, 2024). Em razão desse elevado teor proteico, torna-se necessária uma maior inclusão de ingredientes proteicos, especialmente o farelo de soja, principal fonte de proteína utilizada nas formulações de rações. Portanto, a busca por fontes proteicas alternativas tem despertado interesse, destacando-se a farinha de larvas de *Tenébrio Molitor*.

3.2. O Inseto: *Tenébrio Molitor* como Ingrediente

O *Tenébrio Molitor* é um besouro conhecido como *tenébrio* comum ou larva de besouro, que faz parte da ordem Coleoptera e família Tenebrionidae. Esse inseto tem quatro fases de vida: ovo, larva, pupa e adulto. Uma fêmea do *Tenébrio Molitor* é capaz de produzir ao longo de sua vida entre 300 e 1.000 ovos, conforme as condições de manejo: temperatura, umidade e qualidade do substrato nutricional. De acordo com Muñoz, *et al.* (2024) afirmaram que a composição do *Tenébrio* na fase larval é de 48,5% de PB, 30,49% de EE e 3,61% de quitina. Onde, o ciclo leva de 10 a 15 dias para a eclosão, seguido pela fase larval de 8 a 10 semanas de cultivo. Essa fase se destaca pelo elevado valor biológico e pela quantidade de proteína, sendo amplamente reconhecida como uma fonte nutricional estratégica (Dobermann *et al.*, 2017).

De acordo com Belhadj Slimen *et al.* (2023) e Dalle Zotte *et al.* (2024), a produção de *Tenébrio Molitor* apresenta importantes vantagens sob os aspectos produtivo e ambiental, destacando-se pela baixa demanda hídrica, reduzida ocupação de área e elevada eficiência na conversão alimentar. Adicionalmente, a capacidade da espécie de transformar resíduos agroindustriais em biomassa de elevado valor nutricional está alinhada aos princípios da economia circular, favorecendo o aproveitamento sustentável de subprodutos e contribuindo para sistemas de produção mais sustentáveis.

A farinha desse inseto pode ser utilizada como um substituto do farelo de soja, farinha de peixe e farinha de carne e ossos, na alimentação de codornas devido a semelhança no valor de proteína e como alternativa para os produtores.

O processamento da farinha de *Tenébrio Molitor* e a subsequente extração do seu óleo constituem etapas críticas, pois determinam não apenas a estabilidade do produto, mas, fundamentalmente, a preservação e a biodisponibilidade de seus nutrientes (Kroncke et al., 2019). É a partir desse processamento que se obtém a farinha de larvas desengordurada, cuja caracterização bromatológica se torna essencial. Portanto, conhecer detalhadamente sua composição — especialmente quanto ao perfil de aminoácidos, ácidos graxos e minerais — é indispensável, uma vez que são esses parâmetros que definem o real valor nutricional do insumo para aplicações futuras.

A farinha da larva de *T. Molitor* é uma boa alternativa para nutrição de aves, devido ao seu perfil nutricional. Além do elevado teor proteico (45%- 60%), o equilíbrio de aminoácidos essenciais com ênfase em lisina e metionina e conteúdo lipídico de 25%- 35%, composto majoritariamente por ácidos graxos insaturados (Omotoso et al. 2025) e (Dalle Zotte et al. 2024). Já Oonincx et al. (2015), afirma que a composição química, mineral, aminoacídica e lipídica da farinha de larvas de *Tenébrio M.* podem variar segundo o substrato ofertado, como a idade, o tamanho e o peso larvas. Vale salientar que a composição de farinha não é fixa, ela varia de acordo com alimentação fornecida a larva do inseto.

Segundo Ribeiro et al. (2018), o *T. Molitor* apresenta a seguinte composição: 50,1% de proteína bruta, 12,72% de gordura e em minerais o inseto contém 0,03% - 0,09% de cálcio e 0,54 – 0,87% de fósforo.

De acordo com Biasato et al. (2025), apresenta uma proteína de 68,52% e as concentrações de aminoácidos totais no tecido larval são de: 0,24% de lisina; 4,18% alanina; 0,48% ácido aspártico; 5,25% leucina; 1,05% fenilalanina; 1,71% valina; 2,23% prolina; 2,79% arginina; 2,84% isoleucine; 2,17% treonina; 0,19% histidina; 1,07% cisteína; 0,80% metionina, e 0,14% triptofano. Segundo Rostagno et al., (2024), contém um valor proteico superior ao farelo de soja (46,5%), porém mais baixa concentração significativa de alguns aminoácidos como: lisina (0,24% x 2,93%), valina (1,71% x 2,25%), fenilalanina (1,05% X 2,39%), arginina (2,79% X 3,40%), histidina (0,19% x 1,22%), triptofano (0,14% x 0,65%) e ácido aspártico (0,48% x 3,45%), porém os demais aminoácidos nesta matéria-prima são superiores.

Outro componente importante da farinha é a quitina, principal constituinte do exoesqueleto dos insetos. Mahayri et al. (2024) relatam que a farinha apresenta 7,20% de fibra em detergente ácido (FDA), sendo aproximadamente 35,8% dessa fração

associada à proteína. A quitina é um polissacarídeo formado por unidades de N-acetilglicosamina unidas por ligações β -1,4 e, nas aves, apresenta baixa digestibilidade. Nos insetos, esse composto confere resistência e flexibilidade ao exoesqueleto, além de exercer funções de proteção dos tecidos moles e de barreira física contra agentes patogênicos.

Embora tradicionalmente seja considerada um fator antinutricional, em razão de sua baixa digestibilidade, estudos recentes indicam que a quitina também pode exercer efeitos benéficos sobre a saúde intestinal. Bovera *et al.* (2015) relatam seu potencial prebiótico, favorecendo a modulação da microbiota cecal. Além disso, a quitina pode ser parcialmente desacetilada para obtenção da quitosana, um polissacarídeo de elevada solubilidade em meio aquoso e reconhecido por suas propriedades biológicas (Nafary *et al.*, 2023).

Dessa forma, quando a farinha de *T. Molitor* é incluída em níveis adequados nas dietas, a presença de quitina deixa de representar apenas um fator limitante e passa a ser considerada um componente funcional, com potencial para contribuir para a saúde e o equilíbrio do trato gastrointestinal das aves. Mohammad *et al.* (2025) destacam que a quitina pode atuar como um fator antinutricional, comprometendo o desempenho zootécnico das aves, uma vez que essas espécies não possuem enzimas capazes de hidrolisar esse polissacarídeo.

3.3 Fisiologia Digestiva e Taxa de Passagem das Codornas

A mecânica do trato gastrointestinal em codornas de corte, é projetado para processar nutrientes de forma acelerada, garantindo a rápida deposição de massa muscular, características das linhagens de corte. Esse trânsito acelerado, inicia-se na orofaringe, onde a ausência de mastigação é compensada pela lubrificação salivar, permitindo que o alimento siga pelo esôfago até o papo (Boleli *et al.*, 2002). Após isso, o alimento passa para o proventrículo e ventrículo, onde no proventrículo acontece a digestão química, e inicia a hidrólise proteica e a digestão mecânica no ventrículo (moela). A moela atua como um moinho biológico de alta pressão, que reduz a granulometria do alimento, maximizando a área de superfície exposta às enzimas digestivas (Frandsen *et al.*, 2005).

Esta etapa mecânica é fundamental para que, no duodeno, as enzimas pancreáticas e a bile tenham ação nos processos digestivos para posterior absorção,

que ocorre no duodeno e jejuno. A rapidez do trânsito intestinal nessas aves exige uma mucosa intestinal extremamente eficiente na absorção de aminoácidos (Ahmed *et al.*, 2011). No íleo apresentam nutrientes que não foram absorvidos, e ao chegar aos cecos, o material não digerido (fibras e partículas finas), passa por processos de fermentação microbiana e reabsorção de água, com isso o conteúdo atinge a cloaca (Costa *et al.*, 2007). Assim, o tempo e velocidade que o alimento vai passar no trato gastrointestinal depende do alimento fornecido, que deve ser altamente digestível, pois os nutrientes devem ser bem aproveitados.

A taxa de passagem corresponde ao tempo necessário para que o alimento percorra todo o trato gastrointestinal, desde a ingestão até sua excreção. Esse parâmetro é considerado um importante indicador da dinâmica digestiva, pois influencia diretamente o tempo disponível para a digestão enzimática e a absorção dos nutrientes. Em codornas, a taxa de passagem é mais rápida do que em frangos de corte.

Segundo Shim *et al.* (1984) e Furlan *et al.* (2002), o tempo de trânsito gastrointestinal nessas aves varia entre 60 e 90 minutos, enquanto em frangos de corte situa-se entre duas e três horas. De acordo com Benzerthia *et al.* (2020), essa diferença está relacionada, principalmente, ao menor comprimento do trato intestinal das codornas, o que reduz o tempo de permanência da digesta e pode influenciar a eficiência dos processos digestivos e absorptivos.

A eficiência na utilização dos nutrientes depende da interação entre a fisiologia digestiva da ave, a composição da microbiota intestinal e as propriedades físico-químicas dos ingredientes da dieta (Kaupp *et al.*, 1923; Kolakshyapati *et al.*, 2019). Dessa forma, alterações na taxa de passagem podem modificar o aproveitamento dos nutrientes, refletindo diretamente no desempenho zootécnico.

A determinação da taxa de passagem pode ser realizada por meio da utilização de marcadores inertes adicionados às dietas. Essas substâncias não são absorvidas, metabolizadas ou degradadas ao longo do trato gastrointestinal, permitindo acompanhar o deslocamento da digesta desde a ingestão até a excreção e estimar o tempo de trânsito do alimento (Svihus *et al.*, 2013).

Segundo Pita *et al.* (2006), observou que a inclusão de fontes lipídicas na dieta promove um efeito mecânico que retarda o tempo de aparecimento inicial da digesta, fenômeno corroborado por diversos estudos em galinhas poedeiras. Raber *et al.* (2008) também afirma que, a inclusão de gordura na dieta das aves prolonga o tempo

de trânsito intestinal da digesta. Esse mecanismo de desaceleração da motilidade intestinal amplia o período de contato com bolo alimentar e o complexo enzimático, favorecendo, conseqüentemente, os processos de digestão e absorção de nutrientes.

Para que a digestibilidade aparente seja maximizada, o tempo de permanência do alimento no trato digestivo deve permitir que o quimo permaneça nos compartimentos absorptivos, particularmente no jejuno e íleo, pelo período ideal para hidrólise enzimática (Zonta *et al.*, 2006). Se taxa de passagem for acelerada, a digestibilidade aparente declina, pois a digesta transita pelo intestino antes que a quebra de macromoléculas complexas e o transporte transmembrana sejam concluídos (Café *et al.*, 2000).

3.4 Interação: Insetos vs. Trânsito Intestinal

A fibra presente nos insetos é a quitina, como essa fibra está presente na farinha de inseto e ela está finamente moída, por esse tamanho a quitina pode criar uma rede estrutural que aumenta a viscosidade da digesta. Segundo Benzerthia *et al.* (2020), esse aumento de viscosidade, pode dificultar a difusão das enzimas digestivas e retardar o fluxo, o que exige da ave um esforço peristáltico maior para manter a taxa de passagem. A baixa digestibilidade dessa fibra em aves, limita o aproveitamento dos nutrientes, podendo acarretar uma redução no desempenho zootécnico, quando a farinha de insetos é utilizada em níveis elevados de inclusão (Sudwischer *et al.*, 2025).

A presença de lipídeos no lúmen do trato gastrointestinal é um dos fatores reguladores do esvaziamento gástrico em aves. Quando o quimo, que rico em ácidos graxos de cadeia longa, atinge o duodeno, receptores sensoriais na mucosa duodenal detectam essa presença e disparam sinais neurais que reduzem a motilidade do proventrículo e moela (Arantes *et al.*, 2021). A regulação mediada por lipídeos evita a sobrecarga do sistema de transporte de lipídeos e garante que a absorção ocorra em toda extensão do jejuno e íleo, prevenindo perdas de energia pelas excretas (Svihus *et al.*, 2013). Sendo assim, dietas com maior teor de lipídeos apresentam, naturalmente, um tempo de permanência maior na moela quando comparadas a dietas com baixo teor de gordura.

Por outro lado, uma taxa de passagem equilibrada otimiza o uso desses nutrientes ao permitir que a motilidade gastrointestinal atue em sincronia com as

secreções biliares e pancreáticas. No caso das proteínas, uma permanência adequada no trato permite que os peptídeos sejam reduzidos a aminoácidos e dipeptídeos, facilitando sua captação pelos transportadores específicos (Fischer *et al.*, 1998). Em estudos com frangos de corte, Andreotti (2004) evidenciou que a idade é um fator determinante para o trânsito gastrointestinal, observando que o tempo de retenção do alimento tende a ser mais prolongado em aves de maior idade. Segundo Nóbrega *et al.* (2019), afirmam que, há falta de informações sobre a dinâmica na passagem do alimento em codornas.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Comitê de ética e Local experimental

A pesquisa teve aprovação do comitê de ética no uso de animais (CEUA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) de licença nº 6047110225 (ID 002173). O experimento foi realizado no Laboratório de Digestibilidade de Aves do Departamento de Zootecnia da UFRPE com sala climatizada, localizado no município de Recife, Pernambuco.

Foram alojadas 160 codornas europeias da empresa Fugikura, não sexadas com 20 dias de vida em gaiolas de aço industrial galvanizado (Figura 1), com dimensões individuais de 50 x 50 (figura 2). Cada gaiola foi composta por comedouros do tipo calha de plástico próprios para codornas e bebedouros automáticos, tipo copinho e colocadas tela no piso.

O registro de temperatura e umidade relativa do ar, se deu através de termo higrômetro, diariamente, instalados no centro do galpão. Com temperatura mínima 21,8°C, média 24,3°C e máxima 27°C, concordando com Lima (2014), no qual afirma que temperatura de conforto das codornas nesta fase é em média de 24°C.

Figura 1 - Gaiola metabólica alojadas as codornas.



Fonte: arquivo pessoal.

Figura 2 - Codornas (8) por unidade experimental



Fonte: arquivo pessoal.

4.2 Delineamento e dietas experimentais

As aves foram distribuídas com 20 dias de idade de acordo com o peso corporal em média de 144,9g, em delineamento inteiramente casualizado nas gaiolas metabólicas, por ser um experimento de metabolismo, em que foi adotado um período

de 4 dias de adaptação das aves as gaiolas e as dietas. A avaliação do tempo de trânsito das dietas pelo trato digestivo das codornas, foram realizados em dois períodos, no 24º dia e 30º dia de idade.

Foram utilizadas quatro dietas (tratamentos) com 5 repetições com 8 aves por unidade experimental, segundo a metodologia descrita por Sakomura e Rostagno (2024). Os tratamentos foram constituídos de uma ração referência (T1) a base de milho e farelo de soja balanceada na exigência das codornas do programa alimentar da fase de 15 a 35 dias de acordo com Silva e Costa (2009), e duas rações testes em que a T1 foi substituída em 20% pelas farinhas de larvas integral e a desengordurada (T2= 80% de T1+ 20% farinha integral de *Tenébrio Molitor* e T3= 80% de T1 + 20% de farinha desengordurada de *T. Molitor* e T4= 94% de T1 + 6% óleo de tenébrio). Foi primeiramente formulada a ração referência (Tabela 1) e misturada, e depois de pronta foi pesada, a ração referência e cada farinha e o óleo, nas respectivas proporções acima, para fabricação das dietas testes (Figura 3). O fornecimento de água e ração foi *ad libitum*.

Tabela 1 - Composição dos ingredientes e nutrientes da dieta referência para Codornas europeias seguindo o programa alimentar da fase dos 15 a 35 dias.

INGREDIENTES	%
Milho	50,5295
Soja farelo	41,2733
Óleo de soja	5,2771
Fosfato bicálcico	1,0920
Calcário Calcítico	0,8054
Sal comum	0,3547
DL-metionina	0,2554
L-treonina	0,1130
Premix Mineral ¹	0,0500
Premix vitamínico ²	0,1500
Cloreto de colina	0,1000
Total	100,000
NUTRIENTES	%
PB	23,0000
Metionina + Cistina	0,8550
Lisina	1,1792
Treonina	0,8960
Triptofano	0,2353
EM kcal/Kg	3112
Ca	0,7050
P	0,3180
Na	0,1500

FB	1,9631
EE	7,8879

1. Níveis de garantia por kg de premix mineral: 1,400 mg de iodo, 110 g de zinco, 18 g de cobre, 100 g de ferro, e 200 g de manganês. ² Níveis de garantia por kg de premix vitamínico: 250 mg de selênio, 9.000.000 UI de vitamina A, 2.500.000 UI de vitamina D3, 20.000 UI de vitamina E, 2.500 mg de vitamina K3, 2.000 mg de vitamina B1, 6.000 mg de vitamina B2, 3000,380 mg de vitamina B6, 15.000 mcg de vitamina B12, 100 mg de biotina, 1.500 mg de ácido fólico, 12.000 mg de ácido pantotênico, 100.000 mg de niacina.
Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 3 - Mistura da ração para obtenção da dieta teste.



Fonte: arquivo pessoal.

4.3 Análise de composição nutricional dos ingredientes e das rações

Para preparação das amostras, foi coletada as amostras das dietas já secas, foram moídas em peneira de 2,0 mm, exceto das farinhas, e levadas ao laboratório para as análises listadas abaixo, de acordo com a metodologia de Dettman *et al.* (2021):

- Matéria seca (MS): Pelo método de dessecação.
- Cinza (CZ) ou Matéria Mineral (MM): O Princípio do método de incineração por via seca.
- Proteína (PB): pelo o método de Kjeldahl.
- Extrato Etéreo (EE): A amostra foi submetida a uma extração com solventes orgânicos em um aparelho de Soxhlet. O solvente remove as frações lipídicas da amostra, que são pesadas após esse processo.

- Fibra em detergente neutro (FDN): A amostra é fervida em uma solução de detergente neutro. Esse processo solubiliza o conteúdo celular, deixando o resíduo a parede celular (hemicelulose, celulose e lignina).
- Fibra em detergente ácido (FDA): O resíduo do FDN é fervido em solução. Esse processo remove a hemicelulose restando apenas a celulose e lignina.
- Lignina: O resíduo da FDA é tratado com permanganato de potássio, ele dissolve a celulose e resta a lignina.
- A fibra bruta foi realizada de acordo com AOAC (2009).
- A energia bruta foi realizada através do manual do equipamento Bomba Calorimétrica (*Parr 6200 Calorimeter*).
- O teor de quitina das farinhas foi estimado da mesma forma da celulose (que não tem em alimentos de origem animal) de acordo com a equação proposta por Hahn *et al.* (2018):

$$\text{Quitina} = \text{Fibra em detergente ácido (FDA)} - \text{Lignina}$$

4.4 Tempo de trânsito digestivo e consumo da ração

O tempo de trânsito do alimento no trato gastrointestinal foi determinado em dois momentos durante o experimento de metabolismo. A primeira determinação foi realizada no quarto dia após o período de adaptação das codornas às instalações e aos tratamentos experimentais, quando as aves apresentavam 24 dias de idade. A segunda determinação foi realizada no último dia do experimento, aos 30 dias de idade.

No 24º e 30º dias de idade, após a fase de adaptação, foi retirada a ração de cada gaiola (repetição) por uma hora, para estimular o consumo ao fornecê-la novamente de forma marcada com 1% de óxido férrico (vermelho) às aves. Posteriormente, foi colocado cada comedouros, com as rações marcadas nas gaiolas primeiramente de todos os tratamentos da R1, em seguida dos tratamentos da R2, da R3, da R4 e da R5. Logo após ter colocado o comedouro de cada repetição, foi observado e anotado o horário que a primeira ave da unidade experimental iniciou o consumo.

Após o fornecimento da ração marcada, aguardou-se o início da excreção das fezes com coloração vermelha, registrando-se o horário de ocorrência. Para cada unidade experimental, foram anotados os horários das três primeiras excreções vermelhas. O consumo de ração foi determinado em cada período de avaliação (24 e 30 dias de idade), por unidade experimental, sendo calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras verificadas após a excreção das fezes marcadas.

A partir daí ficou aguardando o horário a começarem excretar as fezes vermelhas e ser anotado. Para cada unidade experimental foi anotado o horário de três excreções vermelhas. O consumo foi computado em cada período (idade da codorna) por unidade experimental, pesando o fornecido menos o que sobrou após a excreção das fezes marcadas.

4.5 Análise estatística

Os dados foram previamente avaliados quanto aos pressupostos de normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias. Atendidas essas condições, as variáveis foram submetidas a análise de variância (ANOVA) por meio do procedimento PROC GLM do software Statistical Analysis System (SAS, versão 9.4). Em caso de efeito significativo ($P < 0,05$), procedeu-se teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias dos tratamentos teste coma ração referência.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Composição Nutricional e da energia bruta dos coprodutos e das rações experimentais

A Tabela 2 mostra os valores de composição dos coprodutos e das dietas experimentais, onde os valores de proteína bruta (PB%) e extrato etéreo (EE) em base na MS (Matéria Seca) para a farinha integral (57,9% e 35,5%) e a desengordurada (56,1% e 27,3%), o valor de proteína foram superiores aos encontrados por Castro (2021) de 38,58%, entretanto foi semelhante em relação ao teor de EE encontrado pelos autores de 34,18% ao comparar com a farinha integral. Assim como, aos encontrados por Silva (2023) com um valor de PB de 31,40% e EE de 36,70%.

Entretanto, a composição da farinha integral foi semelhante aos encontrados por Lacerda et al. (2023) que trabalharam com farinha de larvas de *Tenébrio* com PB de 54,87% e EE de 37,45%. Ebling et al. (2025) realizaram diferentes processamentos para obtenção da farinha, nas formas não branqueada (refere-se ao produto obtido diretamente do processamento da matéria-prima, seja por meio da secagem e moagem sem qualquer tratamento térmico prévio) e branqueada (passou por uma etapa adicional de choque térmico a frio, que consiste na imersão rápida do material em água quente seguida de resfriamento brusco) com choque térmico a frio e encontraram teores de PB de 46,82% e 50,41%, respectivamente.

Estes altos níveis de extrato etéreo encontrados no presente trabalho ocasionaram, um elevado teor de energia bruta que foi de 6226,3 kcal/kg e de 6177,2 kcal/kg para as farinhas de *Tenébrio* integral e desengordurada, respectivamente. Rumpold (2013), observou em seu trabalho valor de energia 5774,4 kcal/kg e Van Huis et al. (2013) encontraram em seu trabalho a energia bruta de 5396,3 kcal/kg, e Lemos (2020) observou um valor de 6340 kcal/kg valores próximos do presente estudo. Assim como, Fialho et al. (2021) em seu trabalho para a larva de *Tenébrio Molitor* encontrou valor de 7188,6 kcal/kg.

Tabela 2 - Composição nutricional da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA), de quitina estimada das farinhas, de cinzas (CZ) e da energia bruta (EB) da farinha de larvas de *Tenébrio* integral (FLTI), desengordurada (FLTD), do óleo e das dietas em base na MS. Onde T1 (ração referência (RR)), T2 (80% RR e 20% FLTI), T3 (80% RR e 20% FLTD), T4 (94%RR e 6% óleo).

Nutrientes (%)	Ingredientes			Dietas (Tratamentos)			
	FLTI	FLTD	Óleo	T1	T2	T3	T4
MS	94,8	93,5	-	86,4	89,5	87,6	88,9
PB	57,9	56,1	-	31,8	35,0	33,1	23,5
EE	35,5	27,3	-	8,7	14,1	13,3	13,6
FB	17,4	16,5	-	6,2	8,9	9,2	10,0
FDN	45,3	42,8	-	-	-	-	-
FDA	21,3	21,5	-	-	-	-	-
LDA	3,8	3,8	-	-	-	-	-
Quitina estimada	17,5	17,7	-	-	-	-	-

CZ	3,9	2,8		4,2	6,9	6,3	6,7
EB							
(kcal/kg)	6.226,3	6.177,2	9.455,4	4.075,2	4.608,5	4.533,5	4.522,4

Fonte: Elaborado pelo autor.

Segundo Castro (2021) a União Europeia aprovou o *Tenébrio* como o primeiro inseto a ser considerado alimento para humanos por ser uma fonte rica em proteínas, gorduras e fibras. Segundo o autor o valor de fibra bruta encontrado foi de 11,88%, valor pouco inferior ao encontrado pelo presente trabalho de 17,4% para farinha de larvas integral e 16% para a desengordurada. Lacerda *et al.* (2023) encontraram valor de 12,82%, verificando assim uma variação de 11 a 18% de FB. Esta fibra é devido a quitina, que segundo a literatura, farinhas de larvas próximas a fase de pupa, apresentam valores maiores de fibra. O presente estudo encontrou um valor de quitina de 17,5% e 17,7% nas farinhas integral e desengordurada, um pouco mais acima do encontrado por Adámková *et al.* (2017) que foi de $13 \pm 0,4\%$. A inclusão deste ingrediente em dietas de aves pode trazer benefícios, devido a fibra, quando inseridos em baixas concentrações

Para consumo humano a Regulamentação de Execução da União Europeia (UE) 2021/882, determina que os teores de cinzas devem estar entre 3,5% e 4,5%, observando assim concordância com o valor da farinha integral que o teor de cinzas foi de 3,9%, mas a desengordurada ficou inferior com 2,8%. Porém, não há regulamentação em relação a composição nutricional dessas farinhas para alimentação animal. Essa variação na composição, podem está relacionadas, a variações no manejo da dieta dos insetos ou aos métodos de processamento da farinha.

Quanto ao perfil de aminoácidos (Tabela 3), a comparação entre a farinha integral de *Tenébrio* molitor e o farelo de soja (Tabela 4), (48,2% de PB) demonstrou concentrações superiores na farinha de ácido aspártico (4,15% vs. 3,29%), glicina (3,13% vs. 2,10%), alanina (3,59% vs. 2,00%), tirosina (3,79% vs. 1,70%) e treonina (2,04% vs. 1,87%), conforme os valores descritos por Rostagno *et al.* (2024). Para os demais aminoácidos, as concentrações observadas foram semelhantes às do farelo de soja.

Em nosso estudo, o teor treonina foi de 2.04% esse valor foi superior aos resultados de (Jajic *et al.*, 2019) que foi de 1,34%. Já Aguilar-Miranda *et al.* (2002) observou valor de 2,70%, superior ao presente neste trabalho, e Ravzanaadi *et al.*

(2012) registrou teor de 1,81%, inferior ao trabalho. Para os teores de metionina (0,80%) foi superior em comparação a Jajic *et al.* (2019) que encontraram 0,54% de metionina. Porém, o valor de lisina do presente estudo foi inferior (2,71%) ao dos autores (3,18%).

Tabela 3 - Composição em aminoácidos, em base seca, da farinha integral de larvas do inseto *Tenébrio Molitor*.

Identificação	FLTM* (g/100g)
Ácido Aspártico	4,15
Ácido Glutâmico	5,72
Serina	2,28
Glicina	3,13
Histidina	1,50
Arginina	2,81
Treonina	2,04
Alanina	3,59
Prolina	2,85
Tirosina	3,79
Valina	3,24
Metionina	0,80
Cistina	0,29
Isoleucina	2,20
Leucina	3,68
Fenilalanina	1,93
Lisina	2,71
Triptofano	0,22

*Farinha da larva do inseto *Tenébrio Molitor* (Empresa Metamorfose).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 4 - Composição em aminoácidos, em base seca, do farelo de soja com 48,25% de proteína.

Identificação	Farelo de soja (g/100g)
Ácido Aspártico	3,29
Ácido Glutâmico	5,44
Serina	2,55
Glicina	2,10
Histidina	1,25
Arginina	3,49
Treonina	1,87
Alanina	2,00
Prolina	2,36
Tirosina	1,70
Valina	2,29
Metionina	0,63
Cistina	1,35

Isoleucina	2,23
Leucina	3,65
Fenilalanina	2,48
Lisina	2,97
Triptofano	0,67

(Rostagno et al., 2024)

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Tabela 5 são mostradas a composição de ácidos graxos da farinha utilizada no experimento, demonstrando assim a composição do óleo das larvas. Foi verificado uma mais elevada concentração em ácidos graxos monoinsaturados e considerável também de poli-insaturados, destacando o ácido graxo ômega-6. Concentração de saturados foi semelhante à de poli-insaturados, destacando o ácido graxo palmítico. Segundo Adámková et al. (2017) encontraram a composição do ácido graxo palmítico de 29,1% e 20,2 % de larvas de *Tenébrio gigante* e comum, respectivamente. Valor bem superior ao encontrado na farinha de *tenébrio* utilizada no presente trabalho (5,55%). Quanto a concentração do ácido graxo oléico (monoinsaturado) os autores acima encontraram 36,3% na farinha de larvas de *tenébrio*, enquanto o presente trabalho foi de 14,76%.

Tabela 5 - Composição em ácidos graxos, em base seca, da farinha integral da larva do inseto *Tenébrio Molitor*

Identificação	FLTM
Ácidos graxos	g/100g
Saturados	7,78
Monoinsaturados	15,39
Poli-insaturados	7,28
Ômega 3	0,23
Ômega 6	7,05
Trans-isômeros	0,12
totais	
NI (Não Identificado)	0,48
Láurico (C 12:0)	0,07
NI	-

Mirístico (C14:0)	0,93
NI	0,07
Pentadecanóico (C15:0)	0,04
Palmítico (C16:0)	5,55
NI	0,31
Palmitoléico (C16:1 ômega 7)	0,55
Margárico (C17:0)	0,05
NI	0,07
Cis-10-heptadecanóico (C17:1)	0,04
Esteárico (C18:0)	1,04
Elaídico (C18:1 ômega 9 t)	0,03
Oléico (C18:1 ômega 9)	14,76
Trans linoleico (C18:2 ômega)	0,10
Linoléico (C18:2 ômega 6)	7,00
Araquídico (C20:0)	0,08
Alfa linolênico (C18:3 ômega 3)	0,20
Cis-11-eicosenóico (C20:1)	0,04
NI	-
Cis-11,14-eicosadienóico (C20:2 ômega 6)	0,05
Behênico (C22:0)	0,02
Lignocérico (C24:0)	-
Docosapentaenóico (DPA) (C22:5 ômega 3)	0,03
N.I.	0,03

Fonte: Elaborado pelo autor.

5.2 Tempo de trânsito digestivo das rações

A Tabela 6 apresenta os valores do tempo de trânsito gastrointestinal, expressos em minutos. Os resultados indicaram que não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos tratamentos sobre o tempo de passagem das dietas pelo trato gastrointestinal, bem como sobre o consumo de ração pelas codornas europeias. Esses resultados demonstram que a substituição de 20% da dieta referência pelas farinhas de *Tenébrio Molitor*, embora tenha promovido aumento no teor de fibra em decorrência da presença de quitina, não foi suficiente para alterar a velocidade de trânsito da digesta nem o consumo de ração.

Esses resultados diferem dos observados por Barbosa *et al.* (2025), que verificaram redução significativa no consumo de codornas de corte alimentadas com dietas contendo maiores teores de fibra bruta. Segundo esses autores, a inclusão de fibras em níveis adequados aumenta o tempo de permanência da digesta no trato gastrointestinal superior, favorecendo o desenvolvimento da moela.

Tabela 6 - Efeito dos tratamentos e da idade sobre o consumo e tempo de passagem (minutos) das dietas T1 (ração referência), T2, T3 e T4 em codornas europeias.

Variáveis	Tratamentos				ProbF
	T1	T2	T3	T4	
CONSUMO (24 d)	5,20±0,69	5,26±0,29	5,51±0,34	5,40±0,28	0,9581
CONSUMO (30 d)	6,46±0,26	5,84±0,70	6,53±0,48	6,43±0,22	0,6989
Consumo Médio	5,83±0,36	5,55±0,29	6,02±0,33	5,91±0,17	0,7179
Tempo de passagem (24d)	101,5±3,37 A	102,5±3,66 A	105,1±2,15 A	107,5±2,91 A	0,5339
Tempo de passagem (30d)	98,80±2,41 B	99,80±1,65 B	98,33±1,11 B	100,9±2,47 B	0,7994
Média Tempo de passagem	100,2±2,85	101,1±2,30	101,7±1,18	104,2±2,00	0,6068

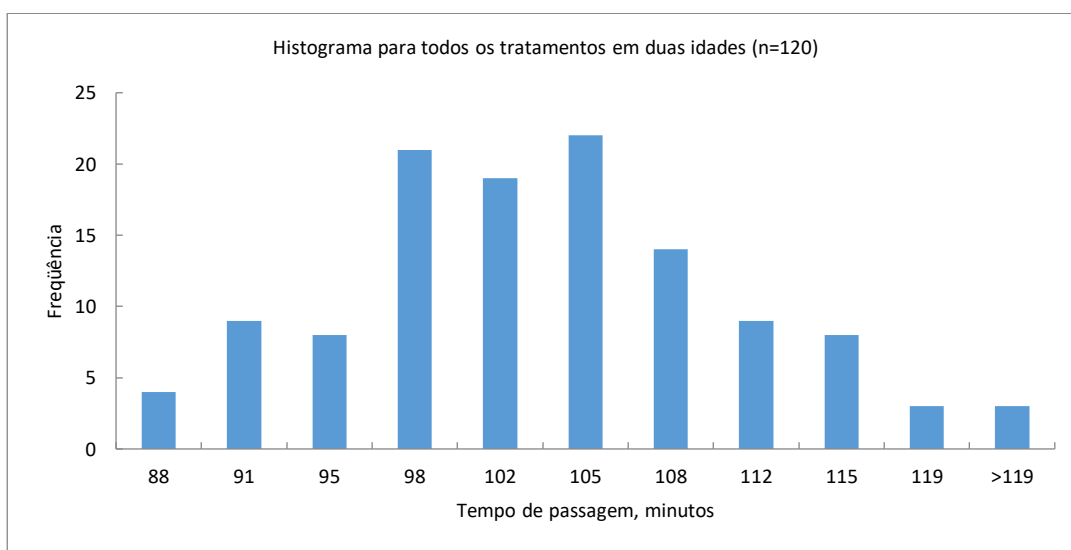
*Efeito do período de acordo com a idade de 24 e 30 dias das codornas no consumo (ProbF=0.7373) e no tempo de passagem do alimento (ProbF=0.0045) pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Por outro lado, Pan e Yu (2013), afirmaram que estas aves apresentam um trato gastrointestinal mais curto em comparação com outros animais de produção, e o tempo de trânsito é significativamente mais rápido, afetando diretamente a composição e o desenvolvimento da microbiota intestinal.

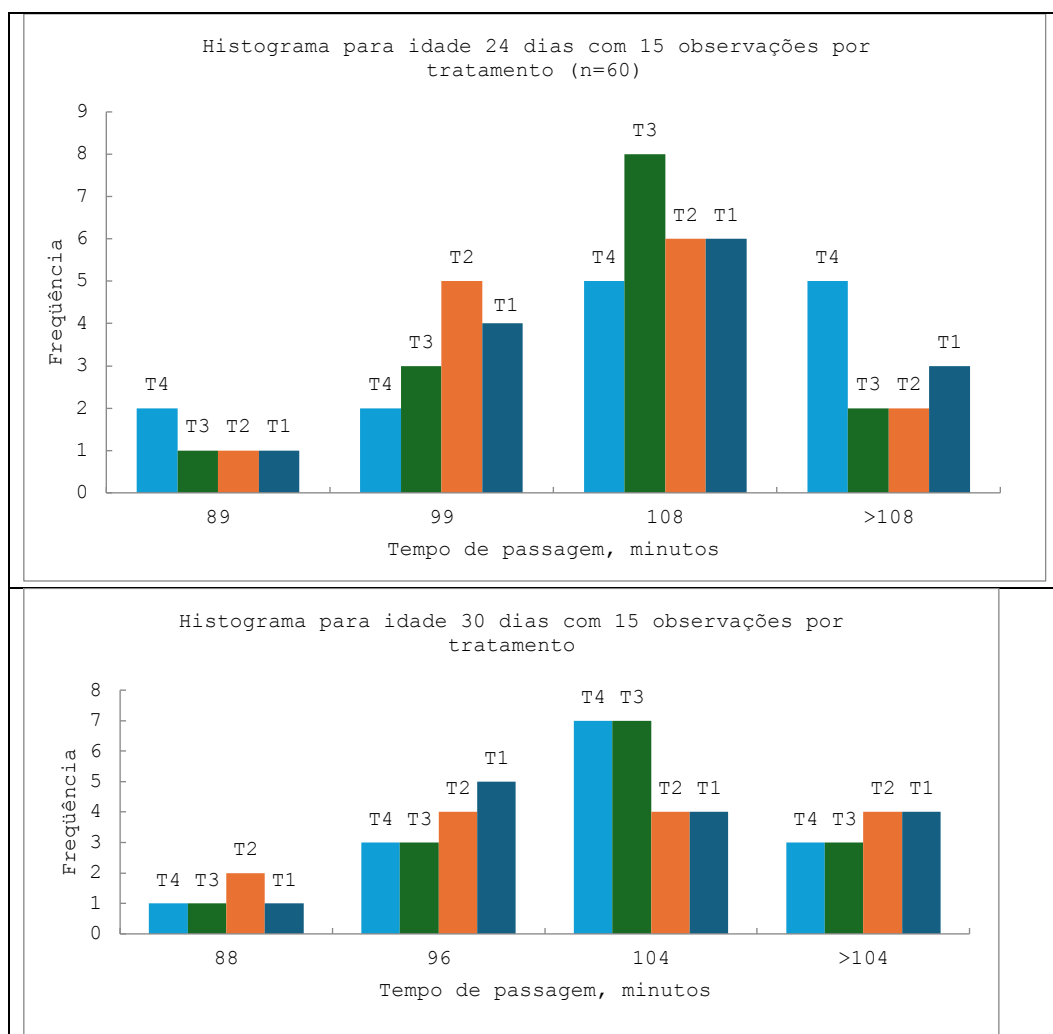
Na Figura 4 mostra que o tempo de passagem do alimento de maior frequência em ambas as idades foi entre 98 à 105 minutos, englobando todos os tratamentos. O tempo de trânsito foi significativamente diferente entre as idades de 24 a 30 dias, sendo a última um tempo de passagem mais rápido ($P < 0,05$) (Figura 5). Trabalhando com codornas japonesas com idade mais avançada com 32 semanas de idade, Nóbrega *et al.* (2020), encontraram um tempo de passagem do alimento mais rápido, em média de 78 minutos, independentemente do valor nutricional do alimento.

Figura 4 - Histograma em frequência absoluta considerando os quatro tratamentos e avaliando o tempo de passagem em 24 e 30 dias de idade das codornas (120 observações: 4 tratamentos, 5 repetições/tratamento, cada repetição com 3 observações em duas idades).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 5 - Histograma em frequência absoluta para os quatro tratamentos avaliando o tempo de passagem em 24 ou 30 dias de idade das codornas (com 60 observações para cada idade: 4 tratamentos, 5 repetições/tratamento, cada repetição com 3 observações).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao comparar esses resultados com estudos realizados em frangos de corte, verifica-se que diferenças fisiológicas entre as espécies podem influenciar a dinâmica digestiva. Svihus *et al.* (2002) destacaram a importância da moela na regulação do fluxo da digesta, enquanto Hetland *et al.* (2001) observaram que esse órgão processa aproximadamente 5 g de ração por hora, independentemente da estrutura física da dieta (trigo moído ou trigo integral). Segundo esses autores, em aves de crescimento rápido, o controle do fluxo digestivo parece estar mais relacionado à homeostase do esvaziamento gástrico do que às alterações decorrentes da idade.

Em contrapartida, Tuckey *et al.* (1958) comenta que em codornas, a maior permanência no trato gastrointestinal, conforme a taxa de passagem mais longa, pode representar vantagem para o aproveitamento de dietas ricas em fibras. Pois, considerando que o peso relativo e o comprimento relativo de todo o trato gastrointestinal e do ceco são maiores em codornas do que em frangos de corte,

espera-se um maior tempo de retenção nessas regiões nas codornas (Vieira et al., 2017).

Segundo Yamany *et al.*, (2008), a inclusão do óleo tenébrio, retarda o esvaziamento gástrico devido a necessidade de emulsificação mais eficiente e à ação dos ácidos graxos de cadeia média sobre os receptores intestinais que sinalizam o peristaltismo, porém no presente trabalho as dietas com adição de óleo não diferiram da dieta controle em relação ao tempo de trânsito, talvez devido a elevação do teor de extrato etéreo da dieta tenha sido pequeno em relação a dieta referência.

6. CONCLUSÃO

Podemos concluir que os coprodutos das larvas de *Tenébrio Molitor* nos níveis indicados em dietas de codornas não interferem negativamente no trânsito intestinal em relação a dietas a base de milho e farelo de soja, sendo esta última balanceada, e entre os coprodutos avaliados. Sendo assim, coprodutos de *T. Molitor* constitui uma alternativa promissora para a alimentação de codornas, com potencial para contribuir para sistemas de produção mais sustentáveis, sem comprometer a dinâmica do trânsito gastrointestinal das aves.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

Adámková, A. M. et al. Nutritional potential of selected insect species reared on the island of Sumatra. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v.14, n.5, 521. doi:10.3390/ijerph14050521. 2017.

Aguilar, E. D. Características da tortilha de farinha de milho suplementada com larvas moídas de *Tenébrio Molitor*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50: 192-195 2002.

Ahmed, Y. A. E.-G. et al. Histomorphological studies on the stomach of the Japanese quail. *Asian Journal of Poultry Science* 5:56–67 2011.

Almirall M. et al. 1994. Taxa de passagem de dietas de cevada com óxido

de cromo: influência da idade e da linhagem de aves e efeito da suplementação de α -glucanase. Poultry Science 73, 1433–1440.

Andreotti, M. et al. Tempo de trânsito intestinal, desempenho, característica de carcaça e composição corporal de frangos de corte alimentados com rações isoenergéticas formuladas com diferentes níveis de óleo de soja. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, n. 4, p. 870-879, 2004.

Arantes, V. M. et al. Agregação de valor à nutrição a partir do uso de farinha de insetos: aves e suínos. In R. L. Galati 2021.

Albino, L. F. T. Criação de codornas para produção de ovos e carne. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 268 p, 2003.

Andujar, M.M et al. Influencia de la relacion ca/p sobre la utilización de ambos nutrientes en la codorniz en puesta. Revista Espanhola de Fisiologia, v. 33, p. 305-310, 1977.

Belhadj S. I. et al. Insects as alternative protein source for poultry nutrition. Frontiers in Veterinary Science, 2023.

Benzertiha, A. et al. *Tenebrio Molitor* and *Zophobas morio* full-fat meals as functional feed additives affect broiler chickens' growth performance and 30xpre system traits. Olszowa: Poultry Science, 10 p 2020.

Biasato, I. et al. Can a mixture of *Hermetia illucens* and *Tenebrio molitor* meals be feasible to feed broiler chickens? A focus on bird productive performance, nutrient digestibility, and meat quality. Poultry Science, v.104. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2025.105150>.

Bolell, I.C. et al. Estrutura funcional do trato digestório In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: Funep, cap. 5, p. 75-95, 2002.

Bovera, F. et al. Yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*, L.) as a possible alternative to soybean meal in broiler diets. *British Poultry Science*, 56(5), 569-575 2015.

Café, M.B. et al. Composição e digestibilidade dos aminoácidos das sojas integrais processadas para aves. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.2, n.1, p.59-66, 2000.

Castro, T. Obtenção e análise da composição centesimal de farinha de larvas de *Tenebrio molitor*. TCC de Graduação (Farmácia) - Universidade Federal do Amazonas 2021.

Costa, C. H. R. et al. Níveis de fósforo e cálcio em dietas para codornas japonesas em postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 36, p. 2037-2046, 2007.

Dalle Zotte A. et al. Live yellow mealworm larvae in poultry feeding: impact on performance and egg quality. Porto Alegre: SBZ, P. 109-118. 2024.

Dobermann, D. et al. Insects as food and feed: from production to consumption. *Annual Review of Entomology*, v. 62, p. 15-36, 2017.

Ebling, M. L. P. et al. Produção da farinha de larvas de *Tenebrio Molitor*: avaliação da composição nutricional e coeficiente de digestibilidade aparente na alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*). *Ciência Rural*, v. 55, pág. e20240408, 2025.

Ferronato, C. et al. Farelo de algodão na dieta de codornas japonesas. *Boletim de Indústria Animal*, v. 77, p. 1-8, 2020.

Fialho, A. T. S. et al. Nutritional composition of larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) and crickets (*Gryllus assimilis*) with potential usage in feed. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 73, n. 02, p. 539-542, 2021.

Fischer JR. et al. Determinação dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos usados na alimentação de aves. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, p.314-318, 1998.

Frandsen, R.D. et al. Anatomia e fisiologia dos animais de fazenda. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro 2005.

Furlan, A. C. et al. Motilidade gastrointestinal. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNESP/UNESP. p. 97–103, 2002.

Silva, A. F. S. Produção e caracterização física e química de farinha de insetos utilizados na piscicultura. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2023.

Hahn, T. et al. Novos métodos para medição de quitina de insetos de alta precisão. J. Sci. Food Agric. 98 (13), 5069–5073 2018.

Hetland, H. et al. Efeito das cascas de aveia no de corte desempenho, peso intestinal e tempo de passagem da ração em frangos. British Poultry Science, 42: 354–361 2001.

Jajić, I. et al. Composição química de larvas de tenébrio (*Tenebrio molitor*) criadas na Sérvia. 2019.

Kaupp et al. Coeficientes digestivos de rações para aves e rapidez de digestão e destino de grãos nas aves, Estação Experimental Agrícola da Carolina do Norte, Raleigh, NC, EUA (1923).

Kolakshyapati, et al. Determinação da taxa de trânsito gastrointestinal utilizando três marcadores diferentes em galinhas poedeiras. Revista de Fisiologia Animal e Nutrição Animal, 103, pp. 1427-1436 2019.

Kröncke, N. et al. Effect of different drying methods on nutrient quality of the yellow mealworm *Tenebrio Molitor* L.). Insects, v. 10, n. 4, p. 84, 27 mar. 2019.

Lacerda, V. E. S. et al. Avaliação qualitativa de farinhas de insetos comestíveis. Congresso Nacional de Ciências agrárias 2023.

Lemos, I. A. Níveis de inclusão de farinha de larva de tenébrio na dieta de cães sobre os parâmetros sanguíneos. 2020.

Lima, C. A. B. Faixas de temperatura ambiente para codornas de corte, dos 22 aos 42 dias. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba. 2014.

Mahayri, T.M. et al. Inclusion of *Tenebrio molitor* larvae meal in the diet of barbery partridge (*Alectoris barbara*) improves caecal bacterial diversity and composition. Scientific Reports | 14:29600 2024| <https://doi.org/10.1038/s41598-024-80341-1>.

Medrado, M. L. R. et al. Composição química de farinhas de diferentes espécies de insetos como ingrediente para ração animal. Congresso Brasileiro de Zootecnia, XXVIII, Goiana, [s. l.], 2018.

Munoz, S. et al. Characterization of all life stages of *Tenebrio molitor*: Envisioning innovative applications for this edible insect. Future Foods 10 100404, 2024.

Nafary, A. et al. Extração e caracterização de quitina e quitosana de besouros Tenébrio Molitor e investigação de seu efeito antibacteriano contra *Pseudomonas aeruginosa*. Adv. Biomed. Res. 12 (1), 2–7 2023. https://doi.org/10.4103/abr.abr_205_22.

NASCIMENTO, A. P. Efeito da temperatura ambiente sobre o peso relativo dos órgãos e temperaturas corporais de codornas de corte aos 28 e 42 dias de idade. 2017.

Nascimento, J. G. et al. Criação de codornas para corte. Brasília, DF: Emater-DF, 20 56 p. (Coleção Emater-DF, n. 29) 2021.

Nóbrega I.P.T. et al. Modelagem da taxa de passagem de alimento em codornas japonesas. Advances in Animal Biosciences 10, 326 2019.

Nobrega, I.P.T. Taxa de passagem de alimento em codornas japonesas *Animal* 14:S2, pp s267–s274 © Os autores, 2020. Publicado pela Cambridge University Press em nome de The Consórcio Animal 2020. doi:10.1017/S1751731120001457.

Omotoso, A. et al. Impact of harvest weights of *Tenebrio molitor* on amino acid digestibility and metabolizable energy in laying hens. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2025.

Oonincx, D. G. A. B. et al. Feed conversion, survival and development, and composition of four insect species on diets composed of food by-products. *PLoS ONE*, v. 10, n. 12, p. e0144601, 2015.

Pita, M. C. G. et al. 2006. Efeito da suplementação de linhaça, óleo de canola e vitamina E na dieta sobre as concentrações de ácidos graxos poli-insaturados em ovos de galinha. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 58:925-931, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352006000500031>.

Raber, M. R. et al. Desempenho, metabolismo e níveis plasmáticos de colesterol e triglicerídeos em frangos de corte alimentados com óleo ácido e óleo de soja. *Ciência Rural* 38:1730-1736. 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000600037>.

Ravzanaadii N. et al. Valor nutricional do tenébrio, *Tenebrio molitor*, como alimento. Fonte. *Revista Internacional de Entomologia Industrial*, 25(1): 93-98 2012.

Ribeiro, N. et al. A Review of the Scientific Literature for Optimal Conditions for Mass Rearing *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Entomological Science*, v. 53, n. 4, p. 434–454, out. 2018.

ROSTAGNO, H. S. et al. Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 5. ed. Viçosa: UFV/DZO, 2024.

Rumpold, BA, & Schlüter, OK. Composição nutricional e aspectos de segurança de insetos comestíveis. *Molecular Nutrition & Food Research*, 57(5), 802–823. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201200735> 2013.

Shim, K. F. et al. A review of nutrition of japanese quail. *Word's Poultry Science Journal*, v. 40, n. 3, p. 261-274, 1984.

Silva, J.H.V. et al. Exigências nutricionais de codornas. In: *Simpósio Internacional de Coturnicultura*, 3, Lavras. *Anais...* Lavras, p.44-64.2007.

Souza, A. J. Caracterização bromatológica de farinha de insetos e do resíduo da criação de larvas de tenébrio. Trabalho de conclusão de curso 2024.

Sudwischer, P. et al. Chitin analysis in insect-based feed ingredients and implications for nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, v. 315, p. 115529, 2025. doi: 10.1016/j.anifeedsci.115529, 2025.

Svihus, B. et al. Efeito da alimentação intermitente, componentes estruturais e fitase no desempenho e comportamento de frangos de corte. *Br. Poult. Sci.*, 54, pp. 222 – 230, 2013.

Tubin, J. S. B. et al. Níveis de inclusão de farinha de inseto (*Tenebrio molitor*) em dietas de tilápia do Nilo em tanques de recirculação. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, v. 12, n. 10, e18121043276, 2023 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i10.43276>.

Tuckey R. et al. Dieta e taxa de passagem de alimentos no pintinho em crescimento. *Poultry Science* 37, 786–792 1958.

Van Huis, A. Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual Review of Entomology*, 58(1), 563-583 2013.

Veloso R. C. et al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável em uma linhagem de codorna de corte. *Acta Scientiarum Animal Sciences* 34: 169-174, 2012.

Yamany, E. A. T. et al. Avaliação do uso de diferentes níveis e fontes de óleo em dietas de codornas japonesas em crescimento. *Amer Euras J Agric Envir Sci*. 3:577-582 2008.

Zonta, M.C.D.M. et al. Energia metabolizável de farinhas de soja ou produtos de soja, determinada pelo método de coleta total e por equações de predição. Arquivos de Zootecnia, v.55, p.21-30, 2006.