

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
CURSO DE AGRONOMIA

SANDRA BRACK

**DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DE OVOS DE GALINHAS
POEDEIRAS, ÀS 45 SEMANAS DE IDADE, ALIMENTADAS COM DIETAS
CONTENDO FARINHA DE LARVAS DE *Tenebrio molitor sp.***

ERECHIM – RS
2025

SANDRA BRACK

**DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DE OVOS DE GALINHAS
POEDEIRAS, ÀS 45 SEMANAS DE IDADE, ALIMENTADAS COM DIETAS
CONTENDO FARINHA DE LARVAS DE *Tenebrio molitor sp.***

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – Campus Erechim, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Berenchtein

ERECHIM – RS

2025

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Brack, Sandra

Desempenho produtivo e qualidade de ovos de galinhas poedeiras, às 45 semanas de idade, alimentadas com dietas contendo farinha de larvas de *Tenebrio molitor* sp. / Sandra Brack. -- 2025.

18 f.:il.

Orientador: Dr. Bernardo Berenchttein

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Erechim, RS, 2025.

1. Larvas de insetos. 2. Aves de postura. 3. Fonte proteica não convencional. 4. Características físico-químicas dos ovos. 5. Produção sustentável. I. Berenchttein, Bernardo, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

SANDRA BRACK

**DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DE OVOS DE GALINHAS
POEDEIRAS, ÀS 45 SEMANAS DE IDADE, ALIMENTADAS COM DIETAS
CONTENDO FARINHA DE LARVAS DE *Tenebrio molitor sp.***

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira sul.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Bernardo Berenchtein - UFFS

Prof. Dr. Nerandi Luiz Camerini - UFFS

Prof. Dr. Noedson de Jesus Beltrão Machado - UFAM

AGRADECIMENTOS

A conclusão desta graduação representa o resultado de dedicação, aprendizado e superação ao longo de todos esses anos. Agradeço, primeiramente, à minha família pelo apoio constante, mesmo diante das dificuldades, e aos amigos sinceros que estiveram presentes oferecendo motivação, incentivo e companheirismo.

Registro também minha sincera gratidão aos professores e orientadores, cujos ensinamentos e orientações contribuíram de maneira decisiva para o desenvolvimento acadêmico e pessoal ao longo do curso. Agradeço ainda àqueles que, de forma indireta, proporcionaram motivação e inspiração para que eu persistisse nos estudos e nos desafios enfrentados durante a graduação.

Cada experiência vivida e cada aprendizado adquirido fizeram deste percurso uma trajetória enriquecedora, permitindo-me alcançar os objetivos propostos com esforço, disciplina e comprometimento.

Escolhi a Agronomia como forma de valorizar minha ligação com o campo e, ao longo desta trajetória, aprendi a transformar cada dificuldade em aprendizado e experiências significativas. A chegada inesperada do meu pequeno trouxe incertezas, mas também alegria e um amor indescritíveis, ensinando-me a equilibrar sonhos, responsabilidades e dedicação.

Sou grata a cada momento vivido, às conquistas alcançadas e às lições aprendidas, reconhecendo que tudo o que Deus faz é justo (Salmos 145:17). Que meu filho cresça vendo que, mesmo diante de desafios, é possível seguir os sonhos com amor, fé e responsabilidade.

“Sejam gratos em todas as circunstâncias, pois essa é a vontade de Deus para vocês em Cristo Jesus” (1 Tessalonicenses 5:18).

**DESEMPENHO PRODUTIVO E QUALIDADE DE OVOS DE GALINHAS
POEDEIRAS, ÀS 45 SEMANAS DE IDADE, ALIMENTADAS COM DIETAS
CONTENDO FARINHA DE LARVAS DE *Tenebrio molitor* sp.**

RESUMO

A produção de ovos depende de dietas balanceadas e ricas em proteína de qualidade, sendo os custos com ingredientes proteicos, como o farelo de soja, uma das alternativas mais estudadas e utilizadas na alimentação de aves. A instabilidade do mercado de grãos e os impactos ambientais associados ao cultivo da soja têm incentivado a busca por fontes proteicas alternativas. Nesse contexto, a farinha de *Tenebrio molitor* (bicho-da-farinha) surge como uma opção promissora, por apresentar alto teor de proteínas, aminoácidos essenciais, lipídios e micronutrientes, além de menor demanda por água e solo e menor emissão de gases de efeito estufa. O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo e a qualidade de ovos de galinhas poedeiras, às 45 semanas do ciclo de vida, alimentadas com dietas contendo farinha de larvas de *Tenebrio molitor* sp.. Foram utilizadas 24 galinhas da linhagem Isabrown, distribuídas em dois grupos: controle, recebendo dieta convencional, e tratamento, com inclusão de 3% de farinha de *T. molitor*, substituindo parcialmente o farelo de soja. Durante o experimento, avaliaram-se parâmetros físicos (peso, tamanho, forma, espessura da casca), sujidade, composição química dos ovos e análises laboratoriais de qualidade interna (altura e peso do albúmen, peso e diâmetro da gema, pH e cor). Os resultados demonstraram aumento significativo ($p<0,05$) na produção de ovos (produção total e produção/galinha/dia) e redução significativa ($p<0,05$) na sujidade e aumento no peso da casca dos ovos das aves alimentadas com farinha de *T. molitor*, sem prejuízos aos demais parâmetros. Conclui-se que a inclusão de 3% de farinha de *T. molitor* é uma alternativa viável e sustentável para a avicultura de postura, mantendo a qualidade dos ovos e contribuindo para a redução dos custos alimentares e dos impactos ambientais.

Palavras-chave: Larvas de insetos; aves de postura; fonte proteica não convencional; características físico-químicas dos ovos; produção sustentável.

ABSTRACT

Egg production depends on balanced diets rich in high-quality protein, with protein-based ingredients such as soybean meal representing one of the most studied and widely adopted alternatives in poultry nutrition. However, the instability of the grain Market and the environmental impacts associated with soybean cultivation have driven the search for alternative protein sources. In this context, *Tenebrio molitor* (yellow mealworm) larval meal has emerged as a promising option due to its high levels of crude protein, essential amino acids, lipids, and micronutrients, as well as its lower requirements for water and land use and reduced greenhouse gas emissions. The present study aimed to evaluate the productive performance and egg quality of laying hens, at 45 weeks of age, fed diets containing *Tenebrio molitor* larval meal. A total of 24 Isa Brown hens were assigned to two groups: a control group receiving a conventional diet, and a treatment group in which 3% of the diet consisted of *T. molitor* meal partially replacing soybean meal. Throughout the experimental period, physicochemical parameters (weight, size, shape index, and shell thickness), eggshell cleanliness, chemical composition, and internal quality traits (albumen height and weight, yolk weight and diameter, pH, and color) were assessed. The results showed a significant increase ($p<0.05$) in egg production (total production and hen-day production), a significant reduction ($p<0.05$) in eggshell dirtiness, and no increase in shell weight in hens fed *T. molitor* meal, with no detrimental effects on the remaining parameters. It is concluded that the inclusion of 3% *T. molitor* larval meal is a viable and sustainable alternative for layer production, maintaining egg quality while contributing to reduced feed costs and environmental impacts.

Keywords: Insect larvae; laying hens; unconventional protein source; physicochemical characteristics of eggs; sustainable production.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	4
1.1	TEMA	5
1.1.1	<i>Problema</i>	5
1.1.2	<i>Hipótese</i>	5
1.2	OBJETIVOS.....	5
1.2.1	<i>Objetivo Geral</i>	5
1.2.2	<i>Objetivos Específicos</i>	5
1.3	JUSTIFICATIVA	5
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	6
2.1	HISTÓRIO DO USO DE INSETOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	6
2.2	BENEFÍCIOS NUTRICIONAIS DA FARINHA DE INSETOS	6
2.3	AVANÇOS NA PESQUISA SOBRE FARINHA DE INSETOS	7
3.	MATERIAL E MÉTODOS	8
3.1	LOCAL E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS.....	8
3.2	ANIMAIS, DIETAS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	8
3.3	DURAÇÃO DO EXPERIMENTO	9
3.4	AVALIAÇÕES REALIZADAS.....	9
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	11
5.	CONCLUSÕES	15
6.	REFERÊNCIAS	16

1. INTRODUÇÃO

A intensificação da produção animal tem provocado uma busca constante por alternativas sustentáveis, economicamente viáveis e ambientalmente responsáveis, especialmente no setor avícola. Dentro dessa cadeia produtiva, a alimentação representa o principal custo de produção, sendo as fontes proteicas, como o farelo de soja, os insumos de maior impacto financeiro, nos custos de produção (Van Huis et al., 2013). Além disso, a crescente instabilidade no mercado de grãos e os impactos ambientais associados ao cultivo de soja incentivam a busca por ingredientes alternativos que mantenham a eficiência zootécnica sem comprometer a sustentabilidade (FAO, 2013).

Nesse contexto, a utilização de insetos na alimentação animal tem ganhado destaque como estratégia promissora. Especificamente, a farinha de *Tenebrio molitor* – larva de besouro popularmente conhecido como bicho-da-farinha – apresenta-se como uma fonte proteica rica em aminoácidos essenciais, lipídios e micronutrientes (Van Huis et al., 2013). Sua produção demanda menor uso de água, terra e emite menos gases de efeito estufa quando comparada a fontes convencionais, contribuindo para uma agricultura mais sustentável (FAO, 2013).

A produção de ovos, por sua vez, depende do fornecimento de dietas balanceadas e com proteínas de qualidade. No entanto, os altos custos e a instabilidade do mercado de farelos tradicionais têm comprometido a rentabilidade da avicultura de postura. Nesse contexto, o uso de farinha de *T. molitor* em dietas de galinhas poedeiras surge, portanto, como uma possibilidade de substituir parcialmente o farelo de soja, mantendo ou até melhorando o desempenho produtivo e a qualidade dos ovos. Pesquisas internacionais já demonstraram resultados positivos quanto à taxa de postura, resistência da casca e composição nutricional dos ovos com a inclusão de até 10% dessa farinha na dieta das aves (Dabbou et al., 2020). No entanto, no Brasil, os estudos ainda são escassos, especialmente com enfoque na produção de ovos comerciais (Braga et al., 2023).

Dessa forma, investigar o efeito da inclusão de farinha de *T. molitor* em dietas de galinhas poedeiras é de grande relevância científica e prática, pois pode viabilizar o uso de fontes proteicas alternativas e agregar valor à produção avícola com um enfoque sustentável. Considera-se que a substituição parcial do farelo de soja por farinha de *Tenebrio molitor* não comprometerá o desempenho produtivo das aves e poderá proporcionar benefícios nutricionais e ambientais.

1.1 TEMA

Uso da farinha de *Tenebrio molitor* como fonte alternativa de proteína em dietas de galinhas poedeiras.

1.1.1 Problema

A produção de ovos depende de dietas balanceadas, ricas em proteína de qualidade. No entanto, os altos custos e a instabilidade do mercado de farelos tradicionais, como o de soja, tem comprometido a rentabilidade do setor. Diante disso, a seguinte pergunta direciona este trabalho: A inclusão de farinha de *Tenebrio molitor* na alimentação de galinhas poedeiras influência sobre a qualidade física e nutricional dos ovos e quais as vantagens potenciais dessa substituição em termos de sustentabilidade na produção avícola.

1.1.2 Hipótese

A inclusão parcial da farinha de *Tenebrio molitor* em dietas de galinhas poedeiras não comprometerá a produção de ovos e poderá apresentar benefícios nutricionais e ambientais.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos da inclusão da farinha de *Tenebrio molitor* na dieta de galinhas poedeiras sobre a produção e a qualidade dos ovos ao longo de um período de 32 dias.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a sujidade dos ovos produzidos por galinhas alimentadas com farinha de *T. molitor*;
- Avaliar características físicas dos ovos: tamanho, forma e espessura da casca;
- Analisar o desempenho produtivo das galinhas poedeiras alimentadas com diferentes dietas;

1.3 JUSTIFICATIVA

A utilização de farinha de insetos na alimentação animal representa uma inovação que alia sustentabilidade, nutrição e economia. O *Tenebrio molitor* apresenta-se como uma alternativa viável por sua alta eficiência na conversão de resíduos orgânicos em proteína

de alta idade. A adoção de sua farinha na alimentação de galinhas poedeiras pode diminuir a dependência de ingredientes como o soja, e ainda contribuir para a redução dos danos ambientais causados pela avicultura.

Além disso, pesquisas nessa área são escassas no Brasil, especialmente voltadas à produção de ovos, esta pesquisa visa contribuir com dados científicos relevantes para a área, ampliando as possibilidades de aplicação prática e sustentável na produção avícola.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 HISTÓRIO DO USO DE INSETOS NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

A prática de utilizar e consumir insetos como fonte alimentar remonta a tempos antigos, sendo comum em diversas culturas ao redor do mundo, e conhecida também como entomofagia. Na alimentação animal, o interesse por insetos cresceu significativamente nas últimas décadas, impulsionado pela busca de alternativas sustentáveis às fontes proteicas convencionais. Em 2013, a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) destacou o potencial dos insetos como fonte de proteína para alimentação humana e animal, ressaltando sua eficiência na conversão alimentar e gerando menor impacto ambiental em comparação a outras fontes proteicas.

No Brasil, a utilização de insetos na alimentação animal tem ganhado espaço, com pesquisas focadas em espécies como o *Tenebrio molitor* (bicho-da-farinha), devido ao seu alto valor nutricional e facilidade de criação. Alguns estudos também indicam que a farinha de *T. molitor* pode ser uma alternativa viável ao farelo de soja, tradicionalmente utilizado como principal fonte proteica em rações para aves.

2.2 BENEFÍCIOS NUTRICIONAIS DA FARINHA DE INSETOS

Segundo Van Huis et al. (2013), insetos como o *Tenebrio molitor* destacam-se por seu elevado teor proteico, podendo ultrapassar 50% de proteína bruta na matéria seca, além de apresentar um perfil de aminoácidos compatível com as necessidades nutricionais de aves poedeiras. Além das proteínas, a farinha produzida com estes insetos é rica em lipídios, vitaminas e minerais essenciais, contribuindo para uma dieta balanceada e saudável para as aves, podendo manter ou até melhorar o desempenho zootécnico das

galinhas, sem afetar a palatabilidade da ração ou a qualidade dos ovos (Arantes et al., 2021).⁷

Do ponto de vista ambiental, a produção de insetos é vantajosa, pois requer menos recursos naturais, como água e solo, e emite menores quantidades de gases de efeito estufa em comparação com a produção de fontes proteicas convencionais, como o farelo de soja (FAO, 2013).

2.3 AVANÇOS NA PESQUISA SOBRE FARINHA DE INSETOS

Diversos estudos recentes reforçam a viabilidade do uso da farinha de *T. molitor* em dietas de galinhas poedeiras. Dabbou et al. (2018) investigaram a inclusão de diferentes níveis dessa farinha na alimentação de poedeiras e observaram que até 10% de substituição proteica não comprometeu a taxa de postura, peso dos ovos e resistência da casca. Resultados semelhantes foram encontrados por Biasato et al. (2018), que também relataram melhora na composição nutricional dos ovos, com maior teor de proteína e perfil lipídico mais saudável.

No cenário brasileiro, ainda há escassez de pesquisas práticas com galinhas poedeiras, o que reforça a relevância de estudos que avaliem o impacto dessa farinha na produção e qualidade dos ovos, especialmente em termos de características físicas (tamanho, forma, espessura da casca), composição nutricional (proteína, gordura, vitaminas e minerais) e aspectos sanitários, como sujidade e conservação.

Além da manutenção do desempenho produtivo, alguns estudos indicam efeitos positivos sobre parâmetros de saúde intestinal das aves, como aumento na atividade de enzimas digestivas e redução na colonização por microrganismos patogênicos (Bovera et al., 2016). Tais dados reforçam o potencial multifuncional da farinha de insetos como ingrediente funcional.

Além de influenciar positivamente a composição nutricional dos ovos, aumentando seus teores de proteínas e ácidos graxos benéficos à saúde humana. Essa alteração no perfil nutricional dos ovos pode agregar valor ao produto final, atendendo à demanda por alimentos mais saudáveis e funcionais. Portanto, a incorporação da farinha de *T. molitor* na alimentação de galinhas poedeiras representa uma estratégia viável para promover a sustentabilidade na avicultura, sem comprometer a produtividade e qualidade dos ovos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

O experimento foi conduzido no aviário experimental da UFFS- Universidade Federal da Fronteira Sul- Campus Erechim, em galpão adaptado e equipado para experimentação avícola. Foram mantidas condições ambientais controladas, incluindo temperatura, ventilação, fotoperíodo de 17 horas de luz e 7 horas de escuro e disponibilidade de água e alimento.

3.2 ANIMAIS, DIETAS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizadas galinhas poedeiras da linhagem Isabrown com 45 semanas de vida. As aves foram divididas aleatoriamente em dois grupos experimentais com 6 repetições com 2 aves por repetição, totalizando 24 aves.

- Grupo de controle (T1): dieta convencional, sem adição de farinha de *Tenebrio molitor*;
- Grupo de teste (T2): dieta com inclusão de farinha de *Tenebrio molitor*, substituindo parcialmente a fonte proteica convencional (farelo de soja). A substituição foi estabelecida com inclusão de 3% de farinha de insetos na formulação da ração, assim como mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Níveis nutricionais da dieta controle e com a inclusão de farinha de *Tenebrio molitor* sp. na dieta experimental.

Dieta	Controle (Kg)	Farinha de <i>Tenebrio molitor</i> sp. (Kg)
Ingredientes		
Milho	60,5	60,0
Farelo de Soja	27,0	24,5
Cálcario	10,0	10,0
Premix Vitamínico ¹	2,5	2,5
Farinha de <i>Tenebrio molitor</i> sp.	-	3,0
Níveis de Garantia		
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2916,7	2912,9
Proteína Bruta	16,03	16,02

¹**Ingredientes:** Calcário calcítico, fosfato bicálcico, cloreto de sódio, DL-metionina, L-lisina HCl, bicarbonato de sódio, bentonita, vitamina A, vitamina D3, vitamina E, vitamina K3, vitamina B1, vitamina B2, niacina (ácido nicotínico), D-pantotenato de cálcio, vitamina B6, biotina, ácido fólico, vitamina B12, cloreto de colina, sulfato de cobre, sulfato de ferro, iodato de cálcio, sulfato de manganês, selenito de sódio, óxido de zinco, etoxiquina, caulim, aditivo enzimático (6-fitase (*Trichoderma reesei* – CBS 126897)).

²**Garantia de Níveis:** Cálcio (mín) 210g/kg (21%), Cálcio (máx) 230g/kg (23%), Fósforo (mín) 36,6g/kg (3,66%), Sódio (mín) 40g/kg, Metionina (mín) 52,6g/kg, Lisina (mín) 5600mg/kg, 6-fitase (mín) 12500 FTU/kg, Vitamina A (mín) 187500 UI/kg, Vitamina D3 (mín) 60000 UI/kg, Vitamina E (mín) 562,5 UI/kg, Vitamina K3 (mín) 46,88mg/kg, Vitamina B1 (mín) 46,88mg/kg, Vitamina B2 (mín) 121,88mg/kg, Vitamina B3 (mín) 750mg/kg, Vitamina B5 (mín) 187,5mg/kg, Vitamina B6 (mín) 75mg/kg, Vitamina H (Vitamina B7) (mín) 1,8mg/kg, Vitamina B9 (mín) 18,75mg/kg, Vitamina B12 (mín) 468,75mcg/kg, Colina (mín) 3875mg/kg, Cobre (mín) 200mg/kg, Ferro (mín) 250mg/kg, Iodo (mín) 25mg/kg, Manganês (mín) 2000mg/kg, Selênio (mín) 7,5mg/kg, Zinco (mín) 1750mg/kg, Flúor (máx) 366mg/kg.

3.3 DURAÇÃO DO EXPERIMENTO

O período experimental teve duração de 32 dias, tempo suficiente para a avaliação dos efeitos da dieta alternativa sobre a qualidade dos ovos e a composição nutricional. Sendo antecedido por um período de adaptação de 7 dias para adequada aceitação da dieta e ambientação das aves.

3.4 AVALIAÇÕES REALIZADAS

Durante o experimento, os ovos produzidos pelas aves foram avaliados quanto a diferentes parâmetros de aspectos visuais, físicos e químicos. Inicialmente, foi observado a sujidade dos ovos, por meio de análise visual da casca e posterior classificação de

acordo com o grau de contaminação visível (Imagen 1). Esse parâmetro é de grande importância, visto que a limpeza e a aparência externa do ovo estão diretamente relacionadas à sua aceitabilidade comercial e à biossegurança, uma vez que cascas contaminadas favorecem a entrada de microrganismos (Mendes et al., 2014).

Imagen 1: Categorias de sujidade observadas nas cascas dos ovos, determinada por avaliação visual direta, considerando a proporção e a intensidade de resíduos aderidos.



A classificação foi determinada por cinco categorias visuais, as quais foram definidas como:

Categoria 1 – Limpo: casca sem presença visível de sujeira ou manchas;

Categoria 2 – Levemente sujo: pequenas manchas isoladas ou resíduos em 10% da superfície;

Categoria 3 - Moderadamente sujo: presença de resíduos distribuídos em aproximadamente 10% a 30% da casca;

Categoria 4 – Sujo: manchas e resíduos aderidos cobrindo 30% a 50% da superfície;

Categoria 5 – Muito sujo: casca com contaminação superior a 50%, com presença de fezes, penas ou outros materiais.

As características físicas dos ovos, como o comprimento e a largura, foram estimadas para possibilitar o cálculo do índice de forma, o qual indica a relação entre altura e largura do ovo. Além disso, a espessura da casca foi aferida em três diferentes pontos do ovo, utilizando o paquímetro digital, conforme metodologias recomendadas em estudos de qualidade de ovos (Silva et al., 2016). Esses aspectos são determinantes para o transporte, armazenamento e conservação dos ovos, estando diretamente ligados à nutrição das aves e à formulação da dieta (Garcia et al., 2010).

Também se realizou a análise bromatológica das rações experimentais, de modo a determinar a composição química e garantir que os níveis nutricionais estejam de acordo

com as exigências para aves poedeiras. Essa avaliação é indispensável para correlacionar a dieta oferecida com os parâmetros de qualidade dos ovos, permitindo identificar possíveis benefícios ou limitação da inclusão da farinha de *Tenebrio molitor*. De acordo com Rostagno et al. (2017), a padronização da ração é essencial para assegurar a confiabilidade dos resultados em experimentos de nutrição animal.

Os ovos coletados foram submetidos a análises laboratoriais específicas para avaliar a qualidade interna, incluindo altura do albúmen, peso do albúmen, diâmetro e peso da gema, pH do albúmen e da gema, bem como a cor da gema, utilizando metodologia descrita por Silva et al., (2017). Essas variáveis são indicadoras da qualidade nutricional e da frescura do ovo, além de refletirem diretamente a composição da dieta fornecida às aves, parâmetros esses que são amplamente utilizados e que refletem diretamente na aceitação do produto pelo consumidor (Menezes et al., 2012).

Por fim, foi mensurada a espessura da casca após 48 horas de armazenamento a 50 C°, simulando condições de estresse térmico. Esse procedimento permite avaliar a resistência térmica e a manutenção da integridade física do ovo, esse teste é utilizado em diferentes trabalhos para examinar a durabilidade do produto em condições adversas, fornecendo subsídios para a avaliação da qualidade final do alimento (Carvalho et al., 2018).

Os dados obtidos foram organizados em planilhas e analisados estatisticamente por meio da comparação entre médias, com auxílio do software SAS (2001).

Para a verificação dos efeitos dos tratamentos, os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), considerando nível de significância de 5%. Quando identificada diferença estatística, as médias foram comparadas pelo teste “T” de Student, permitindo verificar possíveis efeitos da inclusão da farinha de *Tenebrio molitor* sobre as variáveis avaliadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A inclusão da farinha de *Tenebrio molitor* (TM) na dieta das galinhas poedeiras às 45 semanas de vida, apresentou efeitos positivos em alguns parâmetros avaliados na produção e qualidade dos ovos (Tabelas 2 e 3). Foram observadas diferenças significativas ($p <0,05$) para as variáveis produção total de ovos, produção de ovos/galinha/dia, sujidade e peso da casca, enquanto os demais parâmetros não

apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos, conforme apresentado nas tabelas 2, 3 e 4.

Tabela 2: Parâmetros de produção e qualidade dos ovos de galinhas poedeiras alimentadas com dieta controle e com farinha de *Tenebrio molitor sp.*

Tratamen tos	Produção Total de Ovos	Produção de ovos/galinha/dia	Peso do Ovo (g)	Sujidade	Peso do Albúmen (g)	Peso da Gema (g)
Controle	108	0,56	60,40	1,40	39,02	15,88
Tenébrio	158,5	0,86	62,48	0,27	34,88	16,71
P	<0,05	<0,05	NS	<0,05	NS	NS
CV	16,02	11,02	6,62	20,32	19,45	14,63

Os resultados deste estudo demonstram semelhanças com os de Ko et al. (2020), que, ao avaliar poedeiras Hy-Line Brown (41 semanas) alimentadas com dietas contendo 0, 1, 2 ou 3% de farinha de larvas de *Tenebrio molitor sp.*, por 56 dias, demonstraram que não houve efeito significativo da inclusão de TM sobre a produção de ovos, consumo de ração ou conversão alimentar, indicando que níveis até 3% podem substituir parte da proteína da dieta sem comprometer o desempenho das poedeiras.

Resultados semelhantes foram observados no estudo Sedgh-Gooya et al. (2021), com a inclusão de TM na dieta (3–4% de inclusão), os quais, da mesma maneira, não observaram alterações significativas na taxa de postura e massa de ovos, reforçando a viabilidade do ingrediente sob o ponto de vista produtivo.

As aves alimentadas com a ração contendo farinha de *T. molitor* produziram ovos com menor sujidade, apresentando uma média de 0,27 em comparação ao grupo de controle que foi encontrado uma média de 1,40, indicando melhor qualidade da casca e menor aderência de resíduos externos. Essa melhora pode estar associada à melhor integridade intestinal e imunológica das aves, resultante da presença de proteínas de alta digestibilidade, quitina e lipídios presentes na farinha de insetos, além de menor umidade nas fezes, identificando uma melhora nas condições do ambiente de postura e na aparência comercial dos ovos, conforme descrito por Mendes et al., (2014).

Tabela 3: Diâmetro, Altura e Cor da Gema e Peso da Casca de ovos de galinhas poedeiras alimentadas com dieta controle e com farinha de *Tenebrio molitor sp.*

Tratamentos	Diâmetro da Gema	Altura da Gema	Cor da Gema	Peso da Casca
Controle	35,93	12,76	6,07	7,97
Tenébrio	36,38	13,23	6,13	8,66
P	NS	NS	NS	<0,05
CV	4,73	9,52	14,75	10,14

Em relação à qualidade dos ovos, novamente, no estudo de Ko et al. (2020), a inclusão de 1–3% de TM promoveu melhora na cor de gema de forma linear. Embora não avaliado no presente estudo, é importante salientar que, a inclusão de TM alterou favoravelmente o perfil de ácidos graxos da gema – aumentando o ácido linoleico e α -linolênico e de ácidos graxos poli-insaturados totais, sem prejuízo ao teor de monoinsaturados.

Em estudo recente de Lan et al. (2025), os mesmos observaram que em poedeiras mais velhas, 10% de TM aumentou a resistência da casca e melhorou aspectos da qualidade estrutural do ovo, enquanto níveis muito elevados (20%) não trouxeram ganhos adicionais e podem ser menos interessantes, visto que aumentam muito o custo final das dietas.

Uma possível explicação para melhora geral dos resultados encontrados neste estudo, segundo Hong et al. (2020), o TM contém peptídeos bioativos, ácido láurico e quitosana (via exoesqueleto), que podem exercer efeitos antimicrobianos e moduladores de microbiota, promovendo, portanto, saúde intestinal e de forma geral, melhores resultados em relação à produção e qualidade de ovos.

Tabela 4: Parâmetros de qualidade dos ovos de galinhas poedeiras alimentadas com dieta controle e com farinha de *Tenebrio molitor sp.*

Tratamentos	Peso da Casca Seca	pH do Albúmen	pH da Gema	Espessura da Casca
Controle	6,38	8,83	7,34	0,50
Tenébrio	6,59	8,68	7,48	0,50
P	NS	NS	NS	NS
CV	11,14	2,45	8,68	9,4

As aves alimentadas com a ração contendo farinha de *T. molitor* produziram ovos com menor sujidade, apresentando uma média de 0,27 em comparação ao grupo de controle que foi encontrado uma média de 1,40, indicando melhor qualidade da casca e menor aderência de resíduos externos. Essa melhora pode estar associada à melhor integridade intestinal e imunológica das aves, resultante da presença de proteínas de alta digestibilidade, quitina e lipídios presentes na farinha de insetos, além de menor umidade nas fezes, identificando uma melhora nas condições do ambiente de postura e na aparência comercial dos ovos, conforme descrito por Mendes et al., (2014).

Além disso, notou-se um aumento significativo no peso da casca nos ovos do tratamento com *T. molitor* com 8,66g em comparação ao grupo de controle que teve média de 7,97g. Esse dado sugere maior retenção de minerais estruturais, devido à melhor disponibilidade de cálcio presente na farinha de insetos. Em estudos semelhantes, foram relatados por Rodrigues e Lima (2025), onde havia maior espessura e resistência de casca em poedeiras alimentadas com dietas contendo farinha de insetos.

Embora não tenham sido detectadas diferenças estatísticas nos demais parâmetros analisados, como o peso do ovo, peso do albúmen, peso e diâmetro da gema, pH e cor da gema, foram observados que os valores médios no tratamento com *T. molitor* tendem a serem parecidos ou até ligeiramente melhorados em relação ao controle. Já que o peso do ovo médio foi 62,48g no tratamento com farinha de insetos, comparado ao controle que obteve peso de 60,40g, e a altura da gema foi de 13,23mm em comparação à 12,76mm do controle.

Ao analisarmos resultados do uso da farinha de TM na dieta de frangos de corte, Bovera et al. (2016) ofereceram dietas isoproteicas e isoenergéticas para frangos de corte, substituindo 100% do farelo de soja por farinha de TM como principal fonte proteica. O desempenho e as características de carcaça e carne foram, em geral, semelhantes ao tratamento controle, promovendo melhora da conversão alimentar no período total (30–62 dias) nos animais alimentados com TM.

Já Nascimento Filho et al. (2020), determinaram o valor de energia metabolizável aparente (AME, AMEn) e a digestibilidade ideal de aminoácidos do TM em frangos, demonstrando valores elevados de digestibilidade para a maioria dos aminoácidos essenciais e AMEn compatível com outras fontes proteicas de alta qualidade, tal como o Farelo de Soja, dando confiabilidade ao uso como ingrediente principal em formulações de frangos, muito embora com elevado custo de produção.

Em estudo com frangos de crescimento lento, Nieto et al. (2022) avaliaram a substituição total do farelo de soja por farinha de TM, mostrando desempenho e rendimento de carcaça semelhantes ao tratamento controle.

De modo geral, a utilização de farinha de *T. molitor* demonstrou ser uma fonte alternativa de proteína eficaz, sem prejuízo à qualidade interna e externa dos ovos. A redução da sujidade e a melhora nas características da casca reforçam a condição de sustentabilidade e manejo correto do uso dessa farinha na alimentação de poedeiras.

5. CONCLUSÕES

A inclusão de 3% de farinha de larvas de *Tenebrio molitor* na dieta de galinhas poedeiras, às 45 semanas de idade, constitui uma estratégia nutricional viável, capaz de melhorar aspectos relevantes da qualidade dos ovos sem comprometer o desempenho produtivo das aves. A redução significativa da sujidade e o aumento do peso da casca evidenciam benefícios diretos na integridade e na aceitabilidade comercial dos ovos, enquanto a ausência de efeitos negativos sobre parâmetros internos reforça a segurança nutricional da substituição parcial do farelo de soja. Considerando ainda o potencial sustentável associado à produção de farinha de insetos, este trabalho contribui para a ampliação do conhecimento científico sobre fontes proteicas alternativas e aponta para perspectivas promissoras de uso desse ingrediente na avicultura de postura, especialmente em sistemas que buscam conciliar eficiência produtiva, qualidade final do produto e responsabilidade ambiental.

Conclui-se que a inclusão de 3% de farinha de *Tenebrio molitor* na dieta de galinhas poedeiras melhora a qualidade externa dos ovos, sem prejuízos ao desempenho produtivo ou aos parâmetros internos. Além disso, essa estratégia mostra-se nutricionalmente segura e ambientalmente sustentável, destacando-se como alternativa promissora à substituição parcial do farelo de soja na avicultura de postura.

6. REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. V. et al. Farinha de inseto como alimento nutracêutico para animais: revisão de literatura. AgronFood Academy, 2023. Disponível em: <https://agronfoodacademy.com>. Acesso em: 02 jun. 2025.

BENZERTIHA, A. et al. Tenebrio molitor meal in broiler diets: effects on growth performance, nutrient digestibility, and gut morphology. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v. 10, p. 75, 2019. Disponível em: <https://jasbsci.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40104-019-0360-0>. Acesso em: 5 jun. 2025.

BIASATO, I. et al. Efeitos da inclusão de farinha de *Tenebrio molitor* na dieta de galinhas caipiras. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 100, n. 6, p. 1104–1112, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27005746/>. Acesso em: 5 jun. 2025.

BOVERA, F. et al. Use of *Tenebrio molitor* larvae meal as protein source in broiler diet: Effect on growth performance, nutrient digestibility, and carcass and meat traits. *Journal of Animal Science*, v. 94, n. 2, p. 639–647, 2016.

BRAGA, Y. C. et al. Farinha de insetos como alternativa na alimentação de galinhas poedeiras. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 1, 2023. Disponível em: <https://rsdjournal.org>. Acesso em: 02 jun. 2025.

CARVALHO, L. S. S. 2018. Qualidade de ovos e desempenho produtivo de poedeiras em segundo ciclo de postura alimentadas com microminerais quelatados a aminoácidos. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cab/a/j7LSWS4wQ8XbVqXb9Pnj8Bj/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 23/10/2025.

DABBOU, S. et al. Inclusão de larvas de tenébrio-amarelo (*Tenebrio molitor* L.) em dietas para galinhas caipiras: efeitos na qualidade da carne e no perfil de ácidos

graxos. Agricultura renovável e sistemas alimentares. v. 35, n. 5, p. 571–578, 2020. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/renewable-agriculture-and-food-systems/article/yellow-mealworm-tenebrio-molitor-l-larvae-inclusion-in-diets-for-free-range-chickens-effects-on-meat-quality-and-fatty-acid-profile/D61760A2C148D22C6456131A4E1DE4F3>. Acesso em: 5 jun. 2025.

HONG, J. et al. Mealworm (*Tenebrio molitor* larvae) as an alternative protein source for monogastric animals: A review. *Animals*, v. 10, n. 11, 2068, 2020. DOI: 10.3390/ani10112068.

KO, H. S. et al. Laying performance, egg quality, haematological traits and faecal noxious gas emission of laying hens fed with *Tenebrio molitor* meal. *European Poultry Science*, v. 84, 2020. DOI: 10.1399/eps.2020.307.

LAN, Z. et al. Effects of dietary yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) supplementation on meat and structural egg quality of different aged-laying hens. *Poultry Science*, v. 104, n. 11, 105849, 2025.

MARCO, M. Valor nutricional de farinhas de insetos *Tenebrio molitor* e *Hermetia illucens* para frangos de corte: digestibilidade aparente de nutrientes e digestibilidade de aminoácidos. *Ciência e Tecnologia da Alimentação Animal*, v. 209, p. 211–218, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840115300056>. Acesso em: 5 jun. 2025.

MENDES, et al. 2014. Farinha de insetos como ingrediente para ração de aves. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8831830/>. Acesso em: 23/10/2025.

NASCIMENTO FILHO, M. A. et al. Nutritional value of *Tenebrio molitor* larvae meal for broiler chickens: metabolizable energy and standardized ileal amino acid digestibility. *Journal of Applied Poultry Research*, 2020.

NIETO, J. et al. Performance of slow-growing chickens fed with *Tenebrio molitor* larval meal as a full replacement for soybean meal. *Veterinary Sciences*, v. 9, n. 3, 131, 2022.

RODRIGUES E LIMA. 2025. Sistemas de alimentação e suplementação de farinha de casca de ostras sobre o desempenho e a qualidade da casca dos ovos de poedeiras comerciais. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/vKTNDz3h9t7gxvykfbGpNMB/?lang=pt>. Acesso em: 23/10/2025.

RODRIGUES, A. B.; LIMA, M. R. Utilização de farinha de insetos como fonte alternativa proteica na produção de aves: uma revisão. Dialnet, 2025. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es>. Acesso em: 02 jun. 2025.

SAAVEDRA, M. A. B. C. Utilização de farinha de inseto na alimentação de galinhas poedeiras. Dissertação (Mestrado Integrado em Medicina Veterinária) – Universidade de Lisboa, Lisboa, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ulisboa.pt>. Acesso em: 02 jun. 2025.

SEDGH-GOYA, S. et al. Growth performance and intestinal morphometric features of broiler chickens fed on dietary inclusion of yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae powder. *Veterinary Medicine and Science*, v. 8, n. 5, p. 2050–2058, 2022.

SYAHRULAWAL, L. et al. Improving the nutritional values of yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae as an animal feed ingredient: a review. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, v. 14, n. 146, 2023. Disponível em: <https://jasbsci.biomedcentral.com>. Acesso em: 02 jun. 2025.

VAN HUIS, A. et al. 2013. Insetos comestíveis: perspectivas futuras para a segurança alimentar e alimentar. (Documento da FAO sobre florestas; nº 171). FAO. Disponível em: <https://edepot.wur.nl/258042>. Acesso em: 02 jun. 2025.