

Ingrid Alessandra Lemos

Níveis de inclusão de farinha de larva de tenébrio na dieta de cães sobre os parâmetros
sanguíneos

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em
Produção Animal Universidade Federal de Minas
Gerais , como requisito parcial para a obtenção do
título de Mestre em Produção Animal.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Diego Vicente da Costa

Coorientador: Júlio Cezar dos Santos Nascimento

Montes Claros, 2020

FOLHA DE APROVAÇÃO

Ingrid Alessandra Lemos

Níveis de inclusão de farinha de larva de tenébrio na dieta de cães sobre os parâmetros sanguíneos

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal

Área de Concentração: Produção Animal

Linha de Pesquisa: Nutrição e alimentação animal

Orientador: Diego Vicente da Costa

Instituto de Ciências Agrárias da UFMG

Aprovado pela banca examinadora constituída pelos professores:

Prof. Júlio Cezar dos Santos Nascimento (UFRPE)

Profa. Dra. Leticia Ferrari Crocomo (UFMG)

Wedson Carlos Lima Nogueira (UFMG)

Prof. Dr. Diego Vicente da Costa – Orientador (UFMG)

Montes Claros, 14 de Maio de 2020

Lemos, Ingrid Alessandra.

L557p 2020 Níveis de inclusão de farinha de larva de tenébrio na dieta de cães sobre os parâmetros sanguíneos / Ingrid Alessandra Lemos. Montes Claros, 2020.
30 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Área de concentração em Produção Animal. Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador: Diego Vicente da Costa.

Banca examinadora: Júlio Cezar dos Santos Nascimento, Letícia Ferrari Crocomo, Wedson Carlos Lima Nogueira .

Inclui referências: f. 26-30.

1. Alimentação alternativa. 2. Tenebrio molitor. 3. Nutrição animal. I. Costa, Diego Vicente da. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU:636.085



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Agrárias
Colegiado de Pós-Graduação em Produção Animal

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos 28 dias do mês de maio de 2020 às 10 horas, sob a Presidência do Professor Diego Vicente da Costa, D. Sc. (ICA-UFMG) e com a participação dos Professores Júlio Cezar dos Santos Nascimento, D. Sc. (Coorientador/UFRPE), Leticia Ferreira Crócomo, D. Sc. (ICA-UFMG), o Pós-Doutorando Wedson Carlos Lima Nogueira, D. Sc. (ICA-UFMG), e o Prof. Sérgio Sousa Santos (Suplente/ICA- UFMG) reuniu-se, por videoconferência, a Banca de defesa de dissertação de **INGRID ALESSANDRA LEMOS**, aluna do Curso de Mestrado em Produção Animal. O resultado da defesa de dissertação intitulada "**Níveis de inclusão de farinha de larva de tenébrio na dieta de cães sobre os parâmetros sanguíneos**" foi expresso pelo conceito "E" (nota 8,5), sendo a aluna considerada (aprovada/reprovada): **Aprovada**. E, para constar, eu, Professor Diego Vicente da Costa, Presidente da Banca, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada por mim e pelos demais membros da Banca examinadora.

OBS.: A aluna somente receberá o título após cumprir as exigências do ARTIGO 64 do regulamento do Curso de Mestrado em Produção Animal, conforme apresentado a seguir.

Art. 64 – Para dar andamento ao processo de efetivação do grau obtido, o candidato deverá, após a aprovação de sua Dissertação e da realização das modificações propostas pela banca examinadora, se houver, encaminhar à secretaria do colegiado do Curso, com a anuência do orientador, no mínimo 3 (três) exemplares impressos e 1 (um) exemplar eletrônico da dissertação, no prazo de 60 (sessenta) dias.

Montes Claros, 20 de maio de 2020

Diego Vicente da Costa
Orientador

Júlio Cezar dos S. Nascimento
Co orientador

Leticia Ferreira Crócomo
Membro

Wedson Carlos Lima Nogueira
Membro

Sérgio Sousa Santos
Suplente

AGRADECIMENTO

À Deus sempre. À minha mãe Consuelita e meu noivo Diogo pelo apoio constante. À Nilza Furrer e Thiago Furrer por cederem seus queridos animais e também o espaço para a execução do experimento. Ao Jorge e ao Ramon que me ajudaram no trato com os animais durante o projeto. E por fim, mas não menos importante, queria agradecer aos animais Nera, Esmeralda, Pandora e Frida por colaborarem sendo tão meigas e dóceis possibilitando que as etapas do trabalho fossem concluídas com sucesso.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo, avaliar os parâmetros hematológicos e bioquímicos de cães submetidos à diferentes níveis de inclusão da farinha da larva do *Tenebrio molitor* (0%, 2,5%, 5% e 7,5%) à sua dieta. O estudo foi realizado com 4 cães, fêmeas adultas, 5 anos, castradas, peso médio de 15,8kg (± 4 kg). Utilizou-se o delineamento em quadrado latino, com 4 tratamentos e 4 repetições. As dietas foram calculadas de acordo com o NRC (2006) e fornecidas na proporção 80:20 (ração seca:ração úmida). Os animais foram desverminados, avaliados clinicamente e submetidos ao exame sorológico de leishmaniose visceral antes de iniciar o experimento. Além disso, foi realizado um período de adaptação dos mesmos à ração seca e úmida durante 10 dias antes da inserção da farinha de inseto. Após os 10 dias de adaptação foram coletados 5ml de sangue de cada animal para avaliação dos parâmetros hematológicos e bioquímicos iniciais. O período experimental para cada tratamento foi de 14 dias, e no décimo quinto dia pela manhã, foram coletados novamente 5ml de sangue com os animais em jejum, sempre no horário de 7:00 às 8:00. Logo após a coleta, o sangue refrigerado e acondicionado em caixa de isopor foi encaminhado para laboratório de análises clínicas veterinárias. Os parâmetros avaliados foram: hemograma completo pelo método de contagem automatizada através da citometria de fluxo e contagem diferencial da série leucocitária por microscopia óptica. Os exames bioquímicos envolveram avaliação ureia (método Enzimático UV), creatinina (método colorimétrico), alanina aminotransferase (ALT), fosfatase alcalina (FA) e colesterol pelo método enzimático, proteínas totais e frações (método colorimétrico), glicose e triglicérides (enzimático colorimétrico), proteína C reativa (Aglutinação em látex), fibrinogênio (coagulométrico-Clauss), imunoglobulina E (quimioluminescência). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância múltipla (MANOVA) a 5% de confiança e o p valor foi obtido pelo programa R com auxílio do pacote Candisc (diferença $\leq 0,05$ p foi considerada estatisticamente significativa). O resultado das análises sanguíneas demonstrou que em todos os níveis de inclusão da proteína de tenébrio, não houve alterações sanguíneas. Portanto, pode-se concluir que, o uso da farinha de *Tenebrio molitor* é adequado e pode ser seguramente incluídas até o nível de 7,5% em alimentos para cães.

PALAVRAS CHAVE: Alimento alternativo. Animais de estimação. Hematologia *Tenebrio molitor*.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the hematological and biochemical parameters of dogs submitted to different levels of inclusion of *Tenebrio molitor* meal (0%, 2.5%, 5% and 7.5%) in their diet. The study was carried out with 4 dogs, adult females, 5 years old, neutered, with an average weight of 15.8 kg (\pm 4 kg). The Latin square design was used, with 4 treatments and 4 repetitions. The diets were calculated according to the NRC (2006) and provided in an 80:20 ratio (dry ration: wet ration). The animals were de-wormed, clinically evaluated and submitted to serological examination for visceral leishmaniasis before starting the experiment. In addition, a period of adaptation of the same to the dry and wet ration was carried out for 10 days before the insertion of the insect flour. After 10 days of adaptation, 5 ml of blood was collected from each animal to evaluate the initial hematological and biochemical parameters. The experimental period for each treatment was 14 days, and on the fifteenth day in the morning, 5 ml of blood were collected again with the animals on an empty stomach, always between 7:00 am and 8:00 am. Shortly after collection, the blood, refrigerated and packed in a polystyrene box, was sent to the veterinary clinical analysis laboratory. The parameters evaluated were: complete blood count by the automated counting method using flow cytometry and differential counting of the leukocyte series by optical microscopy. Biochemical tests involved urea (UV Enzyme method), creatinine (colorimetric method), alanine aminotransferase (ALT), alkaline phosphatase (FA) and cholesterol by enzymatic method, total proteins and fractions (colorimetric method), glucose and triglycerides (colorimetric enzyme), C-reactive protein (Latex agglutination), fibrinogen (coagulometric-Clauss), immunoglobulin E (chemiluminescence). The data obtained were submitted to multiple variance analysis (MANOVA) at 5% confidence and the p value was obtained by the R program with the aid of the Candisc package (difference \leq 0.05 p was considered statistically significant). The results of blood tests showed that at all levels of inclusion of the protein of tenebrium, there were no blood changes. Therefore, it can be concluded that the use of *Tenebrio molitor* flour is adequate and can safely be included up to the 7.5% level in dog food.

KEY WORDS: Pets. Protein. Sustainability. *Tenebrio molitor*.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quantidade (% e gramas) das dietas experimentais fornecidas diariamente aos cães..... 18

Tabela 2 - Níveis de garantia e composição básica do alimento seco (Produto Comercial A) e alimento úmido (Produto Comercial B), segundo o fabricante, utilizados como dieta controle para cães recebendo diferentes farinha de tenébrio em diferentes níveis (0, 2,5%, 5% e 7,5% de inclusão)..... 19

Tabela 3 - Composição nutricional do *Tenebrio molitor* utilizado nas dietas experimentais para cães..... 19

Tabela 4 - Médias, desvio-padrão e os valores de referências para cada componente sanguíneo em seus respectivos tratamentos (0, 2,5, 5 e 7,5%) e média do grupo controle..... 22

LISTA DE ABREVIações

ABINPET – Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação

ALT – Alanina Aminotransferase

AOAC – Official Methods of Analysis of AOAC International

FA – Fosfatase Alcalina

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations

FEDIAF – Nutritional Guidelines for Cat and Dog Food

IgE – Imunoglobulina E

NRC – National Research Council

Sindirações - Sindicato Nacional da Indústria de Alimentação Animal

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 Objetivo Geral.....	11
2.2 Objetivo Específico.....	11
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
3.1 Farinha de inseto: uma nova fonte de proteína.....	11
3.2 Importância da proteína na alimentação de cães	12
3.3 Tenebrio molitor.....	13
4 ARTIGO.....	14
RESUMO.....	15
ABSTRACT.....	16
INTRODUÇÃO.....	17
MATERIAIS E MÉTODO.....	17
Local do experimento e instalações	17
Animais, tratamentos e delineamento experimental.....	18
Análise estatística.....	20
RESULTADOS.....	20
DISCUSSÃO.....	23
CONCLUSÃO.....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que em 2050, com o crescimento da população mundial em 9 bilhões de pessoas, ocorrerá competição e maior demanda por alimentos ricos em proteína, já que, a indústria de alimentos para animais está estreitamente ligada à indústria de alimentos para humanos. Prevê-se ainda que, para atender esta demanda, a produção atual deverá aumentar em duas vezes. (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO, 2017; BOLAND *et.al*, 2013).

Até o ano de 2019, a população brasileira de animais de estimação (pet) era de 139,3 milhões, 54,2 milhões cães, 39,8 milhões aves ornamentais e canoras, 23,9 milhões gatos e 19,1 milhões peixes ornamentais. Este cenário gerou um faturamento anual de 20,3 bilhões de reais, envolvendo ramos relacionados à nutrição (73,9%), medicamentos (17,7%) e cuidados destes animais (8,4%) (ABINPET, 2018).

O consumo de ração neste contexto merece destaque os dados do Sindirações (2019), a produção de ração para animais de estimação (cães e gatos) aumentou 3,8% no primeiro semestre de 2019 quando comparado ao mesmo período de 2018.

Essa condição desperta preocupação com a sustentabilidade nutricional. De acordo com Swanson *et. al* (2013) a sustentabilidade nutricional é a capacidade de um sistema alimentar fornecer nutrição segura e adequada, mantendo a saúde da população sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer suas necessidades nutricionais.

A complexidade em manter tal sustentabilidade existe, visto que, para a produção de proteínas tanto de origem vegetal quanto animal, são necessárias mais pastagens, fertilizantes sintéticos, irrigação, maquinários e equipamentos, implicando em desmatamentos, em emissão de gases, em agravamento do efeito estufa e impactando, portanto, o ecossistema (FAO 2012; Herrero *et al.*, 2016). Além disso, deve-se levar em conta o limite de disponibilidade de recursos como água, terra, alimentos e energia, bem como as mudanças climáticas ao longo dos anos (BOLAND *et al.*, 2013).

Em consequência disso, tem se intensificado a busca de novas fontes adicionais de proteínas para ração animal e alimentos humanos (BOLAND *et al.*, 2013). Segundo Van Huis *et al.*, 2013 os insetos têm sido propostos como fonte proteica alternativa de alta qualidade para humanos e animais, pois, além de contribuírem para sua sustentabilidade, podem ser criados em várias fontes de resíduos orgânicos.

Segundo a FAO (2013) os insetos apresentam alto potencial proteico e eficiência em conversão alimentar, além de crescerem e se reproduzirem rapidamente, constituindo, portanto, uma alternativa bastante viável na substituição de proteínas nos alimentos atuais.

Alguns estudos demonstraram a viabilidade em produzir insetos e utilizá-los como alternativa de proteína sustentável na dieta animal de aves, suínos, bovinos e animais aquáticos (VELDKAMP *et al.*, 2012). Contudo, pouco se sabe a respeito dos efeitos na alimentação de cães principalmente no que tange à possíveis alterações fisiológicas.

Sendo assim, este estudo teve como objetivo avaliar as alterações sanguíneas (hematológicas e bioquímicas) causadas pela farinha da larva do *tenebrio molitor*, em quatro níveis distintos de inclusões de proteínas, incorporadas a dieta extrusada para cães.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar os parâmetros sanguíneos de cães adultos submetidos à diferentes níveis de inclusão da farinha da larva do *Tenebrio molitor* em diferentes níveis na dieta.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar os parâmetros hematológicos, sendo eles: hemácias, plaquetas, leucócitos totais, neutrófilos, eosinófilos, linfócitos para cada nível de inclusão (0%, 2,5%, 5%; 7,5%) de farinha da larva do *Tenebrio molitor* na dieta de cães adultos.

- Avaliar os parâmetros bioquímicos, entre eles: proteínas totais e frações (albumina e globulina), alanina aminotransferase (ALT), fosfatase alcalina (FA), triglicerídeos, colesterol total, ureia, creatinina, glicose, fibrinogênio, proteína C reativa, imunoglobulina E (IgE) para cada nível de inclusão (0%, 2,5%, 5%; 7,5%) de farinha da larva do *Tenebrio molitor* na dieta de cães adultos.

3 REVISAO DE LITERATURA

3.1 Farinha de insetos: nova fonte proteica

Diante da crescente ameaça à segurança alimentar global, decorrente das mudanças climáticas e do esgotamento dos recursos naturais, os insetos podem ser considerados uma nova fonte de alimento humano e ração animal no mundo (VANONHACKER, F. *et al*, 2013).

Segundo dados da FAO (2017) para a produção de carne são requeridos 70% da terra agrícola global e, para produzir 1 kg de frango, 1 kg de carne de carneiro e 1 kg de carne bovina, são necessários 4.325 litros, 5.520 litros, 13.000 litros de água, respectivamente.

Em comparação à pecuária, os insetos são mais ecológicos devido à menor emissão de gases de efeito estufa, poluição da água e uso da terra. Além disso, sua conversão alimentar é mais eficiente e o valor nutricional semelhantes ao da carne comum (VANONHACKER, F. *et al.*; 2013; EWELINA, Z. *et.al*, 2015).

O uso de insetos como fonte proteica também pode ser comparado à soja, devido ao alto teor de proteína e lipídeos. A sua produção por hectare quando comparada às plantações de cereais utilizados na formulação de rações, é 50% maior, sendo que, um hectare de cereal produz menos de uma tonelada de proteína, enquanto um hectare de insetos, pode render até cento e cinquenta toneladas de proteína (DOSSEY, *et. al.*; 2016).

O uso de insetos na alimentação animal se deu primeiramente na Ásia e África, introduzidos na ração de peixes (BANJO *et. al.*; 2006). Mas o interesse quanto ao uso das farinhas de inseto na dieta dos animais vem se tornando assunto discutido em diversos continentes (FAO, 2013). De acordo com Veldkamp *et. al* (2012) o uso de insetos como fonte de proteína sustentável na alimentação de suínos e aves, é tecnicamente viável bem como Gasco *et. al* (2014) que demonstrou em seu estudo que a substituição de insetos na dieta de peixes é bastante eficaz.

Algumas espécies de insetos se destacam na produção industrial de rações, como bicho-da-seda (*Bombyx mori*), mosca comum (*Musca domestica*), tenébrios (*Zophobas morio*), gafanhotos (*Tropidacris dux*) e termitas (*Isoptera*) (RAMOS-ELORDUY *et.al.*; 1997), por serem consideradas boa fonte de vitaminas, minerais, lipídeos, aminoácidos e energia (VAN HUIS, 2013). Outra vantagem da utilização dos insetos na fabricação de rações para animais é sua vida útil de prateleira mais longa devido a sua propriedade antifúngica, e alta quantidade de peptídios antibacterianos (ZHAO, 2010).

De acordo com Valderrama *et. al* (2008), os tenébrios, objeto do presente estudo, são uma potencial fonte de farinha de insetos, porém, apenas suas larvas são utilizadas para este fim, já que os insetos adultos têm em sua composição grande quantidade de quinonas, compostos orgânicos que podem trazer efeitos deletérios e tóxicos ao organismo, ocasionando processos inflamatórios e danos genéticos. Todavia, durante a fase larval, os tenébrios apresentam boa qualidade de lipídios, proteínas e ainda baixo teor de matéria mineral (MAKKAR *et. al.*, 2014).

3.2 Importância da proteína na alimentação de cães

Os cães pertencem à ordem Carnívora, podem ser considerados onívoros por sua capacidade digestiva e hábitos alimentares flexíveis quanto à sua dieta (MORRIS, 2001). Portanto, para se desenvolver formulações de dietas balanceadas é necessário o conhecimento do valor nutricional dos ingredientes e exigência energética da espécie.

De acordo com as Diretrizes Nutricionais de alimentos para cães e gatos (FEDIAF Guidelines-2019), as necessidades proteicas mínimas na dieta para cães adultos é de 18% a 21%, e insetos podem conter entre 50% a 77% de proteína corporal, demonstrando que insetos podem suprir as necessidades proteicas desses animais de maneira eficiente e viável.

Em se tratando de exigências proteicas para cães, o método aceito para avaliação é baseado em estudos de balanço nitrogenado, ou seja, na diferença entre digestão e excreção de nitrogênio pelo organismo, não permitindo determinar quanto é utilizado em síntese proteica, na oxidação e em outras funções (KENDALL *et. al*, 1982; HUMBERT *et al*, 2001). Embora este método seja aceito, Case *et al* (2010) julga ser uma tarefa difícil a determinação do requerimento proteico, devido aos vários fatores envolvidos e que podem influenciar a necessidade dessas proteínas.

Ainda segundo Case *et al* (2010), a proteína como fonte de aminoácidos essenciais e, aporte de nitrogênio para síntese dos aminoácidos não essenciais e também de pirimidinas e purinas, é um nutriente base para todos os animais, implicada no crescimento e reparação dos tecidos. De acordo com Borges e Ferreira (2004) a função primária das proteínas em cães, é a deposição tecidual sendo conseqüentemente fundamental para o desenvolvimento de filhotes, para reprodução e lactação, e para manutenção da qualidade de músculos e pelos.

A utilização da proteína na dieta como fonte de aminoácidos e nitrogênio é influenciada pela digestibilidade de nitrogênio, conteúdo de aminoácidos e também pelo valor biológico (CASE *et. al*, 2010). Borges e Ferreira (2004) definem valor biológico como a proporção de proteína de um alimento que é absorvido e utilizado pelo organismo em relação à quantidade proteica total ingerida, sendo que, a eficiência nutricional de uma proteína resulta da utilização digestiva e utilização metabólica. Ou seja, alto valor biológico de uma certa proteína significa que, menos proteína é consumida para atender as necessidades proteicas do cão adulto e desenvolvimento do cão jovem em crescimento.

De acordo com o NRC (2006) os cães utilizam em torno de 33% das suas necessidades proteicas para manutenção metabólica e 67% de suas necessidades proteicas para o crescimento. Excesso crônico de proteína na dieta pode trazer algumas alterações sistêmicas como: glomeruloesclerose e envelhecimento precoce da função renal de cães adultos saudáveis, devido a sobrecarga renal em eliminar o nitrogênio (SLAUSON E LEWIS, 1979).

3.3 *Tenébrio molitor*

O *Tenébrio molitor* é consumido por várias espécies de animais dentre mamíferos, aves, lagartos tartarugas, peixes, além da alimentação para animais de criações particulares e também animais de zoológico (NUTRINSECTA, 2017).

Pertencente à família Tenebrionidae da ordem Coleoptera, tem preferência por regiões temperadas e pode ser considerado como praga, pois podem infestar grãos armazenados. (EMBRAPA TRIGO, 2007).

Spang (2013) descreve as quatro fases de metamorfose do tenébrio, sendo a primeira a fase de embrião (ovos), em seguida a fase larvar, pupa e adulta (imago). A temperatura ótima para o seu desenvolvimento está entre 25 a 27 °C e a umidade relativa podendo variar entre 30 a 70%. A temperatura e a umidade, alimentação, estresse bem como a presença de patógenos tendem a influenciar o desenvolvimento do tenébrio sendo a temperatura e a umidade relativa os fatores de maior influência na produção.

A composição do tenébrio comum tem cerca de proteína bruta (50,1%), extrato não nitrogenado ($8\pm 0,2\%$), fibra bruta (1,73%), Ca (133 ppm), P (3345 ppm), gordura (12,72%), umidade (62,44%), sendo os seus aminoácidos principais a histidina, treonina e a lisina (BELFORTI *et al.*, 2015).

O uso da farinha da larva do tenébrio tem sido objeto de estudo de alguns autores em diversas espécies de animais. No estudo de Bovera *et al* (2015) o uso da farinha de tenébrio foi viável em frangos de corte durante a fase de crescimento, podendo ser substituída completamente pelo farelo de soja, melhorando a conversão alimentar e sem efeitos negativos sobre a palatabilidade.

Já em suínos, a farinha foi utilizada especificamente em leitões desmamados precocemente, e foi observado que, esses leitões podem ter 5% das proteínas na dieta, substituídas por farinha de tenébrio (JI, *et al.*, 2016).

Na piscicultura, o uso da farinha é mais frequente, vários estudos constataram a viabilidade dessa farinha, Lira (2015) estudou a introdução de até 30% desta na dieta de tambaquis juvenis e constatou que não houve diferença na digestibilidade e no desempenho. Tubin (2019) utilizou níveis de inclusão 0, 5, 10, 15 e 20% na dieta de tilápias e recomendou o uso de no máximo 10% de inclusão de farinha da larva de tenébrio para as tilápias na fase de berçário, sem afetar índices somáticos, hematológicos, de desempenho e composição de carcaça.

Em se tratando de animais de companhia, o estudo de Lisenko (2017) demonstrou que, a farinha da larva de tenébrio pode ser incluída até o nível de 15% nas dietas de cães e gatos, não havendo diferença na digestibilidade, escore, pH e microbiota fecal e parâmetros sanguíneos (hemograma, ureia e creatinina).

4 ARTIGO

- Título: Níveis de inclusão de farinha de larva de tenébrio na dieta de cães sobre os parâmetros sanguíneos.

Níveis de inclusão de farinha de larva de tenébrio na dieta de cães sobre os parâmetros sanguíneos

Levels of inclusion of mealworm in the diet of dogs on blood parameters
Levels of inclusion of mealworm in the diet of dogs on blood parameters

I.A.Lemos^{1*}, E.R.Madureira¹, D.V.Costa², J.C.S.Nascimento³

¹Aluno de pós-graduação – Universidade Federal de Minas Gerais - Montes Claros, MG

²Universidade Federal de Minas Gerais - Montes Claros, MG

³Universidade Federal Rural de Pernambuco - Recife, PE

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo, avaliar os parâmetros hematológicos e bioquímicos de cães submetidos à diferentes níveis de inclusão da farinha da larva do *Tenebrio molitor* (0%, 2,5%, 5% e 7,5%) à sua dieta. O estudo foi realizado com 4 cães, fêmeas adultas, 5 anos, castradas, peso médio de 15,8kg (± 4 kg). Utilizou-se o delineamento em quadrado latino, com 4 tratamentos e 4 repetições. As dietas foram calculadas de acordo com o NRC (2006) e fornecidas na proporção 80:20 (ração seca:ração úmida). Os animais foram desverminados, avaliados clinicamente e submetidos ao exame sorológico de leishmaniose visceral antes de iniciar o experimento. Além disso, foi realizado um período de adaptação dos mesmos à ração seca e úmida durante 10 dias antes da inserção da farinha de inseto. Após os 10 dias de adaptação foram coletados 5ml de sangue de cada animal para avaliação dos parâmetros hematológicos e bioquímicos iniciais, caracterizando o momento zero (D0). O período experimental para cada tratamento foi de 14 dias, e no décimo quinto dia pela manhã, foram coletados novamente 5ml de sangue com os animais em jejum, sempre no horário de 7:00 às 8:00. Os parâmetros avaliados foram: hemograma completo pelo método de contagem automatizada através da citometria de fluxo e contagem diferencial da série leucocitária por microscopia óptica. Os exames bioquímicos envolveram avaliação ureia (método Enzimático UV), creatinina (método colorimétrico), alanina aminotransferase (ALT), fosfatase alcalina (FA) e colesterol pelo método enzimático, proteínas totais e frações (método colorimétrico), glicose e triglicérides (enzimático colorimétrico), proteína C reativa (Aglutinação em látex), fibrinogênio (coagulométrico-Clauss), imunoglobulina E (quimioluminescência). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância múltipla (MANOVA) a 5% de confiança e o *p* valor foi obtido pelo programa R com auxílio do pacote Candisc (diferença $\leq 0,05$ *p* foi considerada estatisticamente significativa). O resultado das análises sanguíneas demonstrou que em todos os níveis de inclusão da proteína de tenébrio, não houve alterações sanguíneas. Portanto,

pode-se concluir que, o uso da farinha de *Tenebrio molitor* é adequado e pode ser seguramente incluídas até o nível de 7,5% em alimentos para cães.

PALAVRAS-CHAVE: Animais de estimação. Proteína. Sustentabilidade. *Tenebrio molitor*.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the hematological and biochemical parameters of dogs submitted to different levels of inclusion of *Tenebrio molitor* meal (0%, 2.5%, 5% and 7.5%) in their diet. The study was carried out with 4 dogs, adult females, 5 years old, neutered, with an average weight of 15.8 kg (\pm 4 kg). The Latin square design was used, with 4 treatments and 4 repetitions. The diets were calculated according to the NRC (2006) and provided in an 80:20 ratio (dry ration: wet ration). The animals were de-wormed, clinically evaluated and submitted to serological examination for visceral leishmaniasis before starting the experiment. In addition, a period of adaptation of the same to the dry and wet ration was carried out for 10 days before the insertion of the insect flour. After 10 days of adaptation, 5 ml of blood was collected from each animal to evaluate the initial hematological and biochemical parameters, characterizing the zero moment (D0). The experimental period for each treatment was 14 days, and on the fifteenth day in the morning, 5 ml of blood were collected again with the animals on an empty stomach, always between 7:00 am and 8:00 am. The parameters evaluated were: complete blood count by the automated counting method using flow cytometry and differential counting of the leukocyte series by optical microscopy. Biochemical tests involved urea (UV Enzyme method), creatinine (colorimetric method), alanine aminotransferase (ALT), alkaline phosphatase (FA) and cholesterol by enzymatic method, total proteins and fractions (colorimetric method), glucose and triglycerides (colorimetric enzyme), C-reactive protein (Latex agglutination), fibrinogen (coagulometric-Clauss), immunoglobulin E (chemiluminescence). The data obtained were submitted to multiple variance analysis (MANOVA) at 5% confidence and the p value was obtained by the R program with the aid of the Candisc package (difference \leq 0.05 p was considered statistically significant). The results of blood tests showed that at all levels of inclusion of the protein of tenebrium, there were no blood changes. Therefore, it can be concluded that the use of *Tenebrio molitor* flour is adequate and can safely be included up to the 7.5% level in dog food.

KEYWORDS: Pets. Protein. Sustainability. *Tenebrio molitor*.

*Autor para correspondência (corresponding author)
E-mail: ingridalessandralemos@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O grande crescimento e aumento de consumo das populações humana e animal de estimação faz surgir preocupação com a sustentabilidade uma vez que a indústria de alimentos para ambos compactuam das mesmas fontes de nutrientes, gerando concorrência alimentar, faz surgir a preocupação com a sustentabilidade. De acordo com Swanson *et al.* (2013) a sustentabilidade nutricional é a capacidade de um sistema alimentar fornecer nutrição segura e adequada, mantendo a saúde da população sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer suas necessidades nutricionais.

Em consequência disso, tem se intensificado a busca por novas fontes adicionais de proteínas para alimentação animal e humana (Boland *et al.*, 2013). Neste contexto, os insetos têm sido propostos como uma fonte proteica alternativa e de alta qualidade, pois, além de contribuírem para sua sustentabilidade, podem ser criados com várias fontes de resíduos orgânicos (Van Huis *et al.*, 2013)

Segundo a FAO (2013) os insetos apresentam alta potencial proteico, eficiência em conversão alimentar, além de crescerem e se reproduzirem rapidamente. Alguns estudos demonstraram a viabilidade em produzir insetos e utilizá-los como alternativa de proteína sustentável na dieta animal de aves, suínos, bovinos e animais aquáticos (Veldkamp *et al.*, 2012).

Desta maneira, objetivou-se no presente trabalho, avaliar as alterações sanguíneas (hematológicas e bioquímicas) após a inclusão da farinha da larva do *Tenebrio molitor*, em quatro níveis distintos (0, 2,5, 5 e 7,5%) à dieta extrusada para cães adultos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Local do experimento e instalações

A pesquisa foi conduzida em propriedade particular, situada na zona rural, a 20 km do município de Montes Claros (região norte de Minas Gerais) nos meses de setembro a dezembro de 2019. Todo o protocolo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Minas Gerais (protocolo nº 237/2019).

Os animais foram alojados em canis semi-cobertos com piso e paredes de cimento liso com dimensões 2,5x5x1,60m (largura x profundidade x altura, respectivamente) com comedouros e bebedouros em quantidade adequada. Durante o dia os animais eram separados na hora da alimentação. Durante o dia os animais eram soltos em área de lazer, constituída por uma parte do piso de cimento e outra de terra, para se exercitarem e interagirem com os demais animais.

Animais, tratamentos e delineamento experimental

Foram utilizadas quatro cadelas adultas sem raça definida, com peso de 15,80 ± 4kg, e idade aproximada de 6 anos.

O delineamento experimental foi quadrado latino composto por 4 tratamentos com diferentes níveis de inclusão da farinha de tenébrio (0, 2,5%, 5%, e 7,5%) à dieta e 4 repetições por tratamento. A farinha de tenébrio foi incorporada em substituição à ração referência. Essa ração era composta por dois produtos comerciais, uma ração seca e um alimento úmido na proporção de 80:20, respectivamente, como mostra a Tabela 1. A quantidade de alimento oferecida foi determinada de modo a atender as exigências nutricionais de cães adultos em manutenção em ambiente que permite atividades durante o dia, de acordo com as recomendações do National Research Council (NRC, 2006), sendo calculada pela fórmula: $130 \times PV^{0,75}$.

Tabela 1 – Quantidade (% e gramas) das dietas experimentais fornecidas diariamente aos cães.

		*Período Exp.	Período Exp.	Período Exp.	Período Exp.
		1	2	3	4
A1**	R.seca	80%(164g)	77,5%(158,88g)	72,5%(148,62g)	75%(153,76g)
	R. úmida	20%(41g)	20%(41g)	20%(41g)	20%(41g)
	Farinha	0%	2,5%(5,12g)	7,5%(15,38g)	5%(10,26g)
A2	R.seca	75%(206,6g)	80%(220,36g)	77,5%(213,48g)	72,5%(199,7g)
	R. úmida	20%(55g)	20%(55g)	20%(55g)	20%(55g)
	Farinha	5%(13,76g)	0%	2,5%(6,88g)	7,5%(20,66g)
A3	R.seca	77,5%(249,56g)	72,5%(234,62g)	75%(241,6g)	80%(257,6g)
	R. úmida	20%(64,4g)	20%(64,4g)	20%(64,4g)	20%(64,4g)
	Farinha	2,5%(8g)	7,5%(24,16g)	5%(16g)	0%
A4	R.seca	72,5%(256,66g)	75%(265,5g)	80%(283,2g)	77,5%(274,36g)
	R. úmida	20%(70,8g)	20%(70,8g)	20%(70,8g)	20%(70,8g)
	Farinha	7,5%(26,56g)	5%(17,7g)	0%	2,5%(8,85g)

*Período experimental: duração 14 dias. **A1: Animal 1

Para garantir a palatabilidade e uma boa homogeneização, a farinha de tenébrio foi homogeneizada junto a fração úmida. Os níveis de garantia e composição básica desses

produtos, segundo o fabricante, estão descritos na Tabela 2. A composição bromatológica da farinha de tenébrio foi realizada de acordo com a Association of Official Agricultural Chemists (AOAC, 2012) e encontra-se descrita na Tabela 3.

Tabela 2 - Níveis de garantia e composição básica do alimento seco (Produto Comercial A) e alimento úmido (Produto Comercial B), segundo o fabricante, utilizados como dieta controle para cães recebendo diferentes farinha de tenébrio em diferentes níveis (0, 2,5%, 5% e 7,5% de inclusão).

Item	Produto Comercial A	Produto Comercial B
Umidade (105°)	100g/kg	105g/kg
PB (min)	206g/kg	93,4g/kg
EE (min)	55,6g/kg	49,8g/kg
Matéria Fibrosa (máx)	43g/kg	13g/kg
Matéria Mineral (máx)	70,9g/kg	40g/kg
Nutrientes Digestíveis	779g/kg	770g/kg
Totais(NDT)		

Materiais analisados no Laboratório de Análises Bromatológicas Labornutri (Uberlândia-MG)

Composição básica (A): Farinha de vísceras, farinha de carne e ossos, gordura de frango, farelo de trigo, milho integral moído, farelo de glúten de milho-21, farelo de gérmen de milho, farelo de soja, aditivo prebiótico (mananoligossacarídeos) (Mín. 0,05%), extrato de yucca (Mín. 0,04%), aditivo palatabilizante líquido (hidrolisado) de vísceras de frango, cloreto de sódio (sal comum), propionato de cálcio, sulfato ferroso, sulfato de cobre pentahidratado, sulfato de manganês, óxido de zinco, sulfato de cobalto, iodato de cálcio, selenito de sódio, vitamina A, vitamina D3, vitamina E, vitamina K3, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B6, vitamina B12, ácido fólico, ácido nicotínico, ácido pantotênico, biotina, aditivo aromatizante (aroma de alho), aditivos antioxidantes (B.H.T./B.H.A).

Composição básica (B): Miúdos bovinos, miúdos suínos, carne e miúdos de aves, água, extrato de levedura, creme de milho, óleo vegetal, sal comum, ácido cítrico, espessantes carragena/xanana, alho, fosfato de sódio, sacarose, nitrato de sódio, hidróxido de tolueno butilado (BHT), ácido fólico, ácido pantotênico, biotina, cloreto de colina, iodato de cálcio, niacina, piridoxina, riboflavina, selenito de sódio, sulfato de cobalto, sulfato de cobre, sulfato de manganês, sulfato de zinco, sulfato ferroso, tiamina, vitamina A, Vitamina B12, vitamina D3, vitamina E, vitamina K e corante natural hemoglobina.

Tabela 3 - Composição nutricional do *Tenebrio molitor* utilizado nas dietas experimentais para cães.

Item	Tenébrio
Proteína Bruta (PB)	45,9%

Matéria Seca (MS)	95,9%
Matéria Mineral (MM)	2,6%
Energia Bruta(Kcal/kg)	6.340kcal/kg
Extrato Etéreo (EE)	30,4%

Material analisado no Laboratório de Bromatologia, UFMG/ICA-Montes Claros).

Os animais foram desverminados, avaliados clinicamente e realizado o exame sorológico para leishmaniose visceral canina antes do início do experimento. Além disso, foram submetidos à um período de adaptação com o a ração seca e úmida (patê) durante 10 dias antes de começar a inserção da farinha de inseto. Posteriormente (no décimo primeiro dia) iniciaram-se os tratamentos experimentais com farinha de inseto, sendo as dietas fornecidas duas vezes ao dia, às 10h e às 17 horas, durante 15 dias (período experimental).

O sangue foi coletado na manhã do 15º dia (concluindo o período experimental) entre às 7:30 e 8:00, uma amostra de sangue (5 mL) via punção venosa cefálica. As amostras de sangue foram enviadas para um laboratório de análises clínicas veterinárias comercial, situado na cidade de Montes Claros-MG. Os parâmetros avaliados foram: hemograma completo pelo método de contagem automatizada através da citometria de fluxo (AlereBio-2900 Vet) e contagem diferencial da série leucocitária por microscopia óptica (Nikon E100). Os exames bioquímicos foram realizados pelo aparelho Mindray (BIO-200Vet) e cada parâmetro analisado com seus respectivos métodos: ureia (método Enzimático UV), creatinina (método Colorimétrico), alanina aminotransferase, fosfatase alcalina e colesterol pelo método enzimático, proteínas totais e frações (método Colorimétrico), glicose e triglicérides (Enzimático colorimétrico), proteína C reativa (Aglutinação em látex), fibrinogênio (Coagulométrico-Clauss), imunoglobulina E (Quimioluminescência).

Análise estatística

Os resultados foram analisados com MANOVA a 5% de confiança obtidos pelo programa R com auxílio do pacote Candisc (diferença $\leq 0,05$ p foi considerada estatisticamente significativa).

RESULTADOS

Os resultados do experimento estão descritos na Tabela 4, demonstrando que, ao teste de MANOVA ($P > 0,05$), os níveis de inclusão da dieta não ocasionaram alterações significativas nos parâmetros sanguíneos analisados em relação ao grupo controle.

O tratamento 0% mostra que, na análise do sangue total onde se avalia a quantidade de eritrócitos (hemácias), plaquetas e os elementos da série branca (leucócitos totais,

neutrófilos, eosinófilos e linfócitos), os valores não variaram significativamente entre os tratamentos. Para a análise bioquímica, os elementos, proteínas totais e suas frações, albumina e globulina, ALT e FA como marcadores hepáticos, ureia e creatinina como marcadores renais também não variaram significativamente em relação ao grupo controle e permaneceram dentro dos valores estabelecidos como normais para cães adultos, bem como, triglicérides, colesterol total, glicemia e fibrinogênio. As últimas duas variáveis que constam na tabela, analisadas a partir do soro plasmático, proteína C reativa e imunoglobulina E foram avaliadas diferentemente das demais variáveis, já que estas apresentam resultados não numéricos e sim qualitativos. Ambas se mostraram ausentes neste tratamento de acordo com o valor e/ou característica estabelecida pela referência.

Os tratamentos: 2,5%, 5% e 7,5% demonstraram algumas diferenças em relação ao grupo controle 0%. Porém, todos os parâmetros sanguíneos permaneceram com valores de p acima de 0,05, conforme demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Médias, desvio-padrão, coeficientes de variação e valores de p para cada componente sanguíneo em seus respectivos tratamentos (0, 2,5, 5 e 7,5%).

Parâmetros Sanguíneos	0%			2.5%			5%			7.5%			Valor p
	Média	DP	CV	Média	DP	CV	Média	DP	CV	Média	DP	CV	
<i>Albumina</i>	3,05	0,60	0,20	2,93	0,55	0,19	3,12	0,22	0,07	2,94	0,50	0,17	0.96
<i>Colesterol</i>	171,75	24,20	0,14	241,70	30,58	0,13	196,68	13,34	0,07	228,24	39,92	0,17	0.138
<i>Creatinina</i>	0,97	0,06	0,06	0,90	0,14	0,15	1,00	0,10	0,10	0,93	0,09	0,09	0.647
<i>Eosinófilos</i>	13,50	23,38	1,73	19,50	33,77	1,73	57,00	59,89	1,05	13,00	22,52	1,73	0.616
<i>Eritrócitos</i>	7,01	0,71	0,10	6,41	0,30	0,05	6,63	0,06	0,01	6,98	0,38	0,05	0.297
<i>F.A.</i>	15,80	3,23	0,20	39,10	17,12	0,44	20,00	8,85	0,44	25,60	18,84	0,74	0.225
<i>Fibrinogênio</i>	200,00	0	0	200,00	0	0	175,00	43,30	0,25	175,00	43,30	0,25	0.543
<i>Glicose</i>	84,48	3,60	0,04	91,72	5,22	0,06	89,59	11,94	0,13	78,24	0,21	0,00	0.69
<i>Globulina</i>	4,28	0,82	0,19	4,29	0,55	0,13	3,76	0,79	0,21	3,76	0,90	0,24	0.72
<i>Imunoglobulina E</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Leucócitos</i>	5.775,00	426,47	0,07	6.000,00	1.238,95	0,21	6.275,00	1.112,15	0,18	5.425,00	506,83	0,09	0.847
<i>Linfócitos</i>	1.701,00	195,37	0,11	.2039,00	157,67	0,08	2.163,00	484,74	0,22	1.480,00	136,02	0,09	0.105
<i>Neutrófilos</i>	4.001,00	358,79	0,09	3.843,50	1130,16	0,29	3.951,50	756,16	0,19	3.821,75	482,74	0,13	0.847
<i>Plaquetas</i>	377.750,00	155.477,29	0,41	241.750,00	63.993,65	0,26	368.500,00	108.594,43	0,29	371.250,00	56.108,71	0,15	0.355
<i>Proteína C Reativa</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Proteínas Totais</i>	7,33	0,79	0,11	7,23	0,50	0,07	6,88	0,62	0,09	6,70	0,47	0,07	0.57
<i>TGP</i>	50,00	5,87	0,12	52,00	7,14	0,14	66,00	36,68	0,56	91,50	22,42	0,25	0.133
<i>Triglicerídeos</i>	100,65	31,21	0,31	106,56	15,08	0,14	84,28	7,17	0,09	95,19	28,90	0,30	0.356
<i>Ureia</i>	18,63	1,13	0,06	20,34	4,23	0,21	20,52	2,95	0,14	24,96	3,36	0,13	0.136

*Não houve diferença significativa com MANOVA a 5% de confiança (P>0,05)

DISCUSSÃO

Melo *et al.* (2006) descreveram que a porcentagem de proteína na dieta altera algumas variáveis hematológicas, como o eritograma, sem prejudicar o sistema de defesa orgânico, porém isso não foi observado com a dieta no presente estudo, onde os valores dos eritrócitos se mantiveram dentro dos valores estabelecidos como normais para cães, concordando com os resultados do estudo de Lisenko (2017) e Nap *et al.* (1991), os quais também avaliaram parâmetros sanguíneos após as dietas com diferentes níveis de proteína de tenébrio (7,5% e 15%) e proteínas brutas oriundas de rações (14,6%, 23,1% e 31,6%) respectivamente. Ambos autores não observaram diferenças ($P>0,05$) entre os valores de hemácias e hematócrito.

Os parâmetros tanto de plaquetas quanto para leucócitos totais e suas frações (linfócitos, neutrófilos, eosinófilos) não se alteraram mediante aos níveis de inclusão da proteína na dieta, demonstrados na tabela 4. De acordo com Thrall (2017) os neutrófilos atuam por meio da resposta inflamatória por quimiotaxia ao tecido inflamado, fagocitose de microrganismos e outros materiais estranhos, enquanto que os linfócitos representam um variado conjunto de subpopulações linfocitárias, como os linfócitos B (imunidade humoral reconhecendo os antígenos por intermédio das imunoglobulinas) e linfócitos T (imunidade celular) e também pela resposta às citocinas. Os eosinófilos contêm proteínas que se ligam e lesionam as membranas de parasitas, sendo responsáveis pelo mecanismo de defesa contra os estágios larvários dos parasitas além de estarem envolvidos na modulação de reações alérgicas inflamatórias e de imunocomplexos (Thrall, 2007). Diante de tais definições, pode-se verificar que a farinha de tenébrio não afetou nenhuma dessas funções fisiológicas dos cães corroborando com os resultados obtidos por Tubin (2017) o qual ofereceu farinha de tenébrio até o nível de 10% para tilápias e demonstrou que plaquetas e leucócitos não se alteraram ($P>0,05$), bem como na contagem diferencial de leucócitos (linfócitos, neutrófilos, monócitos, eosinófilos e basófilos).

Ao avaliar as alterações bioquímicas sanguíneas verificou-se que nenhum dos parâmetros analisados apresentaram alterações após o consumo da farinha de tenébrio para os 4 tratamentos.

Ao analisar as variações das proteínas de fase aguda: albumina, fibrinogênio e proteína C reativa, estes não variaram ($P>0,05$), em relação ao grupo controle se mantendo dentro dos valores de referências. É importante definir que, a albumina é a proteína mais abundante no plasma, seu aumento ocorre exclusivamente em situações de desidratação e sua diminuição pode ocorrer mediante diversos processos inflamatórios (Trall, 2007). Assim como a proteína C reativa e fibrinogênio que são utilizados como marcadores de resposta inflamatória em cães onde, a elevação sérica desta primeira precede qualquer alteração leucocitária, podendo aumentar de 100 a 1.000 vezes dentro de 24 e 48 horas (Nakamura *et al.*, 2008; Cray *et al.*, 2009), já o fibrinogênio aumenta sua concentração plasmática por vários dias, e pode atingir o pico entre o quinto e sétimo dia do processo inflamatório (Weiss e Wardrop, 2010). Portanto, a

inclusão da farinha de tenébrio se apresenta de forma positiva para uso em dietas caninas, não alterando as proteínas de fase aguda.

No estudo de Ferreira (2006) com cães saudáveis submetidos a uma dieta com três níveis de proteína bruta (12%, 22% e 32%) observou-se a inexistência de variações nos valores das proteínas totais séricas e no estudo de Safadi (2018) os maiores valores de proteína foram em cães obesos não podendo se atribuir estes valores à dieta, uma vez que a razão da diferença foi a elevação da globulina e não da albumina sendo que doença inflamatória, no caso a obesidade, cursa com a maior produção de globulinas, o que não é o caso do presente trabalho.

A análise dos marcadores renais ureia e creatinina não apresentaram alterações à medida que o nível de proteína era mudado. A determinação das concentrações séricas de uréia e creatinina é um método convencional utilizado para avaliação da função renal (Nelson e Couto, 2001). De acordo com Ferreira (2006), a relação entre dieta e concentração sérica de ureia não pode ser estabelecida no seu estudo, mas aumentos séricos de ureia podem ser atribuídos à dieta, foi o que confirmou este autor a avaliar cães alimentados com teores concentrações diferentes de proteína e relatar valores séricos de ureia crescente de acordo com a porcentagem deste nutriente na ração, sendo 36,46 mg/dL, 40,20 mg/dL e 49,88 mg/dL nos grupos alimentados com 12%, 22% e 32% de PB, respectivamente. Santos (2009) também encontrou concentrações séricas médias de ureia maiores num grupo de cães que havia sido submetido há um programa de ganho de peso e este aumento foi relacionado ao elevado consumo de proteína. Diferentemente do que ocorreu no presente trabalho, que ao aumentar a proteína na dieta (de 0% até 7,5% de proteína) os valores de ureia e creatinina foram semelhantes (de acordo com a média e desvio-padrão) e permaneceram dentro do valor de referência. Resultados estes semelhantes ao observado por Lisenko (2017) no seu estudo com farinha de tenébrio a 7,5% e 15% incluídos na dieta de cães.

Quanto as enzimas hepáticas alanina aminotransferase (ALT) e fosfatase alcalina (FA), a primeira é essencialmente hepato- específica para cães e gatos e seu aumento indica uma lesão celular liberando-a para a circulação, pequenos aumentos não têm relevância. Já a FA é menos específica pois, é sintetizada no fígado, nos osteoblastos, nos epitélio intestinal, renal e placenta. O seu aumento pode indicar atividade osteoblástica, colestase, indução por drogas como corticóides e fenobarbital e várias doenças crônicas, inclusive neoplasias (Trall, 2007). Apesar de ocorrer no presente estudo valores médios maiores de FA do grupo que recebeu 7,5% e ALT do grupo que recebeu 5%, não houve diferença estatística ($P > 0,05$) e mesmo aumentadas se mantiveram dentro do valor de referência estabelecido. O mesmo foi notado por Safadi (2018), onde as enzimas apresentaram tendência a valores médios mais elevados no grupo de cães obesos quando comparados ao grupo de peso ideal, porém dentro do valor de referência para espécie.

Os triglicérides e o colesterol são lipídeos plasmáticos relevantes, pois refletem de forma indireta o conteúdo sérico das lipoproteínas, mas alterações podem ocorrer devido falha no metabolismo de lipoproteínas ou como consequência de doença sistêmica coexistente

(Brunetto, 2011). No estudo em questão, esses lipídeos não demonstraram diferença significativa ($P > 0,05$) aos diferentes níveis de proteína ingerida, mantendo-se dentro dos valores de referência. No trabalho de Safadi (2018) com cães obesos, embora o esperado fosse encontrar o aumento do colesterol e triglicérides, isso não foi verificado. Concordando com os valores encontrados no estudo de Furtado (2013), que mensurou colesterol e triglicérides de cães com escores corporais diferentes, mas que permaneceram dentro dos parâmetros normais. No estudo de Gariglio *et al.* (2019) com inclusão de tenébrio na dieta de patos selvagens, houve redução de triglicérides e colesterol.

Quanto à glicose sérica, os cães apresentaram valores muito próximos neste parâmetro independente do nível de proteína consumido, não representando diferença significativa e permanecendo dentro do valor de referência. Contrapondo com o estudo de Ribeiro (2019) que também utilizou farinha de tenébrio na alimentação de tilápias. Este autor relatou que as maiores inclusões de farinha de tenébrio (19,5 e 26%) proporcionaram os níveis mais baixos de glicose sanguínea das tilápias, neste caso, dos tratamentos que continham maior inclusão de farinha de tenébrio, pode ser devido a formulação das rações, as quais, neste estudo sofreram redução do farelo de soja para 36,6 e 30,11%, para a inclusão da farinha de tenébrio, e isso poderia reduzir o teor de amido nas rações, que seria uma fonte de glicose para os animais, diferentemente do presente estudo, o qual não houve redução de nenhuma fonte de carboidrato para a inclusão da farinha de tenébrio.

Por fim, o parâmetro imunoglobulina E foi analisado. Esta imunoglobulina é tida como um tipo de anticorpo presente em doenças alérgicas (Ishizaka, 1966; Bennich, 1968). A maior parte das IgE's se fixa a receptores de alta afinidade, presentes na membrana celular de mastócitos e basófilos. A função da IgE na imunidade não está totalmente esclarecida mas sabe-se que participam na defesa contra helmintos, determinados vírus e algumas disfunções do sistema imunitário, também podem influenciar o nível sérico de IgE (Abbas *et al.*, 1997). Diante destas definições, pode-se concluir que, a ingestão de farinha de tenébrio pelos cães não desencadeou a produção de IgE, pois a mesma teve um valor ínfimo, considerada então, ausente nas análises sanguíneas. Logo, demonstrou que o uso de tal fonte proteica não desencadeia nenhum tipo de resistência alérgica. Ainda em relação à imunidade, Bovera *et al.* (2015) em estudo com frangos de corte em fase de crescimento, relatou que os valores bioquímicos sanguíneos sugeriram uma melhor resistência a doenças e resposta imunológica das aves, provavelmente devido aos efeitos prebióticos da quitina presente na dieta com inclusão de insetos.

CONCLUSÃO

De modo geral, a inclusão de farinha de insetos na alimentação de cães adultos resultou em achados comparáveis àqueles encontrados com os cães alimentados com a dieta controle, indicando que o seu uso como fonte proteica para cães é seguro, de acordo com as variáveis analisadas e o tempo de alimentação aplicado.

Conclui-se que a farinha de tenébrio nos níveis de inclusão e período experimental avaliados, é adequada e pode ser incluída em alimentos para cães adultos, até o nível de 7,5%, sem afetar parâmetros sanguíneos e bioquímicos séricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBA, A. K.; LICHTMAN, A. H.; POBER, J.; SOBER, J. S. Effector mechanisms of immunoglobulin E- initiated immune reactions. In: Abbas AK, Lichtman AH, Pober JS, eds. Cellular and Molecular Immunology, 3rd ed., W. B. Saunders Co., 1997, 297-312

AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International, 19th ed.; Latimer George, W., Jr., Ed.; AOAC. International Gaithersburg: Gaithersburg, MD, USA, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO(Abinpet). <http://abinpet.org.br/mercado/>. Acesso em 20/01/2020.

BANJO, A.; LAWAL, O.; SONGONUGA, E. The nutritional value of fourteen species of edible insects in southwestern Nigeria. African Journal of Biotechnology, Nairobi, v. 5, n. 3, p. 298-301, Feb. 2006.

BELFORTI, M.; GAI, F. V.; ROTOLO, L. Tenebrio molitor meal in rainbow trout (On corhynchus mykiss) diets: Effects on animal performance, nutrient digestibility and chemical composition of fillets. Ital. J. Anim. Sci. 14, 670–675, 2015.

BOLAND, M. J.; RAE, A. N.; VEREIJKEN, J. M.; MEUWISSEN, M. P.; FISCHER, A. R.; VAN BOEKEL, M. A.; RUTHERFURD, S. M.; GRUPPEN, H.; MOUGHAN, P. J.; HENDRIKS, W. H. The future supply of animal-derived protein for human consumption. Trends Food Sci. Technol. 29(1), 2013, p. 62-73.

BORGES, F. M. O.; FERREIRA, W. M. Princípios nutritivos e exigências nutricionais de cães e gatos: parte I Energia, proteína, carboidratos e lipídeos. Lavras: UFLA/ FAEPE, 2004. 108 p.

BOVERA, F.; PICCOLO, G.; GASCO, L.; MARONO, S.; LOPONTE, R.; VASSALOTTI, G, et al. Yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*, L.) as a possible alternative to soybean meal in broiler diets. Br Poult Sci. 2015;56(5):569-75. doi: <https://doi.org/10.1080/00071668.2015.1080815>.

BRUNETTO, M. A.; NOGUEIRA, S.; SÁ, F. C.; PEIXOTO, M.; VASCONCELLOS, R. S.; FERRAUDO, A. J.; CARCIOFI, A. C. Correspondência entre obesidade e hiperlipidemia em cães. Ciência Rural, Santa Maria, v. 10, p. 1-6, 2011.

CARNEIRO, L. F. R. Proteínas de fase aguda em cães com diferentes escores corporais. [dissertação] [Internet] Goiás: Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

CASE, L. P. et al. Canine and feline Nutrition-E-Book: a resource for companion animal professionals. 3. ed. Amsterdam: Mosby Elsevier, 2010. 577 p.

CRAY, C.; ZAIAS, J.; ALTMAN, N. H. Acute phase response in animals: A review. Comparative Medicine, Memphis, v. 59, n. 6, p. 517-526, 2009.

DENG, P; SWANSON. K. S. Companion Animals Symposium:Future aspects and perceptions of companion animal nutrition and sustainability. Illinois, 2015, p. 823-833.

DOSSEY, A. T.; MORALES-RAMOS, J. A.; ROJAS, M. G. Insects as sustainable food ingredients: production, processing and food applications. Oxford: Academic Press, 2016. 402 p.

EMBRAPA TRIGO. Mostra de iniciação científica da embrapa trigo, 3. Passo Fundo. Resumos. 36 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 82), 2007. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do82.htm. Acesso 19 de janeiro de 2020.

EWELINA, Z; BARBARA, B; MONIKA, K; KAMILA, R; ANNA, J. Selected species of edible insects as a source of nutrient composition. Food Research International 77: Part 3, November 2015, 460–466 (2015).

FEDIAF. Nutritional Guidelines for Complete and Complementary. Pet Food for Cats and Dogs March 2019. www.fediaf.org. Acesso em 30/04/2020.

FERREIRA, R. P. Função renal de cães adultos sadios alimentados com diferentes teores de proteína bruta. [dissertação] [Internet] Goiás: Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2006.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED (FAO). The state of World Fisheries and Aquaculture. Roma, Sofia, 2012, p. 24-26.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). The state of food insecurity in the world: the multiple dimensions of food security. Rome: FAO, 2013, p. 56.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED (FAO), 2017. Como alimentar o mundo em 2050. <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/901168/>. Acesso em 10/12/2019.

GARIGLIO, M.; DABBOU, S.; CRISPO, M.; BIASATO, I.; GAI, F.; GASCO, L.; Effects of the dietary inclusion of partially defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) meal on the blood chemistry and tissue (Spleen, Liver, Thymus, and Bursa of Fabricius) histology of Muscovy Ducks (*Cairina moschata domestica*). *Animal*, 2019;9(6):307. doi: <https://doi.org/10.3390/ani9060307>.

GASCO, L.; BELFORTI, M.; ROTOLO, L.; LUSSIANA, C.; PARISI, G.; TEROVA, G.; RONCARATI, A.; GAI, F. Mealworm (*Tenebrio molitor*) as a potential ingredient in practical diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). In: CONFERENCE "INSECTS TO FEED THE WORLD", 1, 2014, The Netherlands. Proceeding. The Netherlands: [s.n.], 2014. p. 69.

HERRERO, M.; CONAT, T. R.; HAVLIK, P.; HRISTOV, A. N.; SMITH, P.; GERBER, P.; GILL, MARGARET.; BUTTERBACH-BAHL, K.; HENDERSON, B.; THORNTON, P. K. Greenhouse gas mitigation potentials in the livestock sector. *Nature Climate Change*, volume 6, 2016, p. 452–46.

HUMBERT, B.; BLEIS, P.; MARTIN, L.; DUMON, H.; FDARMAUN, H.; NQUYEN, P.; Effects of dietary protein restriction and amino acids deficiency on protein metabolism in dogs. *Journal Animal Physiology and Animal Nutrition Germany*, v. 85, n. 7/8, p. 255-262, Aug. 2001.

ISIZAKA, K.; ISHISAKA, T. Identification of g E-antibodies as a carrier of reaginic activity. *J Immunol* 1966; 99: 1187-1192.

JI, Y. J.; LIU, H. N.; KONG, X. F.; BLACHIER, F.; GENG, M. M.; LIU, Y. Y.; et al. Use of insect powder as a source of dietary protein in early - weaned piglets. *J Anim Sci*. 2016;94:111-6. doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9555>.

LIRA, J. A. Avaliação da farinha de tenebrio (*Tenebrio molitor*) na alimentação de juvenis de tambaqui (*Colossoma macropomun*) [dissertação]. Manaus: Universidade Nilton Lins e Instituto de Pesquisas da Amazônia; 2015.

LISENKO, K. G. Valor nutricional de farinhas de insetos para cães e gatos [tese] [Internet]. Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2017 [cited 2020 Apr 28]. <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/28266>

KENDALL, P. T.; BLAZA, S. E.; HOLME, D. W. Assessment of endogenous nitrogen output in adult dogs of contrasting size using a protein-free diet. *The Journal of Nutrition*, Rockville, v. 112, n. 7, p. 1281-1286, July 1982.

NAP, R. C.; HAZEWINKEL, H. A. W.; VOORHOUT, G.; BROM, W. E.; GOEDEGEBUURE, S. A.; KLOOSTER, A. T. V. Growth and skeletal development in Great Dane puppies fed different levels of protein intake. *Journal of Nutrition*, Philadelphia, v.121, n.11. p.107-113, 1991.

NELSON, R. W., COUTO, C. G. Medicina Interna de pequenos animais. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, RJ. 2.ed., 2001. 1084 p.

MAKKAR, H. P. S. et al. State-of-the-art on use of insects as animal feed. Animal Feed Science and Technology, Amsterdam, v. 197, p. 1-33, Nov. 2014.

MELO, J. F. B., TAVARES-DIAS, M; LUNDESTEDT, L. M.; MORAES, G. 2006. Efeito do conteúdo de proteína na dieta sobre os parâmetros hematológicos e metabólicos do bagre sul americano *Rhamdia quelen*. Rev. Ciênc. Agroamb. 1(1):43-51.

MORRIS, J. Unique nutrient requirements of cats appear to be diet-induced evolutionary adaptations. Recent Advances in Animal Nutrition in Australia, California, v. 13, p. 187-194, 2001.

NATIONAL RESEARCH CONCIL - NRC. Nutrient requirements of dogs and cats. Washington: National Academies Press, 2006. 424 p.

NAKAMURA, M.; TAKAHASHI, K. O.; KOSHINO, NAKASHIMA, A. S.; FUJINO; TSUJIMOTO, H. C-reactive protein concentration in dogs with various diseases. Clinical Pathology, Tokyo, v. 70, n. 2, p. 127-133, 2008.

NUTRINSECTA. Nutrinsecta vai ampliar produção de insetos. <https://www.dedetizacaoinssetan.com.br/nutrinsecta-vai-ampliar-producao-de-insetos/>. Acesso em: 20/01/2020.

RAMOS-ELORDUY, J. MORENO, J. M. P.; PRADO, E. E.; PEREZ, M. A.; OTERO, J. L.; GUEVARA, O. L. Nutritional value of edible insects from the state of Oaxaca, Mexico. Journal of Food Composition and Analysis, San Diego, v. 10, n. 2, p. 142-157, June 1997.

SAFADI, D. de M. Avaliação hematológica e bioquímica sérica em cães (*Canis lupus familiaris*) obesos. [dissertação] [Internet]. Guarupava: Universidade Estadual do Centro-Oeste, 2018.

SANTOS, B. M. Função renal e hepática de cadelas adultas submetidas a programa de ganho e perda de peso. 2009. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

SINDIRAÇÕES

<https://sindiracoes.org.br/wpcontent/uploads/2019/09/boletim_informativo_do_setor_setembro_2019_vs_final_port_sindiracoes.pdf. Acesso em 20-01-2020.

SLAUSON, D.; LEWIS, R. Comparative pathology of glomerulonephritis in animals. Veterinary Pathology, Thousand Oaks, v. 16, n. 2, p. 135-164, Mar. 1979.

SPANG, B. Insects as food: assessing the food conversion efficiency of the mealworm (Tenebrio Molitor). Environmental study master thesis: The Evergreen State College. 2013.

SWANSON, K. S.; CARTER, R. A.; YOUNT, T. P.; ARETZ, J.; BUFF, P. R. Sustentabilidade nutricional de alimentos para animais. *Advances in Nutricion*, volume 4, Issue 2, Março 2013, p. 141-150.

TUBIN, J. S. B.; PAIANO, D.; HASHIMOTO, G. S. O; FURTADO, W. E.; MARTINS, M. L.; DURIGON, E.; et al. Tenebrio molitor meal in diets for Nile tilapia juveniles reared in biofloc system. *Aquaculture*. 2019:734763.

VALDERRAMA, J. A.; COLONELLI, P.; VÁSQUEZ, D.; GONZÁLEZ, M. F.; RODRÍGUEZ, J. A.; THEODULO, C. Studies on quinones. Part 44: novel angucyclinone Nheterocyclic analogues endowed with antitumoral activity. *Bioorganic & Medicinal Chemistry*, Oxford, v. 16, n. 24, p. 10172-10181, Dec. 2008.

VANONHACKER, F.; VAN LOO, E. J.; GELLYNCK, X., & VERBEKE, W., Flemish consumer attitudes towards more sustainable food choices. *Appetite*, 62: 7-16 (2013).

VAN HUIS, A.; VAN ITTERBEECK, J.; KLUNDER, H.; MERTENS, E.; HALLORAN, A.; MUIR, G.; VANTOMME. Edible insects: future prospects for food and feed security (Nº 171). Food and agriculture organization of the United nations (FAO), 2013.

VELDKAMP, T.; VAN DUINKERKEN, G.; VAN HUIS, A.; LAKEMOND, C.M.M.; OTTEVANGER, E.; BOSCH, G.; VAN BOEKEL, M.A.J.S. Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets - a feasibility study. Rapport 638 - Wageningen Livestock Research, 2012.

ZHAO, W.; LU, L.; TANG, Y. Research and application progress of insect antimicrobial peptides on food industry. *International Journal of Food Engineering*, Ghaziabad, v. 6, n. 6, Dec. 2010. Disponível em: <<http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201400157219>>. Acesso em 10/02/2020.

WEISS, D. J. & WARDROP, K. J. Schalm's Veterinary Hematology. 6. ed. Iowa: 406 Ames. pp. 1232, 2010.