

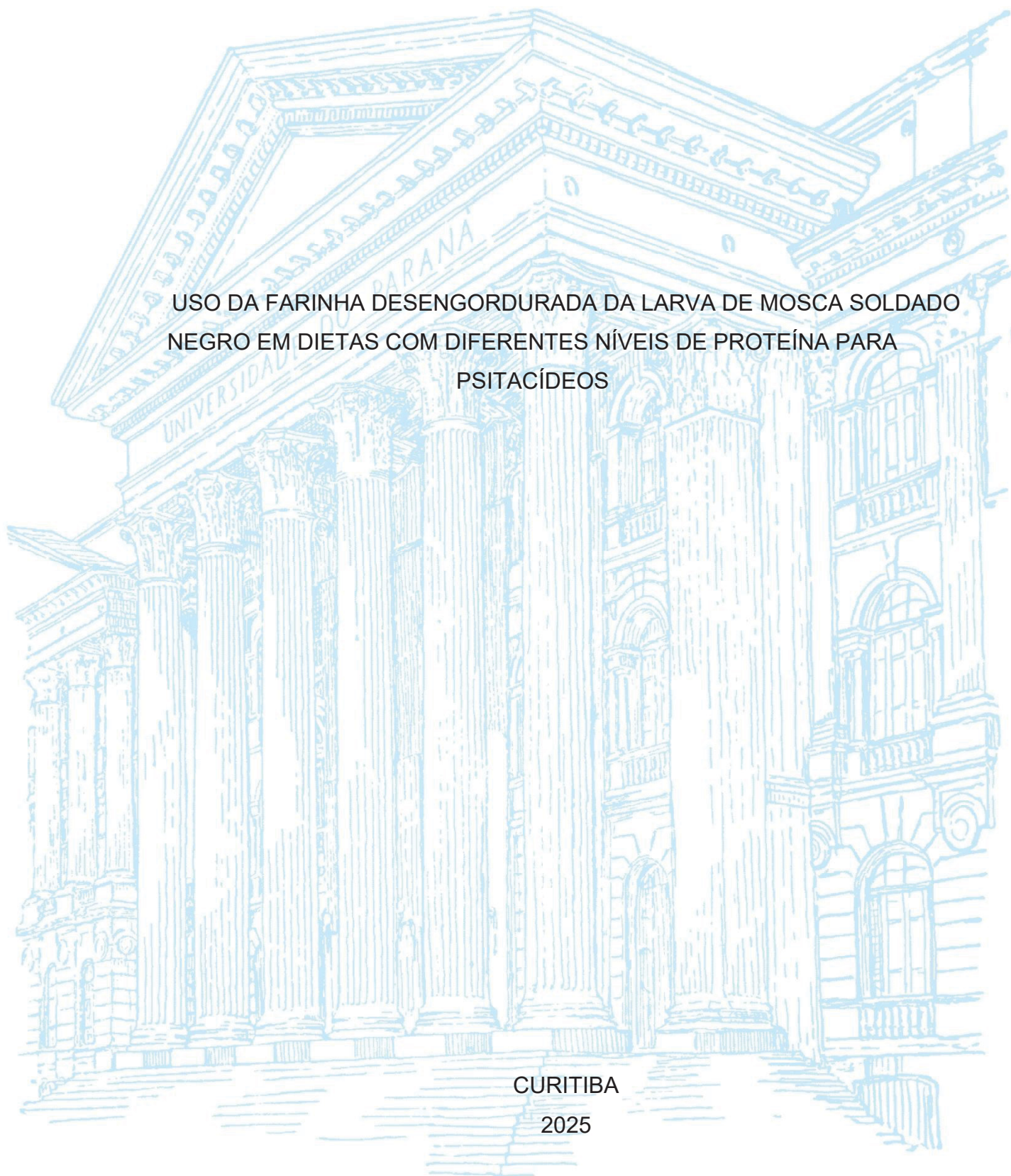
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BARBARA DECKER FERNANDES

USO DA FARINHA DESENGORDURADA DA LARVA DE MOSCA SOLDADO
NEGRO EM DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA PARA
PSITACÍDEOS

CURITIBA

2025



BARBARA DECKER FERNANDES

USO DA FARINHA DESENGORDURADA DA LARVA DE MOSCA SOLDADO
NEGRO EM DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA PARA
PSITACÍDEOS

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador(a): Profa. Dra. Chayane da Rocha

CURITIBA

2025

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Fernandes, Barbara Decker

Uso da farinha desengordurada da larva de mosca soldado negro em dietas com diferentes níveis de proteína para psitacídeos / Barbara Decker Fernanes. – Curitiba, 2025.

1 recurso online: PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.

Orientadora: Profa. Dra. Chayane da Rocha

1. Periquito (Ave). 2. Nutrição animal. 3. Proteínas na nutrição animal. 4. Insetos. I. Rocha, Chayane da. II. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. III. Título.

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação ZOOTECNIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **BARBARA DECKER FERNANDES**, intitulada: **Uso da farinha desengordurada da larva de mosca soldado negro em dietas com diferentes níveis de proteína para psitacídeos**, sob orientação da Profa. Dra. CHAYANE DA ROCHA, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 25 de Junho de 2025.

Assinatura Eletrônica

30/06/2025 12:22:49.0

CHAYANE DA ROCHA

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

01/07/2025 11:00:29.0

SIMONE GISELE DE OLIVEIRA

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

01/07/2025 08:07:50.0

ANANDA PORTELLA FÉLIX

Avaliador Externo (DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA - UFPR)

Dedico a Deus,
Ao meu esposo Willian, minha filha Isabela
e a todos que caminham comigo nesta jornada belíssima chamada vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus imensamente a oportunidade de vivenciar esta jornada do mestrado desafiadora e cheia de evolução.

A minha mãe Liziani, que com muita paciência e amor, cuidou de mim e enquanto realizava o experimento do mestrado da minha pequena Isabela. A família que é o bem mais precioso e sem dúvida a minha é valiosa.

Ao meu esposo Willian em todos estes anos de apoio na minha profissão, me ajudando a deixar este processo mais leve, ao companheirismo, apoio e acreditar no meu potencial, te amo. A minha pequena e linda Isabela que me ensina todos os dias o que é o amor incondicional, a ser paciente e sábia, e claro, a me tornar um ser melhor todos os dias.

Aos meus irmãos Bruna, Kauan, Samuel e ao meu padrasto Vagner por todo apoio e motivação. A minha segunda Família, Corrêa e Salvador, Inês, Mauriane, Edenilson, Luciane, Rogerio, Renan e Vicente.

A minha querida amiga Joice, que sempre acreditou no meu potencial e sempre me apoiou na profissão.

Ao LACRIAS, Cristiano, Rafael e todos os estagiários que me ajudaram de alguma forma nesta jornada. A Laiza que me ajudou no experimento e que trouxe muitas comidas para a recém mamãe, agradeço todo cuidado comigo.

Aos grupos LEPNAN e LENUCAN desde o início do mestrado, aos alunos destes grupos sempre me ajudarem tanto. Em especial aos alunos Vivian, Renata, Ana, Eduarda, Lorena e Giovani por me socorrem algumas vezes. Ao LNA UFPR em especial a Cleusa por todos os ensinamentos e ajuda nas análises laboratoriais.

A minha orientada Chayane da Rocha, por todo apoio, paciência, orientação e estímulo a evolução como profissional e como pessoa. Tenho muito sorte em ter uma pessoa como você para me orientar.

Aos professores da Nutrição que me ajudaram tanto no desenvolvimento da minha pesquisa, obrigada professores Alex, Ananda e Simone.

A equipe de veterinária que me ajudou nas coletas de sangue, Fernanda, Thiago e Alaina.

A professora Juliana B. B. Maurer por me ensinar muito e disponibilizar o seu tempo e o Laboratório de Bioquímica (Núcleo Paranaense de Pesquisa Científica e Educacional de Plantas Medicinais – NUPPLAMED da UFPR), para realizar as

análises de ácido úrico. E a Juliana Nakata, por topar aprender junto todo este processo.

À CAPES pela concessão da bolsa, bem como à Universidade Federal do Paraná (UFPR) e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. A Silvia por todo suporte nesta jornada.

À empresa Biotron Zootécnica pela colaboração na doação dos ingredientes e processo de produção das dietas experimentais utilizadas neste estudo.

E as aves do LACRIAS que possuem uma beleza única, que são as responsáveis pela viabilidade desta pesquisa.

Ao final, gratidão a todos desta jornada chamada vida, a verdade é que não fazemos nada sozinho, esta conquista é feita de muito apoio e ajuda. Meu sincero agradecimento a todos vocês.

“Tu te tornas eternamente responsável por aquilo que cativas”

O Pequeno Príncipe

RESUMO

A farinha desengordurada da larva da mosca-soldado negra (*Hermetia illucens* – DBSFL) tem se destacado como uma boa fonte proteica por apresentar alta concentração de aminoácidos essenciais, boa digestibilidade e menor impacto ambiental quando comparada a fontes convencionais. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da substituição total do farelo de soja (FS) pela farinha de DBSFL em dietas com níveis crescentes de proteína bruta (PB) para *Psittacula krameri* (Ring Neck) em fase de manutenção. Foram utilizadas vinte e quatro aves, distribuídas em delineamento em blocos casualizados, em seis dietas experimentais extrusadas, compostas por duas fontes proteicas (FS e DBSFL) e três níveis de PB (12%, 14% e 16%). Foram avaliadas a ingestão alimentar, os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB), a energia metabolizável aparente (EMA), a composição de aminoácidos das dietas, os parâmetros bioquímicos sanguíneos (ureia, ácido úrico, proteína total, albumina e globulina) e excreção de ácido úrico. A inclusão da DBSFL resultou em teores superiores de aminoácidos essenciais, com destaque para os ácidos glutâmico e aspártico e a lisina na dieta. A ingestão alimentar não diferiu entre os tratamentos ($P > 0,05$). O CD MS foi influenciado pelo nível proteico ($P < 0,05$), sendo maior nas dietas com 12% PB. O CDPB apresentou interação significativa entre fonte e nível de PB ($P = 0,004$), com melhor aproveitamento nas dietas com DBSFL a 14%. Para o EE, houve efeito significativo da fonte proteica, com maiores CDEE nas dietas contendo DBSFL. A EMA apresentou interação ($P = 0,001$), entre os fatores, com destaque para as dietas FS a 16% PB e DBSFL a 12% PB. Os parâmetros bioquímicos séricos não apresentaram diferenças estatísticas ($P > 0,05$), embora a dieta com DBSFL tenha promovido aumento nos níveis de ácido úrico sem ultrapassar os limites fisiológicos. A excreção de ácido úrico foi significativamente maior nas dietas com FS e em níveis mais altos de PB ($P < 0,05$). Conclui-se que a farinha de DBSFL é uma alternativa viável ao FS na alimentação de *Psittacula krameri*, promovendo boa digestibilidade, aceitação e perfil de aminoácidos, além de manter os parâmetros fisiológicos dentro dos valores de referência.

Palavras-chave: Alternativa; Black Soldier Fly; Digestibilidade; Insetos; Ring neck.

ABSTRACT

Defatted black soldier fly larva meal (*Hermetia illucens* – DBSFL) has emerged as a promising protein source due to its high concentration of essential amino acids, good digestibility, and lower environmental impact compared to conventional sources. This study aimed to evaluate the effects of completely replacing soybean meal (SM) with DBSFL in diets with increasing crude protein (CP) levels for *Psittacula krameri* (Ring-necked parakeet) during the maintenance phase. Twenty-four birds were allocated in a randomized block design to six extruded experimental diets, composed of two protein sources (SM and DBSFL) and three CP levels (12%, 14%, and 16%). The evaluations included feed intake, apparent digestibility coefficients of dry matter (DM), crude protein (CP), ether extract (EE), and gross energy (GE), apparent metabolizable energy (AME), amino acid composition of the diets, blood biochemical parameters (urea, uric acid, total protein, albumin, and globulin), and uric acid excretion. Inclusion of DBSFL resulted in higher levels of essential amino acids, particularly glutamic acid, aspartic acid, and lysine. Feed intake did not differ among treatments ($P > 0.05$). DM digestibility was influenced by protein level ($P < 0.05$), being higher in diets containing 12% CP. CP digestibility showed a significant interaction between source and CP level ($P = 0.004$), with better utilization in the DBSFL 14% diet. EE digestibility was significantly affected by the protein source, with higher values in DBSFL-based diets. AME showed an interaction effect ($P = 0.001$), with the highest values observed in the 16% CP SM diet and the 12% CP DBSFL diet. No significant differences were found in blood biochemical parameters ($P > 0.05$), although the DBSFL increased uric acid levels, but values remained within physiological limits. Uric acid excretion was significantly higher in the SM diets and in diets with higher CP levels ($P < 0.05$). It is concluded that defatted *Hermetia illucens* (DBSFL) meal is a viable alternative to soybean meal in the diet of *Psittacula krameri*, promoting good digestibility, acceptance, and amino acid profile, while maintaining physiological parameters within reference values.

Keywords: Alternative proteins; digestibility *Hermetia illucens*; nutrition; psittacines.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Figura 1– Ciclo de vida da *Hermetia illucens* (Mosca soldado negra). A espécie passa por diferentes estágios pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto.22

CAPÍTULO II – USO DA FARINHA DESENGORDURADA DA LARVA DE MOSCA-SOLDADO NEGRA EM DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA PARA PERIQUITO RING NECK (*P. KRAMERI*)

Figura 1 - Teores. Teores de aminoácidos (%) presentes na farinha desengordurada da larva da *Hermetia illucens* (DBSFL) com dados obtidos por análise laboratorial, e no farelo de soja 45,6% (FS 45,6%), com dados provenientes de tabelas de composição..44

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Tabela 1- Energia metabolizável predita (EMp) e composição nutricional aproximada do conteúdo do papo de filhotes de psitacídeos de vida livre (cinco espécies), em comparação com fórmulas comerciais para alimentação manual.16

Tabela 2 - Apresentação comparativa entre sete alimentos completos comerciais extrusados destinados a psitacídeos de diferentes fases fisiológicas. Erro! Indicador não definido.

Tabela 3 - Valores de ureia, ácido úrico, proteínas totais, albumina e globulina em diferentes espécies de aves.18

Tabela 4 - Composição química analisada das farinhas parcialmente desengordurada (BSFp) e a farinha altamente desengordurada (BSFh) da larva *Hermetia illucens*. ...25

CAPÍTULO II –USO DA FARINHA DESENGORDURADA DA LARVA DE MOSCA-SOLDADO NEGRA EM DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA PARA PERIQUITO RING NECK (P. KRAMERI)

Tabela 1 – Ingredientes e composição química analisada e calculada das dietas experimentais (%) formuladas com Farelo de Soja (FS) ou Farinha desengordurada de larvas de *Hermetia illucens* (DBSFL), com inclusão nos níveis de proteína 12%,14%, 16%..... Erro! Indicador não definido.

Tabela 2 – E Efeito da fonte proteica farelo de soja (FS) e farinha desengordurada da larva *Hermetia illucens* (DBSFL) com níveis crescentes de proteína bruta sobre a ingestão e digestibilidade de nutrientes em *Psittacula krameri* (Ring Neck) Erro! Indicador não definido.

CAPÍTULO III – PARÂMETROS DE BIOQUÍMICA SÉRICA E EXCREÇÃO DE ÁCIDO ÚRICO EM PSITACÍDEOS ALIMENTADOS COM DIETAS DE DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA E FARINHA DE *HERMETIA ILLUCENS*

Tabela 1 – Ingredientes e composição química analisada e calculada das dietas experimentais (%) formuladas com Farelo de Soja (FS) ou Farinha desengordurada de larvas de *Hermetia illucens* (DBSFL), com inclusão nos níveis de proteína 12%,14%, 16%.....Erro! Indicador não definido.

Tabela 2 – Valores médios e desvios padrão dos parâmetros bioquímicos sanguíneos em *Psittacula krameri* (Ring Neck) alimentadas com duas fontes proteicas (FS e DBSFL) e inclusão de diferentes níveis de proteína bruta (12%, 14% e 16%).Erro! Indicador não definido.

Tabela 3 – Concentração de ácidos úrico (AU%) na excreta de *Psittacula krameri* (Ring Neck) alimentadas com duas fontes proteicas (FS e DBSFL) e inclusão de diferentes níveis de proteína bruta (12%, 14% e 16%).Erro! Indicador não definido.

Tabela 1- Energia metabolizável predita (EMp) e composição nutricional aproximada do conteúdo do papo de filhotes de psitacídeos de vida livre (cinco espécies), em comparação com fórmulas comerciais para alimentação manual. 16

Tabela 2 - Apresentação comparativa entre sete alimentos completos comerciais extrusados destinados a psitacídeos de diferentes fases fisiológicas. 16

Tabela 3 - Valores de ureia, ácido úrico, proteínas totais, albumina e globulina em diferentes espécies de aves..... 18

Tabela 4 - Composição química analisada das farinhas parcialmente desengordurada (BSFp) e a farinha altamente desengordurada (BSFh) da larva *Hermetia illucens*.....25

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

AFCCO	- Association of American Feed Control Officials Incorporated
AU	- Ácido Úrico
BSFh	- Farinha altamente desengordurada de larvas de mosca-soldado negra
BSFL	- Black Soldier Fly Larvae Meal
BSFp	- Farinha parcialmente desengordurada de larvas de mosca-soldado negra
BUN	- Blood Urea Nitrogen
CDEB	- Coeficiente de digestibilidade da energia bruta
CDEE	- Coeficiente de digestibilidade do Extrato etéreo
CDMS	- Coeficiente de digestibilidade da matéria seca
CDPB	- Coeficiente de digestibilidade da Proteína bruta
CHO	- Carboidrato
EB	- Energia bruta
EE	- Extrato etéreo
EMA	- Energia metabolizável aparente
FS	- Farelo de Soja
MM	- Matéria Mineral
MS	- Matéria Seca
NEM	- Necessidade energética metabolizável

PB	- Proteína Bruta
PME	- Energia metabolizável predita
PPT	- Proteína Plasmática total

LISTA DE SÍMBOLOS

Σ - Somatório de números

ω -6 - ômega-6

ω -3 - ômega-3

β - beta

SUMÁRIO

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	16
1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 SISTEMA DIGESTÓRIO DOS PSITACÍDEOS.....	18
2.2 NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE PSITACÍDEOS	20
2.3 NECESSIDADE PROTEICA E ENERGÉTICA EM PSITACÍDEOS.....	23
2.4 METABOLISMO NITROGENADO EM AVES: PROTEÍNA PLASMÁTICA E EXCREÇÃO DE ÁCIDO ÚRICO	16
2.5 UTILIZAÇÃO DE INSETOS NAS DIETAS ANIMAIS	19
2.6 ASPECTOS GERAIS DA <i>HERMETIA ILLUCENS</i> : MOSCA-SOLDADO NEGRA (<i>BLACK SOLDIER FLY</i> - BSF).....	21
2.7 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS H. <i>ILLUCENS</i>	22
2.8 INFLUÊNCIA DO PROCESSAMENTO NA COMPOSIÇÃO DA FARINHA DE BSFL	23
3. CONSIDERAÇÕES GERAIS	27
CAPÍTULO II – USO DA FARINHA DESENGORDURADA DA LARVA DE MOSCA- SOLDADO NEGRA EM DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA PARA PERIQUITO RING NECK (<i>P. KRAMERI</i>)	37
RESUMO.....	37
1. INTRODUÇÃO	38
2. MATERIAL E MÉTODOS	39
2.1 ANIMAIS E ALOJAMENTOS	39
2.2 DIETAS EXPERIMENTAIS	39
2.3 ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE E CONSUMO	41
2.4 QUANTIFICAÇÃO DO ÁCIDO ÚRICO E CORREÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA NAS EXCRETAS	42
2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	43
3. RESULTADOS.....	44
4. DISCUSSÕES	46
5.CONCLUSÃO	49
6. REFERÊNCIAS.....	50

CAPÍTULO III – PARÂMETROS DE BIOQUÍMICA SÉRICA E EXCREÇÃO DE ÁCIDO ÚRICO EM PSITACÍDEOS ALIMENTADOS COM DIETAS DE DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA E FARINHA DE <i>HERMETIA ILLUCENS</i>.....	53
RESUMO.....	53
1. INTRODUÇÃO	54
2. MATERIAIS E MÉTODOS	55
2.1 ANIMAIS E ALOJAMENTOS	55
2.2 DIETAS EXPERIMENTAIS	55
2.3 QUANTIFICAÇÃO DO ÁCIDO ÚRICO E CORREÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA NAS EXCRETAS	57
2.4 PARÂMETROS BIOQUÍMICOS SANGUÍNEOS	57
2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	58
5. CONCLUSÃO	62
6. REFERÊNCIA	63

CAPÍTULO I – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o mercado de animais silvestres, como *pets* não convencionais, tem apresentado crescimento consistente, impulsionado pelas particularidades únicas dessas espécies. Esse crescimento também reflete na área da nutrição, em que aproximadamente 17,4% dos serviços oferecidos para esses animais estão relacionados a orientações nutricionais (Barbora et al., 2018; Leite et al., 2021). De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação, o Brasil possui aproximadamente 41,3 milhões de aves de estimação, representando um aumento de 1,5% entre 2021 e 2022 (ABINPET, 2023).

Paralelamente, cresce a demanda por ingredientes alternativos para compor a formulação de alimentos para tais animais. Neste cenário, os insetos têm se destacado como alternativa promissora, aplicável tanto à produção animal quanto aos animais de companhia. A academia e a indústria vêm investindo cada vez mais em tecnologias de produção e pesquisas que avaliem ingredientes gerados a partir da criação de insetos visto que sua produção apresenta benefícios importantes a nível nutricional, econômico e social (Oonincx; Boer, 2012; Makkar et al., 2014; Schiavone, et al., 2017).

Neste cenário, torna-se fundamental avaliar a qualidade e a composição nutricional dos alimentos disponíveis comercialmente para essas aves, especialmente no que diz respeito ao teor proteico. Atualmente, observa-se uma ampla variação nos níveis de proteína bruta entre diferentes alimentos completos extrusados disponíveis no mercado para psitacídeos, sendo possível encontrar alimentos completos que apresentam apenas o nível mínimo de proteína bruta sugerido pela AAFCO (1998). Mesmo entre produtos classificados como premium ou super premium, as formulações podem variar significativamente, o que pode impactar diretamente o atendimento das necessidades nutricionais das espécies, especialmente quando esses alimentos compõem a base da dieta.

Como alternativa, ingredientes obtidos a partir da criação da mosca-soldado negra (*Hermetia illucens*), conhecida também como *black soldier fly* (BSF), tem apresentado potencial promissor na composição de alimentos completos comerciais. A farinha desengordurada de BSFL é considerada uma fonte proteica com altos

valores de proteína bruta (PB) (40-44%), e aminoácidos essenciais (6 a 8 g de lisina; 1,7 a 2,4 g de metionina; 1,3 a 4,8 g de treonina e cerca de 0,5g de triptofano/100g de PB) (Newton et al., 1977, 2005; Barry, 2004; Gutierrez et al., 2004; Makkar et al. 2014). E vem sendo cada vez mais explorada como ingrediente na composição de alimentos completos comerciais para peixes (ornamentais e de produção), cães, gatos, aves e suínos. Entretanto, seus efeitos na nutrição e saúde como ingrediente na dieta para aves de companhia ainda são muito pouco explorados (Veldkamp et al., 2012; Makkar et al., 2014).

Até o momento da realização desta pesquisa, não foram encontrados estudos científicos publicados que avaliem a utilização da farinha desengordurada de *Hermetia illucens* na alimentação de psitacídeos, como *Psittacula krameri* (ring neck), em dietas extrusadas comerciais. A busca foi realizada nas principais bases de dados científicas, como Scopus, Web of Science, PubMed, SciELO e Google Scholar. Apesar do crescente interesse pela BSFL como ingrediente, sua aplicação prática para aves ornamentais ainda é pouco explorada.

Outro diferencial importante do presente estudo é a análise conjunta de dois fatores: a fonte de proteína (farelo de soja vs. DBSFL) e os níveis de proteína bruta (12%, 14% e 16%). Essa abordagem permite avaliar não apenas a digestibilidade dos nutrientes, mas também a adequação do perfil de aminoácidos. Ingredientes proteicos com perfil de aminoácidos mais equilibrado e alta digestibilidade permitem a formulação de dietas com menor teor de proteína, mas com maior valor biológico. Por outro lado, fontes com menor qualidade exigem concentrações mais elevadas para suprir as exigências nutricionais das aves (Pires et al., 2006).

Diante desse contexto, a realização de experimentos que avaliem os efeitos da utilização de farinhas de inseto como fonte proteica na dieta de aves de companhia, considerando variáveis como consumo e aceitabilidade, aproveitamento da dieta e saúde, é de extrema relevância. Assim, o objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos da utilização de farinha desengordurada de larva de mosca-soldado negra (*Hermetia illucens*) em dietas com níveis crescentes de proteína na alimentação de periquito Ring Neck (*Psittacula krameri*) em fase de manutenção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMA DIGESTÓRIO DOS PSITACÍDEOS

As aves estão entre os grupos de animais mais estudados devido a diversos fatores, como sua ampla distribuição global, importância ecológica e econômica, e seu papel crucial na conservação e da biodiversidade (Titley et al., 2017, BirdLife International 2022). Dentro desse grupo, destaca-se a ordem *Psittaciformes* que compreende aves amplamente distribuídas pelas regiões tropicais do globo, de onde se expandiram para áreas subtropicais e até regiões mais frias, como a Patagônia (Sick, 2001). No mundo, existem mais de 375 espécies de psitacídeos, sendo 85 delas encontradas no Brasil, os mais comumente criados como animais de estimação estão as calopsitas, ring necks, periquitos australianos, agapornis, roselas, forpus, papagaios, cacatuas e araras (Grespan; Raso, 2014; Farias, 2020).

As aves desta ordem apresentam características anatômicas e físicas únicas, que refletem adaptações específicas à sua dieta e comportamento natural. Uma das principais estruturas envolvidas na alimentação é o bico, uma estrutura multifuncional e adaptada às suas estratégias alimentares. Ele cumpre o papel que, nos mamíferos, é exercido por dentes e lábios, sendo essencial para capturar, manipular e, em alguns casos, imobilizar ou fragmentar presas antes mesmo do início da digestão (Arent, 2010).

Nos psitacídeos, o bico é alto, curvado e articulado ao crânio por meio da articulação naso-frontal, um mecanismo que possibilita maior mobilidade e absorção de impactos durante o consumo de alimentos mais resistentes (Neunzig, 1926; Bock, 1964; Sick, 2001). A força e a precisão do bico são potencializadas pela musculatura mandibular bem desenvolvida, tornando essa estrutura indispensável não apenas na alimentação, mas também em comportamentos como defesa, socialização e construção de ninhos (Fecchio et al., 2008).

Além disso, a língua dos psitacídeos é grossa, sensível e apresenta um número significativamente maior de papilas gustativas cerca de 300 a 400 em comparação com os galiformes, que possuem apenas 24 (O'malley, 2005; Godoy, 2006). Nos psitacídeos, as papilas gustativas estão concentradas na base da língua e na orofaringe, desempenhando um papel essencial na manipulação dos alimentos. Além disso, desempenham um papel essencial ao pressionar o alimento contra as

pregas palatinas (*rugae palatinae*), facilitando a ação do bico e da mandíbula na quebra de substratos alimentares rígidos (Klasing 1998; Mason; Clark 2000).

O sistema digestório das aves é composto por esôfago, dividido em partes cervical e torácica pelo inglúvio, além do estômago químico (proventrículo), estômago muscular (ventrículo), duodeno, jejuno, íleo, ceco e colo-reto (Bennett; Deem, 1996; Hirano, et al., 2010). O esôfago é altamente distensível e tem a função de conduzir o alimento pelas porções iniciais do trato gastrointestinal, auxiliado por glândulas mucosas que produzem muco para facilitar a passagem do bolo alimentar.

O esôfago apresenta uma dilatação denominada inglúvio, essa estrutura é altamente distensível e atua como reservatório temporário de alimento, favorecendo tanto o armazenamento quanto o amolecimento de substratos mais rígidos antes da digestão. Em psitacídeos, que consomem principalmente sementes, essa adaptação é especialmente importante, pois permite a ingestão de grandes volumes de alimento, mantendo um fornecimento constante de nutrientes ao longo do dia. Além disso, em diversas espécies silvestres, o conteúdo armazenado nessa região pode ser regurgitado posteriormente para alimentar os filhotes (Schmidt et al., 2003).

Segundo Dyce (1997), o estômago é dividido em duas partes: o proventrículo (porção glandular) e o ventrículo (porção muscular). O proventrículo possui glândulas tubulares que secretam pepsinogênio e ácido clorídrico, fundamentais para a digestão química dos alimentos. O ventrículo, também conhecido como moela, é um órgão muscular responsável pela trituração mecânica do alimento, compensando a ausência de dentes. A transição entre o proventrículo e o ventrículo ocorre no istmo, uma região curta onde ocorre a passagem dos tecidos glandulares para musculares, assegurando o funcionamento eficiente do sistema digestivo (Schmidt et al., 2003).

O pâncreas localizado dentro da alça duodenal, nos psitacídeos, possui três lobos e de um a três ductos que secretam enzimas digestivas no duodeno ascendente, próximo aos ductos biliares. Suas funções endócrinas e exócrinas incluem a produção de amilase, lipase, tripsina, quimotripsina e bicarbonato, regulados pela secretina e pelo nervo vago (King; McLelland, 1984).

O fígado das aves é proporcionalmente grande e apresenta dois lobos principais que envolvem o coração, podendo ser subdivididos. É recoberto por um septo pós-hepático rico em gordura (King; McLelland, 1984). A vesícula biliar está presente na maioria das espécies, mas ausente em algumas, como *Psittaciformes*, *Columbiformes* e *Struthioniformes*, nas quais a bile é conduzida ao duodeno pelo

ducto hepatoentérico (Evans, 1996; Bezuidenhout, 1999). A bile, além de emulsificar gorduras, contém amilase e lipase. Muitas aves não possuem a enzima bilirrubina redutase, sendo a biliverdina o principal pigmento biliar. Os ácidos biliares produzidos são reciclados via circulação entero-hepática, e seu aumento na corrente sanguínea pode indicar disfunções hepáticas (McLelland, 1979).

De acordo com a fisiologia aviária, o intestino é responsável pela digestão química e pela absorção dos nutrientes para seu metabolismo elevado. O duodeno recebe enzimas pancreáticas e bile para a quebra de gorduras, proteínas e carboidratos (McLelland, 1979). O jejuno absorve a maior parte dos nutrientes, enquanto o íleo regula a passagem do conteúdo intestinal para o intestino grosso (Hill, 1971; King; McLelland, 1984; Evans, 1996).

O intestino grosso em psitacídeos é simplificado devido à ausência de cecos, sendo composto por um segmento curto e reto que se conecta diretamente ao íleo e à cloaca. Sua principal função está relacionada à reabsorção de água e eletrólitos antes do processo de excreção. O reto, segmento final do intestino grosso, acumula as fezes antes de sua eliminação pela cloaca (McLelland, 1986).

2.2 NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DE PSITACÍDEOS

O fornecimento de nutrientes ao organismo desempenha papel fundamental na manutenção, no crescimento, na reprodução, na longevidade e na resposta imunológica das aves, especialmente em situações de estresse ambiental ou exposição a patógenos. Em vida livre, a dieta dos psitacídeos é extremamente variada e pode incluir a ingestão de sementes, brotos, frutas, insetos, larvas, castanhas, coquinhos, entre outros. Há espécies que consomem mais de 50 tipos diferentes de alimentos. Outro aspecto é que na natureza as aves necessitam ingerir dietas com nível de energia mais elevado, visto que em seu habitat natural apresentam maior gasto energético relacionado às atividades físicas, reprodutivas, termorregulatórias, e fuga de predadores (Saad et al., 2008).

Em contraste, quando mantidas sob cuidados humanos, alimentar essas espécies de forma equilibrada ainda representa um desafio, sobretudo pelas lacunas existentes em pesquisas voltadas à nutrição específica dessas aves (Harrison et al., 2006). Baseando-se na dieta de vida livre, as sementes e/ou suas misturas são frequentemente utilizadas como dieta completa para os psitacídeos. No entanto, é

importante ressaltar que a maioria das sementes oferecidas não faz parte do ambiente natural dessas aves, como é o caso das sementes de girassol e amendoim (Kalmar et al. 2010b).

O oferecimento de dietas baseadas apenas em sementes é nutricionalmente incompleta e desbalanceada, (Wolf et al., 1998). A semente de girassol, por exemplo contém cerca de 20,7% de PB, 51,46% de lipídeos, 20% de carboidratos, 0,07% de cálcio e 0,66% de fósforo, com valor energético aproximado de 5,8 kcal/g (USDA, 2020). Embora contenham quantidades satisfatórias de proteína, essas sementes geralmente são pobres em aminoácidos essenciais, como lisina e metionina, que são fundamentais para a saúde das aves (Roudybush; Grau, 1985; Klasing, 1998). Como também apresentam deficiência em vitaminas lipossolúveis essenciais, como A, D, E e K, além de baixos níveis de cálcio (Wolf, 2002; Harrison; Lightfoot, 2006).

A deficiência de cálcio é motivo de atenção, pois esse mineral, em conjunto com o fósforo, constitui a maior parte da estrutura óssea dos animais aproximadamente 99% do cálcio e 80% do fósforo do organismo encontram-se nos ossos, conferindo-lhes rigidez. Além da função estrutural, o cálcio desempenha papéis essenciais em diversos processos fisiológicos, como a coagulação sanguínea, a transmissão de impulsos nervosos, a contração muscular, a ativação enzimática e a formação da casca dos ovos (Underwood, 1999; Macari et al., 2002).

O fósforo, por sua vez, exerce papel fundamental em diversas vias metabólicas do organismo animal. Ele participa da geração de energia celular por meio da adenosina trifosfato (ATP), além de estar envolvido no metabolismo de carboidratos, lipídeos e aminoácidos. Também contribui para o funcionamento adequado do sistema nervoso, a contratilidade muscular, a manutenção do equilíbrio ácido-base e a estruturação das membranas celulares e dos ácidos nucleicos (Runho et al., 2001).

No entanto, não é apenas a presença de cálcio e fósforo na dieta que importa, mas também sua proporção. Segundo Godoy (2006), o excesso de um desses minerais pode levar à formação de fosfato de cálcio insolúvel no trato digestório, dificultando a absorção do nutriente que estiver em menor quantidade. Por isso, manter uma relação equilibrada entre cálcio e fósforo é fundamental. Em aves em fase de manutenção, recomenda-se uma proporção Ca:P entre 1:1 e 2:1, com teor de cálcio não superior a 1%. Outros autores sugerem que a relação ideal gire em torno

de 1,5:1, o que corresponderia a dietas contendo aproximadamente 1% de cálcio e 0,7% de fósforo (Petrack, 1982; Walsh, 1985).

Outro ponto é que essas sementes são vendidas ainda imaturas, o que reduz seu valor nutricional, e mesmo quando maduras, diferem significativamente das sementes encontradas na dieta natural desses animais (RoudyBush; Grau, 1985). Além disso, apresentam uma composição diferente de ácidos graxos em comparação às sementes selvagens, incluindo a presença de ácidos graxos ômega-6, que não são encontrados nas sementes naturais, o que pode afetar o equilíbrio lipídico necessário para a saúde dos psitacídeos (WOLF et al. 1998).

A escolha das sementes para as misturas comerciais é baseada principalmente no tamanho relativo das sementes em relação ao bico das aves e nas preferências alimentares observadas, não considerando as necessidades nutricionais específicas de cada espécie (Kalmar, 2011). Dietas comerciais formuladas apresentam, em média, 45% menos energia metabolizável do que as misturas de sementes, sobretudo devido ao menor teor lipídico observado (8,6% nos alimentos completos comerciais, contra 31,7% nas sementes descascadas) (Werquin et al., 2005). Esse contraste evidencia um risco importante quando oferecidas *ad libitum*, as misturas de sementes podem fornecer um excesso de energia incompatível com os baixos níveis de atividade física típicos de psitacídeos mantidos sob cuidados humanos, contribuindo de forma significativa para o desenvolvimento de quadros de obesidade (Werquin et al., 2005).

Além dos riscos associados ao excesso de energia nas dietas à base de sementes, é importante destacar que os distúrbios nutricionais representam a principal causa de enfermidades em aves de companhia, chegando a 90% de todas as ocorrências clínicas, devido ao fato da maioria dos alimentos para psitacídeos, disponível comercialmente, ser à base de misturas de sementes deficientes nutricionalmente. Além disso, essas aves apresentam um comportamento alimentar seletivo, o que pode acentuar ainda mais o desequilíbrio nos nutrientes efetivamente consumidos. Como consequência, torna-se evidente que há impactos significativos nos aspectos comportamentais, físicos e psicológicos desses animais (Harrison et al., 2006).

Para evitar a seletividade alimentar e a carências nutricionais, recomenda-se a introdução gradual de alimentos extrusados ou peletizados formulados especificamente para essas aves. Esses alimentos completos são formulados com a

combinação de diversos ingredientes, visando suprir de maneira equilibrada as necessidades nutricionais das aves em diferentes estágios fisiológicos. Os alimentos são submetidos a processos de moagem, peletização ou extrusão, o que melhora significativamente seu valor nutritivo. Esses processos aumentam a digestibilidade dos nutrientes e inativam alguns compostos antinutricionais presentes nas matérias-primas utilizadas (Pond et al., 1995; Wolf et al. 1998; Kalmar et al., 2007).

O aumento da digestibilidade resulta em melhor aproveitamento do alimento, diminui a necessidade de ingestão de matéria seca, reduz a produção de fezes facilitando a higienização das instalações e promove melhor saúde do trato digestório (Carciofi et al., 2006).

2.3 NECESSIDADE PROTEICA E ENERGÉTICA EM PSITACÍDEOS

As necessidades nutricionais de psitacídeos mantidos sob cuidados humanos podem variar de acordo com o estágio fisiológico, a espécie e as condições ambientais. Em psitacídeos em fase de manutenção, recomenda-se uma dieta com teor de PB entre 9% e 13%, podendo alcançar valores superiores a 20% durante a fase de crescimento ou até 22% em períodos de reprodução e muda (Drepper et al., 1988; Roudybush; Grau, 1986; Ullrey et al., 1991; Saad, 2003). A *Association of American Feed Control Officials* (AAFCO, 1998) sugere que a composição das dietas para psitacídeos apresente o mínimo de 12% de PB na matéria natural e entre 3.200 e 4.200 kcal de energia bruta por quilograma de alimento.

A demanda energética, expressa como necessidade de energia de manutenção varia entre 154,6 e 229,2 kcal/dia multiplicado pelo peso corporal (em kg) elevado a 0,75, sendo menor para aves mantidas em cativeiro e maior para aquelas em vida livre (Koutsos et al., 2001). Durante períodos de maior exigência fisiológica, como o inverno ou a época reprodutiva, a necessidade energética pode se elevar em até 3,23 vezes (Buttemer et al., 1986; Williams et al., 1991). Além disso, recomenda-se que as dietas contenham no mínimo 1% de ácido linoleico ou entre 4% e 5% de lipídeos totais para garantir o adequado funcionamento metabólico (AAFCO, 1998).

Além das recomendações baseadas em aves mantidas em cativeiro, estudos com espécies de psitacídeos em vida livre também fornecem informações valiosas sobre os componentes naturais da dieta durante fases críticas, como a alimentação de filhotes. A Tabela 1 apresenta os valores médios de energia metabolizável e

composição nutricional de alimentos regurgitados por pais para seus filhotes em diferentes espécies de psitacídeos, conforme Cornejo et al. (2022).

Atualmente, observa-se uma ampla variação nos níveis de PB entre diferentes rações extrusadas disponíveis no mercado para psitacídeos, sendo possível encontrar alimentos completos que apresentam o nível mínimo de PB sugerido pela AAFCO (1998). Mesmo entre produtos classificados como *premium* ou *super premium*, as formulações podem variar significativamente, o que pode impactar diretamente o atendimento das necessidades nutricionais das espécies, especialmente quando essas rações compõem a base da dieta. Na tabela 2 é possível visualizar um comparativo de diferentes alimentos completos extrusados para psitacídeos comercializados no Brasil.

A análise dos produtos listados revela uma variação nos níveis de PB declarados nos rótulos, como valores mínimos de 13% a 18% entre os diferentes alimentos. Embora todas as rações sejam extrusadas e formuladas para psitacídeos de pequeno e médio porte, observa-se uma diferença significativa nos teores proteicos, mesmo entre produtos da mesma marca. Essa variação reforça a importância da leitura criteriosa dos rótulos e da escolha da ração mais adequada ao porte, fase fisiológica e exigências nutricionais de cada espécie. Além disso, destaca-se a necessidade de estudos que avaliem o impacto dessas diferenças na saúde e no desempenho nutricional das aves mantidas sob cuidados humanos.

Tabela 1- Energia metabolizável predita (EMp) e composição nutricional aproximada do conteúdo do papo de filhotes de psitacídeos de vida livre (cinco espécies), em comparação com fórmulas comerciais para alimentação manual.

Grupo / Espécie	EMp (kcal/kg)	PB (g/ kcal EMp)	EE (g/ kcal EMp)	CHO (g/ kcal EMp)	MM (g/ kcal EMp)
Papagaio cubano ¹ (n = 5)	4.541 ± 108 ^a (4.541–4.780)	54 ± 6 ^{abc} (45–63)	67 ± 14 ^a (63–70)	88 ± 4 ^{1ab} (81–95)	11 ± 1 ^{ab} (10–13)
Arara Vermelha ² (n = 5)	4.541 ± 335 ^a (4.302–4.758)	50 ± 10 ^{ac} (37–56)	71 ± 27 (51–82)	76 ± 23 ^{ab} (53–95)	15 ± 1 ^c (14–17)
Papagaio-de-coroa-lilás ³ (n = 14)	5.019 ± 382 ^c (4.541–5.736)	50 ± 12 ^a (28–68)	63 ± 27 (44–92)	76 ± 14 ^{1a} (53–142)	5 ± 1 ^d (4–9)
Ara macau ⁴ (n = 10)	4.063 ± 813 ^{ab} (2.390–5.258)	54 ± 12 ^b (38–85)	71 ± 41 (51–92)	110 ± 239 ^b (70–139)	15 ± 3 ^c (6–13)
Papagaio-de-bico-grosso ⁵ (n = 10)	6.458 ± 573 ^d (5.239–6.921)	41 ± 19 ^d (24–84)	92 ± 24 ^b (80–95)	17 ± 12 ^c (7–33)	6 ± 2 ^d (4–8)
Fórmulas comerciais (n = 15)	4.063 ± 239 ^b (3.585–4.780)	58 ± 10 ^b (42–76)	28 ± 22 ^c (11–51)	146 ± 84 ^d (110–205)	15 ± 2 ^e (11–21)

Fonte: Adaptado de Cornejo et al. (2022).

Nota: Valores expressos como média ± desvio padrão (mínimo – máximo). Os perfis nutricionais de todas as variáveis diferiram entre os grupos (ANOVA não paramétrica de Kruskal–Wallis: $p < 0,05$). *Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si (comparações pareadas pelo teste de Wilcoxon, $p > 0,05$).

Espécies: ¹*Amazona leucocephala*; ²*Ara chloropterus*; ³*Amazona finsch*; ⁴*Ara macao*; ⁵*Rhynchopsitta pachyrrhyncha*.

Abreviações: EMp – Energia Metabolizável Preditiva; PB – Proteína bruta; EE- Extrato etéreo; CHO – Carboidratos; MM – Matéria mineral (Cinzas).

Tabela 2 - Apresentação comparativa entre sete alimentos completos comerciais extrusados destinados a psitacídeos de diferentes fases fisiológicas.

Produto	Público-alvo	Finalidade	PB (mín.)	EE (mín.)	FB (máx.)	MM (máx.)
A	Calopsitas e psitacídeos de pequeno porte	Manutenção	13%	5%	5%	9%
B	Ring necks e similares	Reprodução	17%	5%	5%	9%
C	Calopsitas	Manutenção	13%	4%	5%	7%
D	Psitacídeos médios e grandes	Reprodução	15,90%	4%	4%	8%
E	Ring necks e psitacídeos	Reprodução	18%	5%	4%	8%
F	Maritacas, roselas, ring necks	Manutenção	16%	4%	4%	8%
G	Ring necks e similares	Manutenção	17%	4%	5%	8%

Fonte: Informações obtidas nos sites dos fabricantes (Nutrópica, 2025; Megazoo, 2025; Sellecta, 2025; Suprema, 2025).

Abreviações: PB – Proteína bruta; EE- Extrato etéreo; FB – Fibra bruta; MM – Matéria mineral (Cinzas).

Outro ponto é diante do setor de *pet food* em constante crescimento e o setor da pecuária alcançando o limite de sua capacidade de produção sustentável, há uma busca por novas fontes de proteína para atender à crescente demanda do mercado e às expectativas dos proprietários de animais (Bosch; Vervoort; Hendriks, 2016; Pezzali; Shoveller, 2021).

Portanto, é crucial que os tutores, criadores e mantenedores de psitacídeos ofereçam uma dieta adequada, levando em consideração as necessidades específicas de cada espécie, a fim de garantir a saúde e bem-estar dessas aves. Como alternativa de alimentação para aves o emprego de alimentos industrializados tem se potencializado nos últimos anos.

2.4 METABOLISMO NITROGENADO EM AVES: PROTEÍNA PLASMÁTICA E EXCREÇÃO DE ÁCIDO ÚRICO

As aves são consideradas animais uricotélicos, caracterizando-se pela excreção do nitrogênio (N) metabólico principalmente na forma de ácido úrico. Cerca de 60% a 80% do nitrogênio excretado pelas aves está presente no ácido úrico (Diaz Gonzalez; Silva, 2006).

O ácido úrico é sintetizado no fígado e nos rins, a partir da degradação de nucleotídeos de purina, principalmente adenina e guanina, originadas do metabolismo de ácidos nucleicos. Sob a ação sequencial de enzimas como nucleotidase, adenosina desaminase e xantina oxidase, a adenina é convertida em hipoxantina, depois em xantina, e finalmente em ácido úrico. A guanina, por sua vez, também gera xantina por meio de desaminação (Guo, et al., 2005). O ácido úrico resultante é transportado pela corrente sanguínea até os túbulos renais, onde é excretado na forma de uratos, em um processo que independe da reabsorção de água (McFarland; Coon, 1983; Lumeij, 1987; Kaneko et al., 1997).

Essa via metabólica é fundamental para eliminar o nitrogênio excedente, proveniente principalmente da desaminação de aminoácidos, que gera amônia, um composto altamente tóxico (McFarland; Coon, 1980). Devido à ausência da enzima uricase, o ácido úrico não é convertido em alantoína, sendo esse o produto final do metabolismo das purinas nessas espécies (Wu et al, 2022; Roman 2023). Além disso, limitações na síntese de arginina e a ausência de glutamina sintase renal limitam a

utilização do uso do ciclo da ureia como via alternativa para a excreção nitrogenada (McFarland; Coon, 1983).

Nesse contexto, as proteínas da dieta são degradadas em aminoácidos, e o nitrogênio excedente desses compostos é eliminado na forma de ácido úrico. Esse processo possui alto custo energético para o organismo, uma vez que a conversão do nitrogênio em ácido úrico demanda energia metabólica significativa. Assim, parte da energia que poderia ser destinada a funções produtivas, como crescimento e manutenção, é desviada para a excreção de nitrogênio (Noblet; Perez, 1993).

A espécie, a dieta e o estado fisiológico do animal influenciam diretamente o nível de ácido úrico, sendo aves carnívoras geralmente associadas a concentrações mais elevadas em comparação às granívoras (Campbell, 2006; Junghanns, 2007). A concentração de ácido úrico no sangue das aves representa um importante indicador da função renal, sendo frequentemente utilizada como parâmetro clínico e experimental para avaliação da integridade dos rins (Campbell, 2006; Brown, 2009). Alterações nesse parâmetro, como a hiperuricemia, níveis séricos acima de 15 mg/dL, podem resultar na deposição de cristais de urato em articulações (gota articular) ou em órgãos internos (gota visceral), comprometendo a função orgânica e, em casos graves, levando ao óbito (Campbell, 2006; Capitelli; Crosta, 2013).

Já os níveis de uréia no sangue (BUN – *Blood Urea Nitrogen*) são naturalmente baixos em aves devido à predominância da excreção de ácido úrico. A uréia é formada no fígado e, embora seu valor diagnóstico para doenças renais seja inferior ao do ácido úrico, alterações na sua concentração podem refletir estados de hidratação: em aves desidratadas, quase toda a uréia filtrada é reabsorvida nos túbulos renais, elevando seus níveis sanguíneos (Campbell, 2006; Junghanns, 2007).

Outro importante parâmetro relacionado ao metabolismo proteico é a proteína plasmática total (PPT), que inclui a albumina e diferentes frações de globulinas. As proteínas plasmáticas desempenham papéis essenciais na manutenção da pressão osmótica, transporte de moléculas e defesa imunológica. Em aves pequenas, os valores de PPT normalmente variam entre 3,5 e 6 g/dl (Altman et al., 1975). A albumina, principal proteína plasmática produzida pelo fígado, é crucial como reserva proteica e como transportadora de ácidos graxos, hormônios e íons (Fudge, 1997; Junghanns, 2007).

Alterações na concentração de proteínas plasmáticas podem refletir diferentes condições fisiológicas e patológicas. A diminuição dos níveis de albumina pode ser

observada em doenças hepáticas crônicas, deficiência nutricional, parasitismos severos e neoplasias (Rupley, 1997; Junghanns, 2007). Já a elevação no nível de proteína plasmática pode estar relacionada a estados de desidratação, infecções agudas, hiperglobulinemia e choque hipovolêmico (Ivins, et al. 1978; Junghanns, 2007).

Parâmetros bioquímicos como proteínas plasmáticas totais, albumina e globulinas são fundamentais para a avaliação clínica e nutricional das aves. Conforme pode ser observado na Tabela 3, os valores dessas proteínas variam entre as espécies analisadas, sendo influenciados por fatores como dieta, saúde hepática e grau de hidratação.

Tabela 3 - Valores de ureia, ácido úrico, proteínas totais, albumina e globulina em diferentes espécies de aves.

Espécie	UREIA (mg/dL)	AU (mg/dL)	PROT. T. (g/dL)	ALBUMINA (g/dL)	GLOBULINA (g/dL)
Papagaio-verdadeiro (<i>Amazona aestiva</i>)	3,1 – 5,3	2,3 – 10	3 – 5	1,9 – 3,52	-
Ararajuba (<i>Guaruba guarouba</i>)	-	7,35 ± 3,5	4,77 ± 0,68	1,95 ± 0,45	1,18 ± 0,51
Arara-canindé (<i>Ara ararauna</i>) Macho	4,5 – 7,6	1,9 – 3,1	3,4 – 4,0	1,3 – 1,4	-
Arara-canindé (<i>Ara ararauna</i>) fêmeas	5,0 – 7,6	2,4 – 3,8	3,4 – 4,0	1,2 – 1,5	-
Frango de corte (<i>Gallus gallus domesticus</i> , 42 dias)	1,64 – 2,06	0,97 – 1,43	-	-	-

Fonte: Adaptado de Valle et al. (2008); Tully et al. (2009); Carvalho et al. (2013); Kuritza (2022).

Abreviações: AU – ácido úrico; Prot. T. - Proteína total.

Esses dados reforçam a importância da adequação da dieta proteica em aves mantidas sob cuidados humanos, considerando suas particularidades metabólicas. Uma dieta excessivamente proteica pode provocar hiperuricemia, predispondo à gota úrica e formação de urólitos (Campbell, 2006; Capitelli; Crosta, 2013). Por outro lado, dietas com deficiência proteica podem comprometer a produção de albumina e globulinas, impactando a imunidade e o equilíbrio osmótico (Fudge, 1997).

No que se refere à excreção de ácido úrico nas excretas, as aves apresentam uma adaptação fisiológica para conservar água. Diferente da uréia, que é altamente solúvel, o ácido úrico é eliminado como um precipitado branco pastoso nas fezes, minimizando a perda de água corporal. Dessa forma, a excreção nitrogenada em aves é altamente eficiente em ambientes de baixa disponibilidade hídrica (Swenson; Reece, 1996).

Este perfil de excreção é crucial tanto para a saúde das aves quanto para o manejo nutricional, pois dietas com excesso de proteína podem resultar em sobrecarga renal e predispor a distúrbios como a gota. A avaliação conjunta dos níveis de ácido úrico, ureia, proteína plasmática total e frações de albumina e globulinas oferece um panorama abrangente sobre o metabolismo proteico, a função renal e o estado geral de saúde das aves, sendo particularmente relevante em estudos nutricionais que investigam o efeito da ingestão proteica na excreção de metabólitos nitrogenados.

2.5 UTILIZAÇÃO DE INSETOS NAS DIETAS ANIMAIS

A produção de novas fontes de proteína para alimentação animal a partir da criação de insetos vem sendo estudada nos últimos anos. A busca por ingredientes para a produção de alimentos completos comerciais destinados aos animais tem apresentado um constante aumento, e essa tendência é esperada para continuar à medida que o crescimento da população humana coloca maior pressão sobre os recursos naturais e o ecossistema. Tal demanda visa atender à necessidade de produção de proteína animal, conforme apontado por Verbeke, Sans e Van Loo (2015).

Dentre as vantagens que o uso de farinhas de inseto apresenta podem ser destacados pontos como seu perfil nutricional diversificado, com teores de proteína, lipídios, vitaminas e minerais (Teffo et al., 2007; Payne et al., 2016; Govorushko, 2019). Estudos mostram que insetos comestíveis podem conter entre 35% a 77% de PB na matéria seca. Além disso, muitos insetos são ricos em ácidos graxos mono e poli-insaturados e apresentam teores significativos de minerais como ferro (até 100 mg/100g), zinco (até 30 mg/100g) e cálcio (até 150 mg/100g) (Payne et al., 2016; Govorushko, 2019).

O teor de carboidratos varia entre 6,7% (percevejos) a 16% (cigarras), estando principalmente na forma de quitina, que também pode ter função prebiótica e imunomoduladora (Raksakantong et al., 2010; Chen et al., 2009).

Do ponto de vista ambiental e socioeconômico, a criação de insetos se destaca pelo baixo consumo de recursos naturais e pela baixa emissões de metano e amônia. Além disso apresenta ciclo de vida curto, alta conversão alimentar e baixo

custo de implantação, sendo viável inclusive para comunidades rurais de baixa renda (Wilson, 2012; Van Huis et al., 2013; Mlcek et al., 2014).

Na alimentação de aves, especialmente as silvestres, o uso de insetos como fonte de proteína tem um interesse reforçado uma vez que, na natureza, estes invertebrados fazem parte da alimentação natural das aves (Marono et al., 2017). Uma grande diversidade de animais, tanto em zoológicos quanto entre os de companhia, consomem de insetos. Entre os mais populares podem ser citados os grilos, minhocas, tenebrios, insetos ortópteros, besouros, baratas e larvas de mosca domésticas (Van Huis et al., 2013; Bosch et al., 2014).

As aves de companhia podem ser fitófagas (que consomem plantas) e entomófagas (que consomem insetos), na prática, não há aves que se alimentem apenas de alimentos vegetais, e mesmo as espécies consideradas fitófagas (canários, papagaios, bico-cruzado, dom-fafe, tecelões, etc.) precisam de proteína animal. A maioria das aves de companhia são entomófagas e, portanto, a criação de insetos para alimentá-las será benéfica a longo prazo (Vidotto-Magnoni; Carvalho, 2009; Govorushko 2019).

Estudos sobre a incorporação de proteínas de insetos na alimentação animal têm se concentrado principalmente em comparações com fontes proteicas convencionais já consolidadas, como farinha de peixe, farelo de soja e bagaço de amendoim. A maioria das publicações relata o uso de larvas de mosca, especialmente da espécie *Hermetia illucens* (mosca-soldado negra), como uma fonte alternativa e eficiente de proteína (Makkar et al. 2014; Cockcroft, 2018).

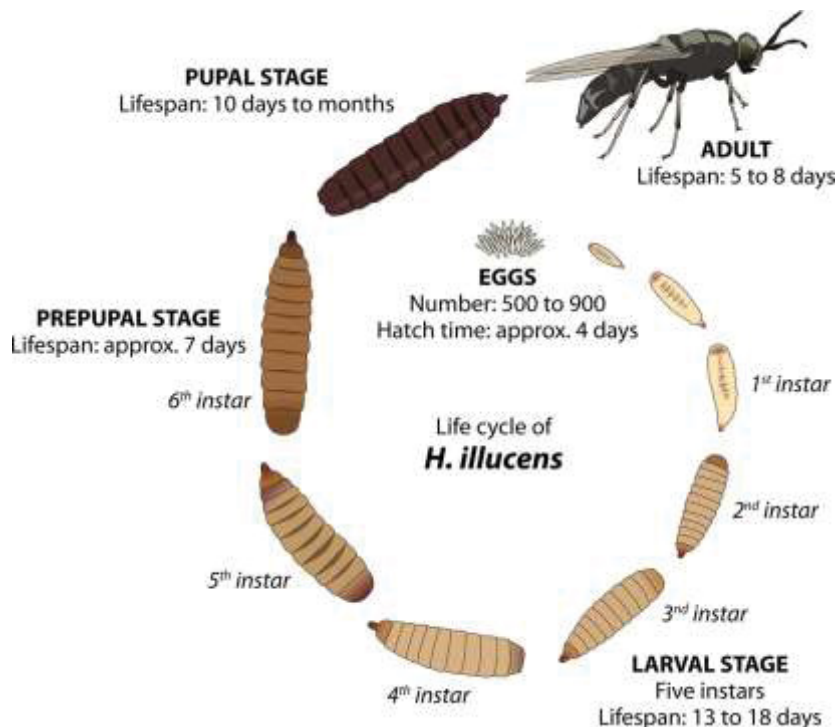
Pesquisadores como Newton et al. (1977, 2005a), St-Hilaire et al. (2007a), Sealey et al. (2011) e Finke (2013) reforçam que a BSFL possui perfil nutricional adequado, podendo substituir, total ou parcialmente, a farinha de peixe e outras fontes proteicas utilizadas na alimentação animal, com vantagens em termos de sustentabilidade e viabilidade econômica. Nesse contexto, é importante destacar que o custo da ração e da sua produção representa uma parcela significativa, entre 50% e 70%, do total do custo associados à produção animal na agricultura comercial. Esse fator deve ser levado em conta ao considerar a viabilidade econômica da incorporação de insetos nas rações dos animais (Govorushko, 2019).

2.6 ASPECTOS GERAIS DA *HERMETIA ILLUCENS*: MOSCA-SOLDADO NEGRA (*BLACK SOLDIER FLY*- BSF)

A mosca-soldado negra pertence à família *Stratiomyidae*, conhecida também como BSF (*Black soldier Fly*), é nativa das zonas tropicais e subtropicais do continente americano, porém, atualmente está disseminada por todo o globo (Makkar et al. 2014). Seu ciclo de vida tem cinco estágios: ovo, larva, pupa, pré e adulto, as formas larvares dessa mosca podem ser alimentadas com ampla variedade de substratos da indústria alimentícia não destinados ao consumo humanos, mas que não são aproveitados pelo homem, sendo uma das espécies mais promissoras em termos de valor nutricional larval, capacidade de fornecer nutrientes e podem possuir propriedades funcionais que suportam positivamente a produtividade e a saúde animal (Kar et al., 2021). Como também está se mostrando particularmente promissora devido ao seu potencial imediato para produção em larga escala (Veldkamp et al., 2012; Pezzali et al., 2021).

As larvas dessa mosca alimentam-se rapidamente, tendo uma ingestão média diária que pode variar desde os 25 aos 500 mg de matéria fresca/larva/dia (Van Huis 2013b; Makkar et al. 2014; Marono et al. 2017). Em condições ideais, as larvas conseguem atingir a maturidade num período de dois meses, podendo demorar mais tempo em caso de escassez de alimento. Estas larvas podem atingir cerca de 27 mm de comprimento e 6 mm de largura, chegando a pesar 220 mg (Figura 1). São altamente resilientes, sendo capazes de sobreviver em condições de seca, escassez de alimento e em baixa saturação de oxigênio. Na fase adulta, a mosca-soldado negra não se alimenta, sobrevivendo à base das gorduras acumuladas durante o estágio de larva, fato esse que contribui para uma melhor classificação sanitária, havendo menor risco de atuarem como vetores de doenças (Diener et al. 2011; Makkar et al. 2014).

Figura 1 – Ciclo de vida da *Hermetia illucens* (Mosca-soldado negra). A espécie passa por diferentes estágios pelas fases de ovo, larva, pupa e adulto.



Fonte: De Smet et al., 2018.

2.7 CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS *H. ILLUCENS*

A partir das BSFL é possível produzir alimentos como larvas vivas, larvas secas (inteiras ou cortadas), farinhas e óleos (Makkar et al. 2014). Um estudo conduzido por Finke, Koutsos e Winn, (2020) apresentam a composição nutricional de diferentes insetos. Os invertebrados, em geral, contêm de 55% a 85% de umidade, enquanto as BSFL possuem um teor de umidade de 61,2%.

Após a água, a proteína é o nutriente mais abundante nos insetos, o que não é surpreendente, considerando o exoesqueleto rico em proteínas que os caracteriza. Há vários relatórios publicados sobre a composição de aminoácidos de insetos que mostram que eles são uma boa fonte de proteína que fornece quantidades suficientes da maioria dos aminoácidos essenciais (Finke 2002, 2013; Finke; Oonincx 2017; Fink et al., 2020).

De modo geral, a composição da BSF está diretamente relacionada à dieta fornecida e ao estágio de desenvolvimento. As fases larval e de pupa são as mais ricas em nutrientes, contendo cerca de 18- 33% de lipídios e com altos valores de proteína, entre os 32-53% (Chippindale, et al., 2004; St-Hilaire, et al., 2007; Yu, et al.,

2009). Com relação à composição de aminoácidos, em 100g de proteína bruta existem cerca de 6 a 8g de lisina, 1,7 a 2,4g de metionina, 1,3 a 4,8g de treonina e cerca de 0,5g de triptofano (Makkar et al. 2014).

A maioria dos invertebrados contém apenas pequenas quantidades de cinzas, porque não possuem o esqueleto calcificado interno encontrado nos vertebrados, em exceção as larvas de *Hermetia illucens* e *woodlice/pillbugs* que ambas possuem um esqueleto exo-mineralizado (Finke 2002, 2013; Finke; Oonincx 2017, Fink et al., 2020).

O teor de cinzas de *H. illucens* é relativamente alto, podendo variar de 11% a 28% da MS, com níveis elevados de cálcio (5–8% MS) e fósforo (0,6–1,5% MS), tornando-se uma fonte relevante desses minerais na formulação de dietas para diversas espécies (Newton et al., 1977; Gutierrez et al., 2004; St-Hilaire et al.; 2007b; St-Hilaire et al., 2007b; Yu et al., 2009). Nas análises minerais a maioria dos insetos contém baixos teores de cálcio e altos níveis de fósforo, resultando em uma relação cálcio:fósforo inferior a 1. Alguns artrópodes, incluindo algumas espécies de insetos, como as larvas da mosca soldado negra, que possuem um exoesqueleto mineralizado, são exceções a essa regra (St-Hilaire et al.; 2007b; Jayanegara, et al. 2015).

2.8 INFLUÊNCIA DO PROCESSAMENTO NA COMPOSIÇÃO DA FARINHA DE BSFL

A composição da farinha de *Hermetia illucens* (BSF) é altamente variável e influenciada por fatores como o substrato de alimentação e o estágio de colheita das larvas. Larvas e pré-pupas são os estágios mais utilizados para a produção de farinha, sendo que as pupas apresentam redução de até 20% no conteúdo lipídico em comparação às larvas. Além disso, as pré-pupas contêm aproximadamente 20% a mais de água, o que exige maior tempo de secagem (Larouche et al., 2019).

O processamento pós-colheita incluindo métodos como secagem, prensagem para desengorduramento e extrusão impacta não apenas a composição centesimal da farinha, mas também sua estabilidade oxidativa, digestibilidade proteica e qualidade microbiológica. A escolha do método de processamento é, portanto, crítica para determinar as características finais da farinha de inseto (Larouche et al., 2019).

A fim de facilitar e melhorar o uso de farinha de insetos em formulações de alimentos completos, os fabricantes começaram a produzir farinhas de larvas desengorduradas. Estas podem, de fato, ser uma maneira ideal de fornecer insetos, com alto teor de proteínas e subprodutos lipídicos ou gordurosos, que, por sua vez, têm grande potencial para fins alternativos (Surendra, et al, 2016).

O desengorduramento das larvas de mosca-soldado negra (BSFL) pode ser um meio de separar a fração proteica para uso em alimentos completos comerciais para animais e do óleo, que pode ser incorporado nesses alimentos ou empregado como biocombustível (Makkar et al., 2014). Essa prática tornou-se frequente para minimizar as variações na composição bioquímica e atenuar o risco de oxidação lipídica (Dumas et al., 2018).

De acordo com dados apresentados por Schiavone et. al (2017), a comparação entre a farinha parcialmente desengordurada (BSFp) e a farinha altamente desengordurada (BSFh) demonstra diferenças nutricionais relevantes (Tabela 4). A farinha BSFp apresenta maior teor de matéria seca (942 g/kg) e proteína bruta (553 g/kg) em relação à farinha BSFh (655 g/kg), evidenciando o efeito da remoção dos lipídios sobre a concentração proteica do produto. Por outro lado, a farinha integral (BSFh) possui maior teor de extrato etéreo (180 g/kg) e quitina (69 g/kg), características associadas ao processamento mínimo e à manutenção do conteúdo lipídico natural das larvas. Em termos de energia bruta, a BSFp a apresentou maior valor (5.831,6 kcal/kg) em comparação à BSFh (5.066,8 kcal/kg), o que pode ser atribuído à maior densidade proteica e menor conteúdo de água residual. Esses dados reforçam que o método de processamento influencia diretamente a composição centesimal da farinha de inseto, impactando suas aplicações nutricionais em dietas para diferentes espécies animais.

Tabela 4 - Composição química analisada das farinhas parcialmente desengordurada (BSFp) e a farinha altamente desengordurada (BSFh) da larva *Hermetia illucens*.

Itens	Farinha BSFp	Farinha BSFh
Matéria seca (g/kg da dieta)	942	985
Matéria orgânica (g/kg da MS)	901	907
Proteína bruta (g/kg MS)	553	655
Extrato etéreo (g/kg MS)	180	46
Energia bruta (kcal/kg MS)	5.831,6	5.066,8
Quitina (g/kg MS)	50	69
Aminoácidos indispensáveis (g/kg)		
Arginina	21,5	27
Histidina	12,3	16,3
Isoleucina	18,5	24
Leucina	28,6	36,7
Lisina	21	25,2
Metionina	6,46	8,56
Fenilalanina	16,6	21,8
Treonina	17,2	21,8
Valina	27,2	34,5
Aminoácidos dispensáveis (g/kg)		
Alanina	34,5	43,7
Ácido aspártico	37,2	48,8
Cisteína	0,1	0,2
Glicina	23,5	30,3
Ácido glutâmico	48,7	63,7
Prolina	30,6	32,7
Serina	20,3	26,8
Tirosina	26,4	34,1

Fonte: Adaptado de Schiavone et. al (2017)

Notas: MS: Matéria seca. BSFp: Farinha parcialmente desengordura de larva da mosca-soldado negra (*Hermetia illucens*). BSFh: Farinha altamente desengordura de larvas de mosca-soldado negra (*Hermetia illucens*).

A literatura científica disponível demonstra que a digestibilidade dos produtos derivados de insetos é influenciada por fatores como a espécie do inseto, os níveis de inclusão na dieta e os processos de preparação, como a secagem e o desengorduramento (Gasco et al., 2019). Dentre os componentes desses produtos, a quitina um polímero de $\beta(1\rightarrow4)$, unido por ligações glicosídicas pode prejudicar a digestão e a absorção de proteínas, especialmente em animais não ruminantes, nos quais esse polissacarídeo não é digerível (Longvah, et al., 2011). Apesar desse efeito negativo na digestibilidade, estudos como o de Bovera et al. (2015) indicam que a quitina pode atuar como um prebiótico, promovendo melhorias na resposta imune das

aves e estimulando a produção cecal de ácido butírico. Este ácido graxo é considerado a principal fonte de energia para os enterócitos, podendo favorecer o aumento do fluxo sanguíneo intestinal, melhorar a oxigenação dos tecidos e otimizar a absorção e o transporte de nutrientes.

A busca por ingredientes alternativos e sustentáveis é uma questão de grande importância e necessita de soluções de curto prazo, tornando os insetos uma opção de alimentação cada vez mais atraente na alimentação de aves de produção. Atualmente, existem dados limitados sobre o uso de insetos como fonte de proteína e energia na avicultura, considerando que existe uma grande variedade de insetos comestíveis que já foram investigados quanto à sua composição bromatológica (Moreno et al., 2021).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adequada formulação de dietas é essencial para o desenvolvimento, manutenção e saúde das aves, especialmente sob cuidados humanos. Os níveis proteicos, além de influenciarem o crescimento e o metabolismo, afetam também a excreção de compostos nitrogenados, como o ácido úrico e a ureia, cuja avaliação permite inferências sobre o estado fisiológico e nutricional das espécies.

Nesse contexto, o uso de fontes proteicas não convencionais, como a farinha de mosca-soldado negra, mostra-se promissor por sua composição nutricional e sustentabilidade. Ainda assim, os efeitos fisiológicos da substituição de proteínas convencionais por fontes como insetos exigem mais estudos, especialmente sobre sua influência na digestibilidade, excreção nitrogenada e parâmetros sanguíneos. O desafio atual está em conciliar desempenho produtivo, equilíbrio metabólico e inovação nutricional, contribuindo para um manejo alimentar mais eficiente e responsável.

4. REFERÊNCIAS

- ABINPET – Associação Brasileira da indústria de produção para animais de estimação, Mercado PET BRASIL, 2023. Disponível em: <abinpet_folder_dados_mercado_2023_draft5>.
- ALTMAN, R.B.; MONTALI, R.; KOLLIAS, G.; HARRISON, G.J; Avian clinical pathology evaluation Panel. Proceedings **Annual Meeting American Association Zoo. Vet.**, v.31, p.146-149, 1995.
- ARENT, L. R. Anatomia e Fisiologia das Aves. In: COLVILLE, T.; BASSERT, J.M. **Anatomia e Fisiologia Clínica para Medicina Veterinária**. 2 ed. Ed. Elsevier Saunders, Rio de Janeiro, p.414-454,2010.
- ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS INCORPORATED (AAFCO). Nutrition expert panel review: new rules for feeding pet birds. Official Publication- Feed Management, Atlanta, v.2, n.49, 1998.
- BARBOSA B.; BARBOSA, B. B.; REBELLO, F. K.; SANTOS, M. A. S. de.; LOPES, M. L. B. Mercado de produtos e serviços para animais silvestres de estimação no município de Belém (PA). **Pubvet**, v.12 n.04, 2018. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n4a78.1-7>.
- BARRY, T. Evaluation of the economic, social, and biological feasibility of bioconverting food wastes with the black soldier fly (*Hermetia illucens*). University of Texas, p.176, 2004.
- BENNETT AVERY, R.; DEEM, S. L. O sistema gastrointestinal das aves: I. **Compêndio de Educação Continuada – para o Médico Veterinário**, Florida, v. 1, n. 1, p. 50-56, 1996.
- BEZUIDENHOUT, A.J. Anatomy. In: Deeming D.C. (ed.): **The Ostrich biology, Production and Health**. Oxon, UK CABI Publishing, p. 29- 41, 1999.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. Birds are very useful indicators for other kinds of biodiversity. *DataZone BirdLife*, 2004. Atualizado em: 15 set. 2022. Disponível em: <<https://datazone.birdlife.org/articles/birds-are-very-useful-indicators-for-other-kinds-of-biodiversity>>.
- BOCK, W. J. Kinetics of the avian skull. **J. Morphol.**, v.114 p.1-41, 1964. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/jmor.1051140102>>.
- BOSCH, G.; VERVOORT, J. J. M.; HENDRIKS, W. H. In vitro digestibility and fermentability of selected insects for dog foods. In: **Animal Feed Science and Technology**, v. 221, p. 174-184, 2016. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2016.08.018.
- BOSCH, G; ZHANG, S.; OONINCX, D. G.; HENDRIKS, W. H. Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. **Journal of nutritional science**, v.3, n.29, 2014. DOI:10.1017/jns.2014.23.
- BOVERA, F.; PICCOLO, G.; GASCO, L.; MARONO, S.; LOPONTE, R.; VASSALOTTI, G.; MASTELLONE, V.; LOMBARDI, P.; ATTIA, Y. A.; NIZZA, A. Yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*, L.) as a possible alternative to soybean meal in broiler diets. **British poultry science**, v.56, n.5, p.569–575, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/00071668.2015.1080815>>.

BROWN, N. H. H. Psittacine birds. In: TULLY, T. N.; DORRESTEIR, G. M.; JONES, A. K. **Handbook of avian medicine**, 2 ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, p.157-159, 2009.

BUTTEMER W.A; HAYWORTH A.M.; WEATHERS W.W.; NAGY K.A. Time-budget estimates of avian energy expenditure: physiological and meteorological considerations. **Physiol. Zool**, v.59, p.131–149, 1986.

CAMPBELL, T. W. Hematologia e bioquímica de aves. In: THRALL, M.A. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. São Paulo: Roca, p.215-246, 2006.

CAPITELLI, R.; CROSTA, L. Overview of psittacine blood analysis and comparative retrospective study of clinical diagnosis, haematology and blood chemistry in selected psittacine species. Veterinary clinics of North America: **Exotic Animal Practice**, v.16, n.1. p.72-120, 2013.

CARCIOFI, A. C.; DUARTE, J. M.; MENDES, D.; DE OLIVEIRA, L. D. Food selection and digestibility in yellow-headed co nure (*Aratinga jandaya*) and golden capped conure (*Aratinga auricapilla*) in captivity. **The Journal of Nutrition**, v.136, p.2014–2016, 2006.

CARVALHO, T. S. G. DE. Farinha de barata de Madagascar (*Gromphadorhina portentosa*) em dietas para calopsitas (*Nymphicus hollandicus*) mantidas em cativeiro. *Tese (Doutorado em Zootecnia)* - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/15070>>.

CHEN, X., FENG, Y., & CHEN, Z. Common edible insects and their utilization in China. **Entomological Research**, v.39, n.5, p.299–303, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1748-5967.2009.00237.x>.

CHIPPINDALE, A.K.; LEROI, A.M.; KIM, S.B.; ROSE, M.R. Phenotypic plasticity and selection in *Drosophila* life-history evolution. I. Nutrition and the cost of reproduction. In *Methuselah Flies: A Case Study in the Evolution of Aging*; **World Scientific: Singapore**. p. 122–144, 2004.

COCKCROFT, B. L. An evaluation of defatted black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae as a protein source for broiler chicken diets. *Masters dress (animal sciences)*, 2018. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/10019.1/103626> >.

CORNEJO, J., DIERENFELD, E. S., RENTON, K., BAILEY, C. A., STAHALA, C., CRUZ-NIETO, J., & BRIGHTSMITH, D. J. Nutrition of free-living Neotropical psittacine nestlings and implications for hand-feeding fórmulas. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.106, p.1174–1188, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/jpn.13749>>.

DE SMET J, WYNANTS E, COS P, VAN CAMPENHOUT L. Microbial community dynamics during rearing of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) and impact on exploitation potential. **Appl Environ Microbiol**, v.84, n.9, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1128/AEM.02722-17>.

DIAZ GONZALEZ, F. H.; SILVA, S. C. Introdução à bioquímica clínica veterinária. 3. ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/218155>.

DIENER, S.; ZURBRÜGG, C.; GUTIÉRREZ, F. R.; NGUYEN, D. H.; MOREL, A.; KOOTTATEP, T.; TOCKNER, K. Black Soldier Fly Larvae for Organic Waste Treatment – Prospects and Constraints. in *Proceedings of the WasteSafe, 2nd*

International Conference on Solid Waste Management in the Developing Countries, p. 978-984, 2011.

DREPPER, K.; MENKE, H.; SCHULZE, G.; WACHTER-VORMANN, U. Untersuchungen zum protein-und energiebedarf adulter wellensittiche (*Melopsittacus undulatus*) in käfighaltung: studies on the protein and energy requirement of adult budgerigars housed in cages. **Kleintierpraxis**, v. 33, n. 2, p. 57-62, 1988.

DUMAS, A.; RAGGI, T.; BARKHOUSE, J.; LEWIS, E.; WELTZIEN, E. The oil fraction and partially defatted meal of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) affect differently growth performance, feed efficiency, nutrient deposition, blood glucose and lipid digestibility of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture**, v. 492, p.24-34, 2018. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2018.03.038>.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSINF, C. J. G. **Tratado de anatomia veterinária**. 2ed. Rio de Janeiro, p. 631-650, 1997.

EVANS, H. E. Anatomy of the budgie and other birds. In W. Roskopf & R. Woerpel (eds.), **Diseases of cage and aviary birds, 3rd edn**. Baltimore: Williams & Wilkins. p. 79-163, 1996.

FARIAS, N. C. **Dietas comerciais e caseiras e sua relação com os distúrbios nutricionais em psitacídeos**. Trabalho de conclusão de curso - Centro Universitário de Brasília - Faculdade de Ciências da Educação e Saúde, Brasília, 24f, 2020. Disponível em: < <https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/prefix/14745> >.

FECCHIO, R. S.; GOMES, M. S.; KOLOSOSKI, J.; PETRI, B. S. S.; ROSSI, J. R. J. L.; GIOSO, M. A. Estudo da biomecânica oclusal e da aderência da resina acrílica auto-polimerizável (polimetilmetacrilato) em fraturas de rinoteca de tucanos (*Ramphastos toco*). **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.28, n.7, p.335-340, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-736X2008000700003>>.

FINKE, M. D. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. **Zoo Biol.**, v.21, p.269-285, 2002. <https://doi.org/10.1002/zoo.10031>.

FINKE, M. D. Complete nutrient content of four species of feeder insects. **Zoo biology**, v.32: p.27-36, 2013.

FINKE, M. D.; KOUTSOS, L.; WINN, D. Insects and Other Arthropods as Food. In **Hand-Rearing Birds** (eds R.S. Duerr and L.J. Gage), 2020. DOI: <https://doi.org/10.1002/9781119167792.ch41>.

FINKE, M. D.; OONINCX, D. G. A. B. Nutrient content of insects. In van Huis A, Tomberlin JK, editors, **Insects as food and feed: from production to consumption**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. p. 290-316, 2017.

FUDGE, A. M. Avian clinical pathology: hematology and chemistry. IN: ALTMAN, R. B. **Avian medicine and surgery**. Philadelphia: Saunders, p.142-157, 1997.

GASCO L.; DABBOU, S.; TROCINO, A.; XICCATO, G.; CAPUCCHIO, M. T.; BIASATO, I.; DEZZUTTO, D.; BIROLO, M.; MENEGUZ, M.; SCHIAVONE, A. Effect of dietary supplementation with insect fats on growth performance, digestive efficiency and health of rabbits. **J Anim Sci Biotechnol**, v.10, n.4, 2019 DOI: <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0309-2>.

GODOY, S. N. Psittaciformes (Arara, Papagaio, Periquito). In: CUBAS Z. S.; SILVA J. C. R.; CATÃO-DIAS J. L. **Tratado de Animais Selvagens Medicina Veterinária**. Editora Roca, São Paulo, p.222-251, 2006.

GOVORUSHKO, S. Global status of insects as food and feed source: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v.91, p.436-445, 2019. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.032>.

GRESPLAN, A.; RASO, T. DE F. Psittaciformes (araras, papagaios, periquitos, calopsitas e cacatuas). In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO- DIAS, J. L. T. **Tratado de animais selvagens: medicina veterinária**. São Paulo: Roca, cap.28, 2014.

GUO X, HUANG K, TANG J. Clinicopatologia da gota em camadas crescentes induzidas por dietas ricas em cálcio e proteínas. *Ir. Poult Sci.* v.46, p. 641–646, 2005. DOI: 10.1080/00071660500302661.

GUTIÉRREZ, G. P. A., RUIZ, R. A. V.; VÉLEZ, H. M. Compositional, microbiological and protein digestibility analysis of the larva meal of *Hermetia illu- cens* L. (diptera: Stratiomyidae) at Angelópolis-Antioquia, Colombia. **Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín**, v.57, p. 2491–2500, 2004.

HARRISON, G. J.; HARRISON, L. R.; RITCHIE, B. W., 2006: Nutrition. In: G. J. Harrison, L. R. Harrison, B. W. Ritchie (eds), **Avian Medicine Principals and Application**, Spix Publishing Inc, Palm Beach, Florida, p. 85–140, 2006.

HARRISON, G. J.; LIGHTFOOT, T. L. **Clinical avian medicine**. Florida: spix publishing, p.829, 2006.

HILL, K. J. The structure of the alimentary tract. In D. J. Bell; B. M. Freeman (eds.), *Physiology and biochemistry of the domestic fowl*. Vol. 1. **London: Academic Press**. v. 1, p. 1–22, 1971a.

HIRANO, L. Q. L.; SANTOS, A. L. Q; ANDRADE, M. B. Alimentação de psitacídeos filhotes e adultos em cativeiro: Revisão de Literatura. **PUBVET, Londrina**, v. 4, n. 39, 2010.

IVINS, G. K.; WEDDLE, G. D.; HALLIWELL, W. H. Hematology and serum chemistries in birds of prey. In: **Fowler, MB. Ed. Zoo and Wild.Animal Medicine** 1st. Ed. Philadelphia: W.B. Sauders, v.67, p.286-290, 1978.

JAYANEGARA, A.; GOEL, G.; MAKKAR, H.P.; BECKER, K. Divergence between purified hydrolysable and condensed tannin effects on methane emission, rumen fermentation and microbial population in vitro. *Anim. Feed Sci. Technol.* v.209, p.60–68, 2015.

JUNGHANNS, M. K. Aids to diagnosis IN: COLES, B. H. *Essentials of avian medicine and sugery*. 3 ed. Iowa: **Blackwell Science**, p. 56- 71, 2007.

KALMAR, I. D.; JANSSENS, G. P. J.; MOONS, C. P. H., Guidelines and ethical considerations for housing and manage ment of psittacine birds used in research. **Institute of Laboratory Animal Resources Journal**, v.51, p. 409–423, 2010b.

KALMAR, I. D.; WERQUIN, G.; JANSSENS, G. P. J. Apparent nutrient digestibility and excreta quality in African grey par rots fed two pelleted diets based on coar sely or finely ground ingredients. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.91, p. 210–216, 2007.

KANEKO, J; HARVEY, J; BRUSS, M. Clinical Biochemistry of Domestic Animals, 5th ed., San Diego, **Academic Press**, p. 932, 1997.

KAR, S. K., SCHOKKER, D., HARMS, A. C., KRUIJT, L., SMITS, M. A., & JANSMAN, A. J. Local intestinal microbiota response and systemic effects of feeding black soldier fly larvae to replace soybean meal in growing pigs. **Scientific Reports**, v.11, n.1, 2021.

KING, A. S.; MCLELLAND, J. Birds – Their structure and function. **London: Bailliere Tindall**. 2nd ed. 1984.

KLASING, K. C. Anatomy and physiology of the digestive system. In K.C. **Klasing (ed.)**, **Comparative avian nutrition**. Oxford: CABI Publishing. p 9–36, 1998.

KOUTSOS, E. A.; MATSON, K. D.; KLASING, K. C. Nutrition of birds in the order psittaciformes: a review. **Journal of avian medicine and surgery**, v. 15, p. 257-276, 2001.

KURITZA, L. N.; DE ALMEIDA, L. M.; DOS SANTOS, M. C.; BASSI, L. S.; SONÁLIO, K. C., MAIORKA, A.; DE OLIVEIRA, S. G. Effect of crude protein reduction in blood, performance, immunological, and intestinal histological parameters of broiler chickens. **Anim Sci J**, v. 3 n.1, 2022. DOI: 10.1111/asj.13716. PMID: 35397151.

LAROUCHE, J.; DESCHAMPS, M. H.; SAUCIER, L.; LEBEUF, Y., DOYEN, A.; VANDENBERG, G. W. Effects of Killing Methods on Lipid Oxidation, Colour and Microbial Load of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larvae. **Animals**, v.9, n.4, p.182, 2019. DOI:<https://doi.org/10.3390/ani9040182>

LEITE, S. M.; GRIESER, D. de O.; QUEVEDO, P. de S.; ZANCANELA, V. T.; TON, A. P. S.; SILVA, A. A.; TOLEDO, J. B.; MARCATO, S. M. Animais silvestres de estimação em Astorga, Estado do Paraná / Wild pets in Astorga, State of Paraná. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 6740–6759, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n1-457.

LONGVAH, T.; MANGTHYA, K.; RAMULU, P. Nutrient composition and protein quality evaluation of eri silkworm (*Samia ricinii*) prepupae and pupae. Food Chem. *Food chemistry*, v.128, n.2, p.400–403, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.041>>.

LUMEIJ, J. Plasma urea, creatinine and uric acid concentrations in response to dehydration in racing pigeons (*Columba Livia Domestica*)', **Avian Pathology**, v. 16, n.3, p. 377-382, 1987.

MACARI, M. FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.375 2002.

MAKKAR, H. P. S.; TRAN, G.; HEUZÉ, V.; ANKERS, P. State-of-the-art on use of insects as animal feed. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 1-33, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>.

MARONO, S.; LOPONTE, R.; LOMBARDI, P.; VASSALOTTI, G.; PERO, M. E.; RUSSO, F.; GASCO, L.; PARISI, G.; PICCOLO, G.; NIZZA, S.; DI MEO, C.; ATTIA, Y. A.; BOVERA, F. Productive performance and blood profiles of laying hens fed *Hermetia illucens* larvae meal as total replacement of soybean meal from 24 to 45 weeks of age. **Poult Sci.**, v.96, p.1783-1790, 2017. DOI: 10.3382/ps/pew461. PMID: 28339710.

MASON, J. R.; CLARK, L. The chemical senses in birds. In **G. C. Whittow (ed.)**, **Sturkie's avian physiology**, 5th edn. San Diego, Calif.: Academic Press. p. 39–51, 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-012747605-6/50004-3>>.

MCFARLAND, D. C.; COON, C. N. Estudos do metabolismo de purinas nas linhagens contendo ácido úrico alto e baixo de frangos: síntese de ácido úrico de novo e atividades de xantina desidrogenase. **Poult Sci.** v.59,p.2250–2255, 1980. DOI: 10.3382/ps.0592250.

MCFARLAND, D. C.; COON, C. N. Metabolismo de purinas em linhagens de alto e baixo teor de ácido úrico de galinhas: atividades da hipoxantina/guanina fosforibosiltransferase. **Proc Soc Exp Biol Med.** v.173, p.41–47, 1983. DOI: 10.3181/00379727-173-41607.

MCLELLAND, J. Digestive system. In A. S. King & J. McLelland (eds.), **Form and function in birds**. Vol. 1. London: Academic Press. p. 69–181, 1979.

MCLELLAND, J. Sistema digestivo das aves. In: GETTY, R. Sisson/Grossman: **anatomia dos animais domésticos**. 5º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 1445-1464, 1986.

MEGAZOO. Ração extrusada para aves ornamentais. Disponível em: <https://www.megazoo.com.br>. Acesso em: 20 abr. 2025.

MLCEK, J.; ROP, O.; BORKOVCOVA, M.; BEDNAROVA, M. A comprehensive look at the possibilities of edible insects as food in Europe— a review. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, v.64, n.3, p147–157, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.2478/v10222-012-0099-8>><http://journal.pan.olsztyn.pl>>.

NEUNZIG, R. Zur Systematik und Biologie der Gattung Agapornis. **Verh. Orn. Ges. Bayern.**,v. 17, p.112–115, 1926.

NEWTON, G. L.; BOORAM, C. V.; BARKER, R. W.; HALE, O. M. Dried larvae meal as a supplement for swine. **J. Anim. Sci.** v.44, n.3, p.395–400,1977.

NEWTON, L.; SHEPPARD, D. C.; WATSON, D. W.; BURTLE, G. J.; DOVE, C. R.; Tomberlin, J.; Thelen, E. E. The black soldier fly, *Hermetia illucens* , as a manure management / resource recovery tool. In *Symposium on the State of the Science of Animal Manure and Waste Management*,1: 57. 2005a.

NOBLET, J.; PEREZ, J. M. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis, **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3389–3398, 1993. DOI: <https://doi.org/10.2527/1993.71123389x>.

NUTRIBIÓTICA. Ração Super Premium para Ring Neck. Disponível em: <https://www.nutribiotica.com.br>. Acesso em: 20 abr. 2025.

NUTRÓPICA. Ração Nutrópica para Calopsitas. Disponível em: <https://www.nutropica.com.br>. Acesso em: 20 abr. 2025.

NUTRÓPICA. Ração Nutrópica para Ring Neck. Disponível em: <https://www.nutropica.com.br>. Acesso em: 20 abr. 2025

O'MALLEY, B. Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species. Editora Elsevier Saunders, London, p.17-93, 2005.

OONINCX, D. G.; DE BOER, I. J. Environmental impact of the production of mealworms as a protein source for humans - a life cycle assessment. **PLoS One**, v. 7 n.12, 2012. DOI: 10.1371/journal.pone.0051145.

PAYNE, C. L. R.; SCARBOROUGH, P.; RAYNER, M.; NONAKA, K. A. systematic review of nutrient composition data available for twelve commercially available edible insects, and comparison with reference value. **Trends in Food Science & Technology**, v.47, p.69–77, 2016.

PETRACK, M.L. Diseases of Cage and Aviary Birds. 2 ed. Philadelphia: Lea & Febiger, p.223 228 e p.485-486, 1982.

PEZZALI, J. G.; SHOVELLER A. K. Short communication: the effects of a semi-synthetic diet with inclusion of black soldier fly larvae meal on health parameters of healthy adult cats. **Journal of Animal Science**, v. 99, 2021. DOI:10.1093/jas/skab290.

PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. A.; ROSA, J. C.; COSTA, N. M. B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Food Science and Technology**, v.26, n.1, p.179–187, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000100029>

POND, W. G.; CHURCH, D. C.; POND, K. R; Basic Animal Nutrition and Feeding. 4. ed. New York: **John Wiley**, p.615, 1995.

RAKSAKANTONG, P.; MEESO, N.; KUBOLA, J.; SIRIAMORNUN, S. Fatty acids and proximate composition of eight Thai edible terri-colous insects. **Food Research International**, v.43, p.350–355, 2010.

ROMAN, Y. M. The Role of Uric Acid in Human Health: Insights from the Uricase Gene. **Journal of Personalized Medicine**, v.13, n.9. 2023. Disponível em:<<https://doi.org/10.3390/jpm13091409>>.

ROUDYBUSH, T. E.; GRAU, C. R. Food and Water Interrelations and the Protein Requirement for Growth of an Altricial Bird, the Cockatiel (*Nymphicus hollandicus*). **The Journal of Nutrition**, v.116, p. 552-559, 1986. DOI:<https://doi.org/10.1093/jn/116.4.552>.

RUNHO, R.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; LOPES, P.S.; POZZA, P.C. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1-21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.187-196, 2001.

RUPLEY, A. E. **Manual of avian practice**. Texas: Saunders, p.556, 1997.

SAAD, C. E. D. P.; FERREIRA, W. M.; BORGES, F. M. D. O.; LARA, L. B. Energia metabolizável de alimentos utilizados na formulação de 38 rações para papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n.2, p.591-597, 2008.

SAAD, C. E. P. Avaliação de alimentos e determinação das necessidades de proteína para manutenção de papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*). *Tese (Doutorado)* - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p.160, 2003.

SCHIAVONE, A.; DE MARCO, M.; MARTÍNEZ, S.; DABBOU, S.; RENNA, M.; MADRID, J.; HERNANDEZ, F.; ROTOLO, L.; COSTA, P.; GAI, F.; GASCO, L. Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) meal for broiler chickens: apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility. **J Anim Sci Biotechnol**, v.8 n. 51, 2017. DOI: 10.1186/s40104-017-0181-5.

SCHMIDT, R.E.; REAVILL, D.R. AND PHALEN, D. N. Pathology of pet and aviary birds. 1st edition. Iowa, Iowa state press, a Blackwell Publishing company, p. 67-68, 2003.

SEALEY, W. M.; GAYLORD, T. G.; BARROWS, F. T.; TOMBERLIN, J. K.; MCGUIRE, M. A.; ROSS, C.; ST-HILAIRE, S. Sensory Analysis of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Fed Enriched Black Soldier Fly Prepupae, *Hermetia illucens*. **J. World Aquac. Soc.** v.42, p.34–45, 2011.

SELLECTA. Ração Natural para Maritacas, Roselas e Ring Neck. Disponível em: <https://www.sellecta.com.br>. Acesso em: 20 abr. 2025.

SICK, H. Ornitologia Brasileira. 3. ed. Rio De Janeiro: Nova fronteira, 2001.

ST-HILAIRE, S.; CRANFILL, K.; MCGUIRE, M. A.; MOSLEY, E. E.; TOMBERLIN, J. K.; NEWTON, L.; SEALEY, W.; SHEPPARD, C.; IRVING, S. Fish offal recycling by the black soldier fly produces a foodstuff high in omega-3 fatty acids. **J. World Aquac. Soc.** v.38, p.309–313, 2007a.

ST-HILAIRE, S.; CRANFILL, K.; MCGUIRE, M.A.; MOSLEY, E.E.; TOMBERLIN, J.K.; NEWTON, L.; SEALEY, W.; SHEPPARD, C.; IRVING, S. Fish Offal Recycling by the Black Soldier Fly Produces a Foodstuff High in Omega-3 Fatty Acids. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 38, p.309-313, 2007b. DOI:<https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2007.00101.x>

SUPREMA. Ração extrusada para Ring Neck. Disponível em: <https://www.racaosuprema.com.br>. Acesso em: 20 abr. 2025.

SURENDRA, K. C.; OLIVIER, R.; TOMBERLIN, J. K.; JHA, R.; KHANAL, S. K. Bioconversion of organic wastes into biodiesel and animal feed via insect farming. **Renew. Energy**, v.98, p.197–202, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.renene.2016.03.022>>.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. Os rins – equilíbrio hídrico e excreção. In. **Dukes – fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 544-547, 1996.

TEFFO, L. S.; TOMS, R. B.; ELOFF, J. N. Preliminary data on the nutritional composition of the edible stink-bug. *Encosternum delegorguei* Spinola, consumed in Limpopo province, South Africa. **South African Journal of Science**, v.103, p.434–436, 2007.

TITLEY, M. A.; SNADDON, J. L.; TURNER, E. C. Scientific research on animal biodiversity is systematically biased towards vertebrates and temperate regions. **PLOS ONE**, v.12, p. 1-14 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0189577>>.

TULLY, T. N.; DORRESTEIR, G. M.; JONES, A. K. **Handbook of avian medicine**, 2 ed, Philadelphia: Saunders Elsevier, p.438-441, 2009.

ULLREY, D. E.; ALLEN, M. E.; BAER, D. J. Formulated Diets Versus Seed Mixture S For Psittacines. **Journal Of Nutrition**, v 121, p. 193-205, 1991.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. The mineral nutrition of livestock. 3rd Edition, CAB International, Wallingford, 1999.

USDA. United States Department Of Agriculture. Natural Resources 416 Conservation Service (NRCS). Online Database. Laboratory, Beltsville, Maryland. 417. Disponível em: <<https://Fdc.Nal.USda.Gov/FdcApp.Html#/Food-Details/170562/Nutrients>>.

VALLE, S. F.; ALLGAYER, M. C.; PEREIRA, R. A.; BARCELLOS, L. J. G.; HLAVAC, N. R. C.; FRANÇA, R. T.; LOCATELLI, M. L. Parâmetros de bioquímica sérica de

machos, fêmeas e filhotes de Araras canindé (*Ara ararauna*) saudáveis mantidas em cativeiro comercial. **Ciência Rural**, v.38, n.3, p. 711–716, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782008000300018>.

VAN HUIS A. Potential of insects as food and feed in assuring food security. **Annual review of entomology**, v.58, p.563–583, 2013b. DOI:<https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120811-153704>.

VAN HUIS, A.; ITTERBEECK, J. V.; KLUNDER, H.; MERTENS, E.; HALLORAN, A.; MUIR, G.; VANTOMME, P. EDIBLE INSECTS future prospects fo food and feed security, Rome: **FAO Forestry Paper**, 171, 2013.

VELDKAMP, T.; VAN DUINKERKEN, G.; VAN HUIS, A.; LAKEMON, 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**, p. 1–63, 2012. Disponível em: <<http://www.wageningenur.nl/en/show/Insects-as-a-sustainable-feed-ingredient-in-pig-and-poultry-diets-1.htm>>.

VELDKAMP, T.; VAN DUINKERKEN, G.; VAN HUIS, A.; OTTEVANGER, E.; BOSCH, G.; VAN BOEKEL, T. Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets: a feasibility study = Insecten als duurzame diervoedergrondstof in varkens- en pluimveevoeders: een haalbaarheidsstudie. **Food Chemistry**, v. 50, p.192-195, 2012.

VERBEKE, W.; SANS, P.; VAN LOO, E. J. Challenges and prospects for consumer acceptance of cultured meat. **Journal of Integrative Agriculture**, v.14, n.2, p.285-294, 2015. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(14\)60884-4](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(14)60884-4).

VIDOTTO-MAGNONI, A. P.; CARVALHO, E. D. Aquatic insects as the main food resource of fish the community in a Neotropical reservoir. **Neotrop ichthyol**, v.7, n.4, p.701–708, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1679-62252009000400020>.

WALSH, M.T. Seizuring in pet birds. **Proc Annu Meet Assoc Avian Vet**, p.121-128, 1985.

WERQUIN, G. J.; DE COCK, K. J.; GHYSELS, P. G. Comparison of the nutrient analysis and caloric density of 30 commercial seed mixtures (in toto and dehulled) with 27 commercial diets for parrots. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v.89, p.215–221, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2005.00543.x>>.

WILLIAMS J.B, WITHERS P.C, BRADSHAW S.D, NAGY K.A. Metabolism and water flux of captive and free-living Australian parrots. **Aust J Zool.**, v. 39, p.131–142., 1991.

WILSON, R. T. Small animals for small farms. Rome: FAO. Diversification booklet number, v.14, 2012. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i2469e.pdf>>.

WOLF, P.; BAYER, G.; WENDLER, C.; KAMH UES, J. Mineral deficiencies in pet birds. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v.80, p.140–146, 1998.

WU, H.; WANG, Y.; REN, Z.; LI, Y.; HUANG, J.; LIN, Z.; ZHANG, B. Gota induzida por supernutrição: Uma resposta imune à desregulação do inflamassoma NLRP3 pela atividade XOD aumentou em codornas. **Imunol frontal**. v.13, 2022. Doi: 10.3389/fimmu.2022.1074867.

YU, G. H.; CHEN, Y. H.; YU, Z. N.; CHENG, P. Research progress on the larvae and prepupae of black soldier fly *Hermetia illucens* used as animal feedstuff. **Chinese Journal of Applied Entomology**, v.46, p. 41–45, 2009.

CAPÍTULO II – USO DA FARINHA DESENGORDURADA DA LARVA DE MOSCA-SOLDADO NEGRA EM DIETAS COM DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA PARA PERIQUITO RING NECK (*P. krameri*)

RESUMO

O presente estudo avaliou os efeitos da substituição completa do farelo de soja (FS) pela farinha desengordurada da larva da mosca-soldado negra (*Hermetia illucens* - DBSFL) em dietas com níveis crescentes de proteína bruta (PB) para Ring Neck (*Psittacula krameri*) na fase de manutenção. Foram utilizadas 24 aves, distribuídas em delineamento em blocos casualizados, com seis dietas compostas por alimento completo balanceado na forma extrusada contendo DBSFL ou FS, combinados com 12%, 14% e 16% de PB. Avaliou-se a ingestão alimentar, os coeficientes de digestibilidade aparente (CMA) da matéria seca (MS), PB, extrato etéreo (EE) e energia bruta (EB), além da energia metabolizável aparente (EMA). Os resultados indicaram que a DBSFL apresentou teores superiores de aminoácidos essenciais em comparação ao FS, com destaque para glutâmico, aspártico e lisina. A ingestão alimentar não apresentou diferença significativa entre os grupos ($P > 0,05$). O nível de PB influenciou significativamente o CMA da MS, sendo que a dieta com 12% PB apresentou maior aproveitamento (71,50%) em comparação aos níveis de 14% e 16% PB ($P < 0,05$). No CDPB, observou-se interação significativa entre a fonte proteica e os níveis testados ($P = 0,004$), sendo que a dieta DBSFL com 14% PB apresentou digestibilidade superior em relação ao FS na mesma concentração. Para EE, a digestibilidade foi maior nas dietas contendo DBSFL, evidenciando eficiência na metabolização dos lipídios. Houve interação significativa para EMA ($P = 0,001$), com maior valor em dietas contendo FS com 16% PB (3455 kcal/kg), seguido pela DBSFL com 12% PB (3401 kcal/kg). Conclui-se que a inclusão de DBSFL na alimentação de *Psittacula krameri* representa uma alternativa nutricional viável, com boa aceitação, podendo contribuir para formulações para a nutrição de psitacídeos.

Palavra-chave: Aves; Black Soldier Fly; Digestibilidade; Insetos; Psitacídeos.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o mercado de animais silvestres como pets não convencionais tem apresentado crescimento significativo, impulsionado pelas particularidades comportamentais e estéticas dessas espécies. Nesse contexto, observa-se demanda crescente por orientações nutricionais específicas, que correspondem a aproximadamente 17,4% dos serviços prestados a esses animais (Barbosa et al., 2018; Leite et al., 2021). No Brasil, estima-se que existam cerca de 41,3 milhões de aves de estimação, representando um aumento de 1,5% entre 2021 e 2022 (ABINPET, 2023), o que evidencia a necessidade de avanços no desenvolvimento de dietas adequadas e sustentáveis para esses animais.

Entre os ingredientes de origem animal recentemente estudados como possíveis substitutos às fontes proteicas comumente utilizadas na formulação de alimentos completos, destaca-se a farinha desengordurada da larva da mosca-soldado negra (Black Soldier Fly Larvae – BSFL), que vem ganhando atenção devido ao seu alto valor nutricional. A BSFL apresenta teores de lipídios entre 18-33%, além de altos valores de proteína, entre os 32-53% (Chippindale et al., 2004; St-Hilaire et al., 2007; Yu et al., 2009). Além disso, apresenta vantagens viáveis para a produção animal, como ciclo de vida curto, alta conversão alimentar e baixo custo de implantação, sendo viável inclusive para comunidades rurais de baixa renda (Wilson, 2012; Finke, 2013; van Huis et al., 2013; Makkar et al., 2014).

Fontes proteicas com melhor perfil de aminoácidos e maior digestibilidade possibilitam a formulação de dietas com menor teor de proteína total, mas com maior valor biológico. Por outro lado, fontes com menor qualidade exigem concentrações mais elevadas para suprir as exigências nutricionais das aves (Pires et al., 2006).

Atualmente, mais de 40 marcas ao redor do mundo já comercializam alimentos pet com base em insetos, sendo a BSFL o ingrediente principal em grande parte desses produtos (Siddiqui et al., 2023).

Este estudo é a análise conjunta de dois fatores: a fonte de proteína (farelo de soja vs. DBSFL) e os níveis de proteína bruta (12%, 14% e 16%). Essa abordagem permite avaliar não apenas a digestibilidade dos nutrientes, mas também a adequação do perfil de aminoácidos. Até o momento da realização desta pesquisa, não foram encontrados estudos científicos publicados que avaliem a utilização da farinha desengordurada BSF na alimentação de psitacídeos, como *Psittacula krameri* (ring neck), em dietas extrusadas comerciais. Apesar do crescente interesse pela BSFL

como ingrediente, sua aplicação prática para aves ornamentais ainda é pouco explorada.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da substituição completa do farelo de soja pela farinha desengordurada da larva da mosca-soldado negra (*Hermetia illucens*), em dietas com níveis crescentes de proteína bruta para Ring Neck (*Psittacula krameri*) na fase de manutenção.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos experimentais realizados para obtenção dos dados desta pesquisa foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná (030/2024).

2.1 ANIMAIS E ALOJAMENTOS

Foram utilizadas 24 aves adultas, da espécie *Psittacula krameri* (Ring Neck), clinicamente saudáveis, com peso médio de $130 \pm 8,47$ g. As aves foram alojadas individualmente em gaiolas tipo voadeiras, confeccionadas em arame galvanizado, medindo 0,60 x 0,50 x 0,50 m (comprimento, largura e altura), posicionadas a 1,20m de altura do chão. As gaiolas permaneceram alocadas lado a lado dentro de uma sala fechada em alvenaria com janelas para proporcionar renovação de ar. Cada gaiola foi equipada com dois poleiros de madeira, um pote de cerâmica para o fornecimento do alimento completo, um bebedouro do tipo malha fina de 200 ml e uma bandeja na parte inferior da gaiola para a coleta de excretas e do alimento desperdiçado.

2.2 DIETAS EXPERIMENTAIS

As dietas experimentais foram formuladas segundo as recomendações mínimas da *Association of American Feed Control Officials* (AAFCO, 1998) para psitacídeos adultos na fase de manutenção. Os tratamentos experimentais consistiram em seis dietas compostas por alimento completo balanceado na forma extrusada contendo farinha desengordurada da larva de mosca-soldado negra (DBSFL) ou farelo de soja (FS), com níveis crescentes de proteína bruta (PB) de 12%, 14% e 16% para ambas como representado na tabela 1.

Tabela 1 - Ingredientes e composição química analisada e calculada das dietas experimentais (%) formuladas com Farelo de Soja (FS) ou Farinha desengordurada de larvas de *Hermetia illucens* (DBSFL), com inclusão nos níveis de proteína 12%, 14%, 16%.

Ingredientes (%)	FS 12%	FS 14%	FS 16%	DBSFL 12%	DBSFL 14%	DBSFL 16%
Milho	79,00	71,60	67,35	80,00	76,00	72,00
Farelo de Soja	10,00	19,00	23,60	0,00	0,00	0,00
DBSFL	0,00	0,00	0,00	8,60	12,60	20,00
Óleo de Soja	2,80	3,20	3,60	2,20	2,40	1,80
Fosfato Bicálcico	2,72	2,54	2,44	2,44	2,24	1,76
Caulim	1,51	0,34	0,00	2,61	2,87	1,00
Celite	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Calcário Calcítico	0,78	0,83	0,86	0,62	0,55	0,49
Premix Vitamino e Mineral	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
L-Lisina 78,8%	0,54	0,18	0,00	0,54	0,36	0,00
Carbonato de Potássio	0,42	0,14	0,00	0,77	0,79	0,82
Sal Comum	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
DL- Metionina 99%	0,26	0,20	0,18	0,25	0,22	0,16
Probiótico Maximus	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Composição Química Analisada na Matéria Seca						
Umidade (%)	7,44	7,90	7,27	6,94	7,30	6,61
Proteína Bruta (%)	12,76	13,33	16,44	12,56	13,71	16,75
Fibra Bruta (%)	2,74	2,67	2,76	2,03	2,32	2,35
Extrato Etéreo (%)	3,51	3,66	3,77	4,08	5,42	5,84
Matéria mineral (%)	7,53	6,62	6,26	8,87	8,78	7,77
Cálcio (%)	1,07	1,00	0,94	1,00	0,95	0,96
Fósforo (%)	0,76	0,72	0,73	0,75	0,64	0,65
Composição Química Calculada						
Energia Metabolizável aves (Kcal/Kg)	3551	3535	3526	3545	3534	3557
Sódio (%)	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Potássio (%)	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Cloro (%)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Lisina Total (%)	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96	0,95
Met+cis Total (%)	0,47	0,57	0,63	0,47	0,53	0,64
Metionina Total (%)	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,49
Treonina Total (%)	0,45	0,61	0,70	0,43	0,51	0,66
Triptofano Total (%)	0,23	0,39	0,47	0,11	0,14	0,19

Nota: ¹ Tratamentos experimentais: seis dietas com fonte proteína farelo de soja ou farinha desengordurada de larvas de *Hermetia illucens* (DBSFL) com inclusão de níveis de proteína de 12%, 14% e 16%.

²Suplementação por Kg de ração: vit. A 2.000UI, vit. D3 20.000UI; vit. E 15.000mg; vit. K 300mg; ácido fólico 400mg; ácido pantotênico 6.000mg; riboflavina 1.500mg; tiamina 1.200mg; piridoxina 2.000mg; biotina 75g; colina, 50.000mg; vit. B12 25.000g.

A caracterização das fontes proteicas utilizadas nas dietas foi realizada com base em dados laboratoriais e tabelas de composição. A composição lipídica da dieta

DBSFL foram disponibilizados pela empresa fabricante. Para o farelo de soja com 45,6% de proteína bruta, utilizou-se como referência a publicação de Rostagno e Albino (2024), que apresenta os teores de aminoácidos e demais parâmetros nutricionais.

2.3 ENSAIO DE DIGESTIBILIDADE E CONSUMO

A quantidade do alimento completo fornecido foi estabelecida com base no peso corporal médio da espécie avaliada, sendo ofertado 30g/dia/ave (23% peso corporal). A água foi fornecida fresca e à vontade durante todo o período experimental.

As aves receberam uma única dieta que variavam na fonte proteica (FS ou DBSFL) e níveis de proteína (12%, 14% e 16%). A ingestão total da dieta experimental foi calculada pela diferença entre o peso fornecido das rações menos o peso final das sobras no comedouro e o desperdício nas bandejas coletoras, conforme a equação abaixo:

$$\text{Ingestão total da dieta} = \text{fornecido} - (\text{sobra} + \text{desperdício})$$

O fornecimento das dietas experimentais, bem como suas sobras e desperdício foram pesadas diariamente por unidade experimental (gaiola) em balança de precisão (modelo Kn Waagen 3000/1 com precisão de 0,01g).

Para o ensaio de digestibilidade as aves foram submetidas a um período de adaptação às dietas experimentais de sete dias, e os ensaios de digestibilidade foram conduzidos por um período de sete dias consecutivos de acordo com a metodologia de coleta parcial de excretas com uso de indicador cinza insolúvel em ácido (Sakomura; Rostagno, 2007). Como marcador indigestível foi adicionado 1% de Celite® às dietas experimentais.

Para a coleta das excretas as bandejas foram forradas com plástico filme transparente e as excretas coletadas uma vez ao dia, acondicionadas em potes plásticos, identificados por unidade experimental (gaiola) e congelados em freezer a -14°C imediatamente após o momento da coleta. Esta fase foi repetida em dois períodos, sendo que as aves receberam a dieta experimental contendo DBSFL 12%PB no primeiro período, foram alimentadas com a dieta experimental FS 12%PB no segundo período.

As amostras das dietas experimentais e as excretas, foram analisadas, sendo que as dietas foram moídas à 1 mm em moinho de martelos Willey (Arthur H. Thomas Co., Philadelphia, PA). Em relação as excretas, finalizados os períodos de ensaio de digestibilidade, estas foram desidratadas em uma estufa de 55°C por 43 horas, sendo pesadas antes e após o processo, em seguida, moídas (Oster Inox - 127V). Foram analisadas para determinação dos teores de matéria seca (MS) à 105°C, proteína bruta (PB, método 954.01), extrato etéreo em hidrólise ácida (EEHA, método 954.02) e matéria mineral (MM, método 942.05), segundo a *Association of the Official Analytical Chemists* (AOAC, 1995). A energia bruta (EB) foi determinada por bomba calorimétrica (IKA C2000 Basic, IKA - Werke, Staufen, Germany). O conteúdo de cinza insolúvel em ácido (CIA) das dietas e das excretas foram analisados segundo a metodologia descrita por Scott e Boldaji (1997).

Com base nos resultados laboratoriais obtidos, foram calculados os coeficientes de digestibilidade (CD) da matéria seca (CDA), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), da energia bruta (CDEB) e a energia metabolizável aparente (EMA).

2.4 QUANTIFICAÇÃO DO ÁCIDO ÚRICO E CORREÇÃO DA PROTEÍNA BRUTA NAS EXCRETAS

A quantificação do ácido úrico nas excretas foi realizada conforme metodologia adaptada por Marquardt (1983). Amostras de 50 mg de excretas moídas foram homogeneizadas em 100 mL de tampão glicina 0,1 M (pH 9,3), incubadas a 40 °C sob agitação por 1 hora e, após filtração, foram refrigeradas por 30 minutos. Uma alíquota foi rediluída (1:15) com 5,35% de PCA e submetida à leitura de absorbância a 285 nm. A concentração de ácido úrico foi calculada pela fórmula:

Ácido úrico na amostra (mg) = $(A \times 100 \times 168,1 \times 15) / \Sigma$
 Sendo que A = absorbância da amostra a 285 nm para um caminho de luz de 1 cm, 100 é mililitros da solução original de extração, o valor 168,1 é o peso molecular do ácido úrico, 15 é o fator de diluição e Σ é o coeficiente de extinção molar em um determinado comprimento de onda (ou seja, 11.500 em 285 nm).

O percentual de ácido úrico é igual à quantidade de ácido úrico na amostra (mg) X 100 / peso da amostra (50 mg).

A determinação da proteína bruta (PB) da excreta foi realizada por meio da correção do valor aparente de PB, considerando a contribuição do ácido úrico como fonte de nitrogênio não proteico, conforme descrito por Sibbald (1976). Para isso, adotou-se o seguinte procedimento. O valor de ácido úrico (AU) obtido em porcentagem (%) foi convertido para gramas por quilograma de matéria seca, multiplicando-se o valor percentual por 10 ($AU \text{ (g/Kg MS)} = AU \text{ (\%)} \times 10$)).

Para quantificar a fração de PB correspondente ao ácido úrico, utilizou-se o fator de conversão de 2,0859 (g PB/g ácido úrico), de acordo com a literatura (Lara, 2006). Assim, a contribuição proteica do ácido úrico foi obtida pela fórmula:

$$PB_{au} = AU \times 2,0859$$

A concentração de PB aparente na excreta, inicialmente expressa em percentual, foi convertida para g/kg de MS. O valor corrigido da PB foi obtido pela subtração da fração equivalente ao ácido úrico da PB aparente:

$$PB \text{ excretada/corrigida} = PB_{aparente} - PB_{au}$$

Esse valor representa a estimativa da proteína bruta da excreta, desconsiderando a fração de nitrogênio proveniente de compostos não proteicos.

2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

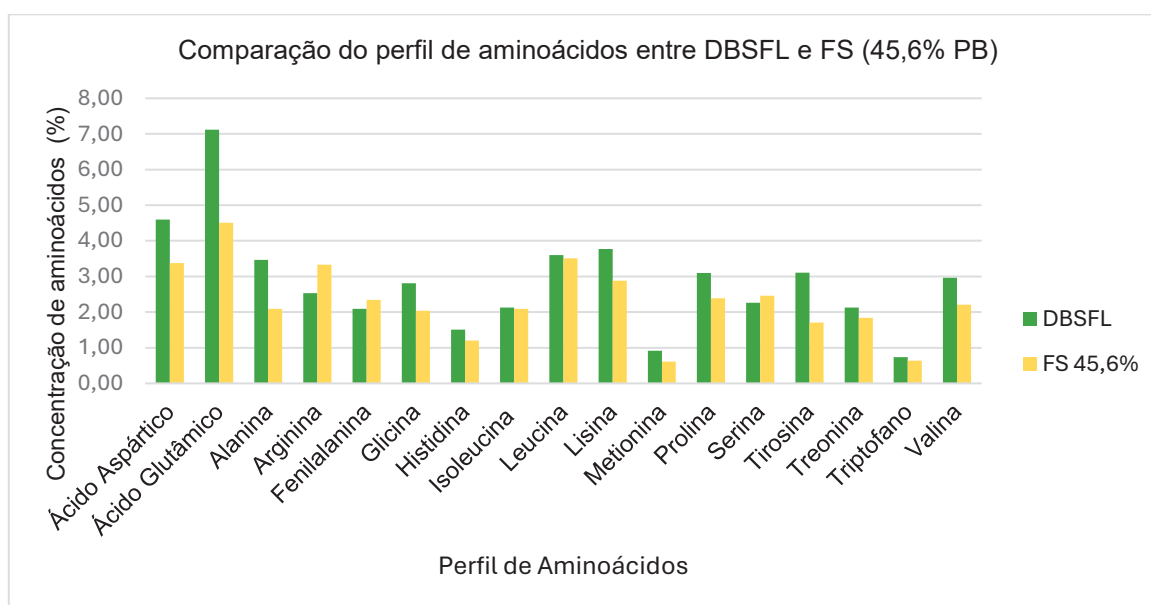
As aves foram distribuídas em delineamento em blocos casualizados, com 2 períodos de 7 dias cada, em esquema fatorial 2x3, sendo duas fontes proteicas e três níveis de proteína, totalizando seis tratamentos de oito repetições cada. Os dados foram inicialmente submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk). Quando a distribuição normal foi confirmada, as variáveis foram submetidas a ANOVA de duas vias, sendo dois tipos de fontes proteicas (FS x DBSFL) e três níveis de inclusão da PB (12%, 14% e 16%). Quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a um nível de significância de 5%. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o software R versão 4.4.0 (R Core TEAM, 2024).

3. RESULTADOS

Os dados apresentados na figura 1 indicam variações nos teores de aminoácidos entre as fontes proteicas utilizadas nas dietas experimentais. De modo geral, a DBSFL apresentou teores superiores em grande parte dos aminoácidos avaliados, destacando os ácidos glutâmico (7,12% vs. 4,51%) e aspártico (4,60% vs. 3,38%), além da lisina (3,77% vs. 2,88%), um aminoácido limitante de importância nutricional relevante para aves. Além disso, aminoácidos como valina (2,96% vs. 2,21%), alanina (3,47% vs. 2,09%) e tirosina (3,11% vs. 1,71%), metionina (0,92% vs. 0,61%) e triptofano (0,74% vs. 0,64%) também foram mais abundantes na DBSFL o que pode sugerir um perfil mais completo de aminoácidos essenciais. Em contrapartida, o FS apresentou níveis maiores de arginina (3,33% vs. 2,53%) e serina (2,46% vs. 2,26%).

A gordura total foi composta predominantemente por ácidos graxos saturados (6,35%), com menores teores de gorduras insaturadas (1,23%), monoinsaturadas (0,86%) e poli-insaturadas (0,37). A presença de ácidos graxos como ômega-3 (0,02%), ômega-6 (0,36%) e ômega-9 (0,80%) também foi quantificada.

Figura 1 - Teores de aminoácidos (%) presentes na farinha desengordurada da larva da *Hermetia illucens* (DBSFL) com dados obtidos por análise laboratorial, e no farelo de soja 45,6% (FS 45,6%), com dados provenientes de tabelas de composição.



Nota: DBSL: Farinha desengordurada de larvas de *Hermetia illucens* (DBSFL) com composição obtida por análise laboratorial; FS: Farelo de soja 45,6% proteína bruta, com dados obtidos de tabelas de composição (adaptado Rostagno; Albino, 2024).

No que se refere à variável ingestão, independentemente da fonte proteica utilizada e dos níveis de PB nas dietas, não foram observadas diferenças significativas na ingestão alimentar dos animais ($P > 0,05$) (Tabela 2).

Em relação ao CDA da MS não foi observada interação entre fonte e nível de proteína e não houve efeito com relação a fonte de proteína utilizada. Por outro lado, houve efeito significativo do nível de proteína, sendo que a dieta com 12%PB (71,50%) apresentou valor maior, que de 14% (68,42%) e 16% (67,25%) ($P < 0,05$).

Tabela 2 - Efeito da fonte proteica farelo de soja (FS) ou farinha desengordurada da larva *Hermetia illucens* (DBSFL) com níveis crescentes de proteína bruta sobre a ingestão e digestibilidade de nutrientes em *Psittacula krameri* (Ring Neck).

Fonte Proteica	Nível de PB	Ingestão (g/dia MS)	CDAMS (%)	CDPB (%)	CDEE (%)	CDEB (%)	EMA (kcal/kg)	
Interação								
FS	12	12,86	71,54	37,16 ^a	70,21 ^{bc}	77,91 ^{ab}	3049 ^d	
	14	12,23	68,01	25,15 ^b	66,62 ^c	76,52 ^{bc}	3377 ^{abc}	
	16	12,44	67,92	36,70 ^a	69,86 ^c	76,68 ^{bc}	3455 ^a	
DBSFL	12	12,00	71,46	37,30 ^a	76,62 ^{ab}	79,13 ^a	3401 ^{ab}	
	14	13,17	68,83	35,99 ^a	76,57 ^{ab}	76,14 ^{bc}	3283 ^c	
	16	12,14	66,58	33,17 ^{ab}	76,73 ^a	74,73 ^c	3334 ^{bc}	
EPM		0,32	0,36	1,02	0,84	0,29	21	
Efeito da fonte de proteína								
FS		12,51	69,16	35,49	68,90	77,04	3294	
DBSFL		12,44	68,96	33,00	76,64	76,66	3339	
Efeito do nível da proteína								
		12	12,43	71,50 ^a	37,23 ^a	73,41	78,52 ^a	3225 ^c
		14	12,70	68,42 ^b	30,57 ^b	71,59	76,33 ^b	3330 ^b
		16	12,29	67,25 ^b	34,94 ^{ab}	73,30	75,71 ^b	3394 ^a
P-valor								
Interação		0,527	0,239	0,004	0,464	0,016	0,001	
Proteína		0,916	0,699	0,072	0,001	0,389	0,019	
Nível de PB		0,874	0,001	0,036	0,424	0,001	0,001	

Nota: MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; EB: energia bruta; EMA: energia metabolizável; EPM: erro padrão da média; P: probabilidade; Fonte proteica: farelo de soja (FS) ou farinha desengordurada de *Hermetia illucens* (DBSFL).

*Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Para o CDPB, observou-se interação significativa entre a fonte e o nível de PB ($P = 0,004$). Os maiores valores foram observados para FS com 12% PB (37,16%) e 16% PB (37,30%), seguido pelas dietas contendo DBSFL com 12% e 14% PB (37,30% e 35,99%, respectivamente). Isso indica que a digestibilidade da proteína variou

conforme a combinação entre fonte e nível proteico, sem permitir análise isolada dos fatores.

Para CDEE não houve interação entre as fontes, nem pelo nível de proteína. No entanto, observou-se efeito significado para fonte proteína ($P = 0,001$), sendo o maior observado nas dietas com inclusão DBSFL, evidenciando maior eficiência na digestão dos lipídios dessa fonte.

Para o CDEB, a interação foi significativa ($P = 0,016$), variaram de 76,14% (DBSFL com 14% PB) a 76,68% (FS com 16% PB), mostrando que variou de acordo com a combinação entre os fatores, sem permitir análise isolada dos efeitos principais.

Para EMA, foi identificada interação significativa entre fonte proteica e nível de PB ($P = 0,001$). Os maiores valores foram observados nas dietas contendo FS com 16% PB (3455 kcal/kg), seguido por DBSFL com 12% PB (3401 kcal/kg), esses resultados indicam que foi influenciado pela combinação entre os fatores.

4. DISCUSSÕES

Neste estudo, observou-se que a substituição total do FS por DBSFL foi viável nutricionalmente para *Psittacula krameri*, mantendo níveis adequados de consumo e digestibilidade. Em particular, dietas com 12% de PB apresentaram os melhores índices de aproveitamento, indicando que níveis menores de PB, aliados a fontes proteicas de elevada qualidade como a DBSFL, podem otimizar a eficiência alimentar de psitacídeos em cativeiro.

A presença de compostos bioativos na DBSFL, como ácido láurico, peptídeos antimicrobianos e quitina, pode ter contribuído para a manutenção dos parâmetros digestivos e metabólicos observados no presente estudo, mesmo em dietas com substituição total do FS. Embora esses efeitos não tenham sido mensurados diretamente, a literatura aponta que tais componentes possuem ação imunomoduladora e prebiótica, o que pode favorecer o equilíbrio gastrointestinal e o aproveitamento dos nutrientes (Bovera et al., 2016; Dabbou et al., 2018; Vogel et al., 2018). Esses achados reforçam a hipótese de que o desempenho nutricional da DBSFL não está limitado ao seu perfil proteico, mas está associado a uma matriz funcional que pode beneficiar a fisiologia digestiva de psitacídeos.

A comparação da composição de aminoácidos revelou que a DBSFL apresentou maiores teores de lisina (3,77%), metionina (0,92%), triptofano (0,74%) e

valina (2,96%) em relação FS. Essa superioridade no perfil de aminoácidos indica que a DBSFL pode fornecer suporte nutricional mais eficiente para psitacídeos como *Psittacula krameri*, especialmente em dietas destinadas à manutenção. Apesar da composição distinta, ambas as fontes supriram as exigências mínimas da espécie, conforme recomendações da AAFCO (1998) e de estudos com papagaios verdadeiros (Saad et al., 2003) e calopsitas (Koutsos et al., 2001b). A estabilidade no consumo entre os tratamentos reforça que o comportamento alimentar da espécie não foi alterado pela fonte proteica, sugerindo boa adaptação à DBSFL e eficiência de absorção dos nutrientes mesmo em formulações com menor PB.

Os resultados deste estudo indicaram que dietas com 12% PB proporcionaram maior digestibilidade da MS em *Psittacula krameri*, enquanto concentrações de PB (14% e 16%) estiveram associadas à redução na absorção. Esses achados estão em consonância com estudos que demonstram que níveis baixos de inclusão de BSFL (até 9%) não comprometem a digestibilidade em aves como frangos de corte e patos (Benzertiha et al., 2019; Gariglio et al., 2019). Por outro lado, níveis elevados, como os 17% relatados por Bovera et al. (2016) e Cutrignelli et al. (2018), podem prejudicar significativamente esses parâmetros, indicando que o nível de inclusão é um fator determinante para o aproveitamento do ingrediente.

Outro ponto é que esse comportamento pode refletir uma sobrecarga metabólica, na qual o excesso proteico não utilizado para síntese é convertido em ácido úrico, gerando custo energético adicional para a ave (Costa et al., 2001). A correlação observada entre níveis elevados de PB e maior excreção de ácido úrico reforça essa hipótese. Assim, os dados sugerem que, menores ofertas proteicas para aves na fase de manutenção mantidas sob cuidados humanos, pode otimizar o aproveitamento nutricional e reduzir perdas metabólicas.

Embora a concentração de quitina não tenha sido mensurada diretamente neste estudo, os resultados positivos de digestibilidade sugerem que os níveis presentes na farinha DBSFL utilizada estavam possivelmente dentro de uma faixa tolerável para *Psittacula krameri*. A literatura aponta que concentrações elevadas de quitina podem reduzir o aproveitamento nutricional (Khempaka et al., 2006; Marono et al., 2015; De Marco et al., 2015), especialmente em aves como frangos de corte alimentadas com farelo de camarão ou pré-pupas de BSF.

O mecanismo pelo qual a quitina interfere na digestibilidade inclui sua estrutura rígida e insolúvel, que pode limitar o acesso das enzimas digestivas às proteínas

associadas à matriz polissacarídica (Muzzarelli, 1977). Além disso, sua baixa fermentabilidade pode comprometer a absorção eficiente de aminoácidos no trato gastrointestinal das aves. No entanto, estudos com farinhas DBSFL relatam teores entre 50 e 69 g/kg MS, inferiores aos níveis associados a efeitos negativos (Schiavone et al., 2017). Diante disso, os achados do presente estudo reforçam a viabilidade da DBSFL como ingrediente funcional em dietas para psitacídeos, desde que seu teor de quitina seja mantido em níveis moderados, a fim de preservar a digestibilidade e a eficiência alimentar.

A composição lipídica da DBSFL inclui ácidos graxos insaturados (PUFA), como ômega-3 (0,02%), ômega-6 (0,36%) e ômega-9 (0,80%). Embora os teores de PUFA sejam menores, sua presença é relevante diante das funções fisiológicas que desempenham em aves, incluindo efeitos imunológicos, neurológicos e reprodutivos (Simopoulos, 2011; Kalakuntla, 2017). Estudos demonstram que a suplementação com fontes lipídicas ricas em PUFA pode melhorar a conversão alimentar e o aproveitamento energético, sem impactar negativamente o consumo (Alagawany et al., 2019; Shang et al., 2004).

No contexto do presente estudo, os dados de consumo constantes entre as dietas indicam que a inclusão da DBSFL não comprometeu a palatabilidade ou a aceitação alimentar, mesmo com diferenças no perfil lipídico. Entretanto, é importante observar que formulações com BSFL integral não utilizada neste estudo podem elevar excessivamente o teor de lipídios da dieta, afetando a absorção de minerais como o cálcio (Bejaei; Cheng, 2020). Dessa forma, a aplicação nutricional da BSFL exige atenção ao seu conteúdo lipídico e ao equilíbrio entre os ingredientes da dieta, especialmente em formulações destinadas a aves em diferentes fases produtivas.

Os resultados deste estudo indicam que o consumo alimentar entre os diferentes tratamentos permaneceu constante, independentemente da fonte ou nível de proteína utilizado. Esse equilíbrio pode estar associado ao atendimento das necessidades nutricionais básicas da espécie *Psittacula krameri*, cuja recomendação para aves em manutenção inclui aproximadamente 12% de proteína bruta e energia bruta entre 3200 e 4200 kcal/kg, conforme AAFCO (1998). As dietas testadas apresentaram valores de energia metabolizável aparente (EMA) semelhantes, o que pode ter favorecido a autorregulação do consumo, como descrito por Pinto et al. (2002), que observaram que aves tendem a ajustar a ingestão de alimento com base na densidade energética da dieta. A ausência de variações significativas no consumo

também sugere boa aceitação dos ingredientes testados e eficiência na formulação nutricional, reforçando o potencial da BSFL como substituto funcional ao FS.

De modo geral, os resultados obtidos demonstram que a DBSFL representa uma fonte proteica promissora na alimentação de psitacídeos em fase de manutenção. A substituição integral do FS pela BSFL foi bem tolerada pela espécie *Psittacula krameri*, tanto no aspecto digestivo quanto comportamental, com manutenção do consumo e aproveitamento nutricional. Com o perfil de aminoácidos equilibrado, aliada à presença de compostos funcionais e níveis lipídicos adequados, confere à BSFL características favoráveis à sua inclusão em formulações específicas. Entretanto, o equilíbrio entre PB, lipídios e elementos estruturais como a quitina deve ser considerado na formulação, sobretudo em estratégias que visem atender exigências nutricionais sem gerar sobrecargas metabólicas. Os achados reforçam a necessidade de estudos adicionais que explorem diferentes fases produtivas, estados fisiológicos e níveis de inclusão do ingrediente, a fim de ampliar sua aplicabilidade em programas nutricionais voltados à conservação e bem-estar de aves em cativeiro.

5. CONCLUSÃO

Este estudo pioneiro demonstrou que a substituição total por DBSFL representa um ingrediente nutricionalmente viável para *Psittacula krameri*, mesmo com níveis elevados de proteína bruta. A ingestão, a digestibilidade eficiente e os parâmetros metabólicos estáveis indicam que pode ser aplicada com segurança e funcionalidade em formulações específicas para psitacídeos.

Agradecimentos

Os autores expressam seu agradecimento à CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro e pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor. Também agradecem à empresa Biotron Zootécnica pela colaboração na doação dos ingredientes e processo de produção das dietas experimentais utilizadas neste estudo.

6. REFERÊNCIAS

- ABINPET – Associação Brasileira da indústria de produção para animais de estimação, **Mercado PET BRASIL**, 2023. Disponível em: <abinpet_folder_dados_mercado_2023_draft5>.
- ALAGAWANY, M.; ELNESR, S. S.; FARAG, M. R.; ABD EL-HACK, M. E.; KHAFAGA, A. F.; TAHA, A. E.; TIWARI, R.; YATOO, M. I.; BHATT, P.; KHURANA, S. K.; DHAMA, K. Omega-3 and Omega-6 Fatty Acids in Poultry Nutrition: Effect on Production Performance and Health. **Animals (Basel)**. v. 9, n.8, p.573, 2019. Doi: 10.3390/ani9080573.
- AOAC International. Official methods of analysis (16th ed.). Washington, DC, 1994.
- ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS INCORPORATED (AAFCO). **Nutrition expert panel review: new rules for feeding pet birds**. Official Publication- Feed Management, Atlanta, v.2, n.49, 1998.
- BARBOSA B.; BARBOSA, B. B.; REBELLO, F. K.; SANTOS, M. A. S. de.; LOPES, M. L. B. Mercado de produtos e serviços para animais silvestres de estimação no município de Belém (PA). **Pubvet**, v.12 n.04, 2018. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n4a78.1-7>.
- BEJAEI, M.; CHENG, K. M. The effect of including full-fat dried black soldier fly larvae in laying hen diet on egg quality and sensory characteristics. **J. Insects Food Feed**, v.6, p. 305-314, 2020. Doi: 10.3920/JIFF2019.0045.
- BENZERTIHA, A.; KIERONCZYK, B.; RAWSKI, M.; JOZEFIAK, A.; KOZŁOWSKI, A.; JANKOWSKI, J. Tenebrio molitor and zophobas morio full-fat meals in broiler chicken diets: effects on nutrients digestibility, digestive enzyme activities, and cecal micro biome. **Animals**, v.9, p.1128, 2019. DOI <https://doi.org/10.3390/ani9121128>.
- BOVERA, F.; LOPONTE, R.; MARONO, S.; PICCOLO, G.; PARISI, G.; IACONISI, V.; GASCO, L.; NIZZA, A. Use of tenebrio molitor larvae meal as protein source in broiler diet: effect on growth performance, nutrient digestibility, and carcass and meat traits. **J Anim Sci**, v.94, p.639-47, 2016.
- CUTRIGNELLI, M. I.; MESSINA, M.; TULLI, F.; RANDAZZO, B.; OLIVOTTO, I.; GASCO, L.; LOPONTE, R.; BOVERA, F. Evaluation of an insect meal of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as soybean substitute: intestinal morphometry, enzymatic and microbial activity in laying hens. **Res. Vet. Sci.**, v.117, p.209-215, 2018.
- DE MARCO, M.; MARTÍNEZ, S.; HERNANDEZ, F.; MADRID, J.; GAI, F.; ROTOLO, L.; BELFORTI, M.; BERGERO, D.; KATZE, H.; DABBOU, S.; KOVITVADHI, A.; ZOCCARATO, I.; GASCO, L.; SCHIAVONE, A. Nutritional value of two insect meals (Tenebrio molitor and *Hermetia illucens*) for broiler chickens: apparent nutrient digestibility, apparent ileal amino acid digestibility and apparent metabolizable energy. **Anim Feed Sci Technol.**, v. 209, p. 211–218, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.08.006>>.
- FINKE, M. D. Complete nutrient content of four species of feeder insects. *Zoo biology*, v.32: p.27-36, 2013.
- GARIGLIO, M.; DABBOU, S.; BIASATO, I. CAPUCCHIO, M. T.; COLOMBINO, E.; HERNÁNDEZ, F.; MADRID, J.; MARTINEZ, S.; GAI, F.; CAIMI, C.; ODDON, S. B.; MENEGUZ, M.; TROCINO, A.; VINCENZI, R.; GASCO, L.; SCHIAVONE, A. Nutritional effects of the dietary inclusion of partially defatted *Hermetia illucens* larva

meal in Muscovy duck. **J Animal Sci Biotechnol**, v.10, p.1-37, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1186/s40104-019-0344-7>>.

KALAKUNTALA, S.; NAGIREDDY, N. K.; PANDA, A. K.; JATOTH, N.; THIRUNAHARI, R.; VANGOOR, R. R. Effect of dietary incorporation of n-3 polyunsaturated fatty acids rich oil sources on fatty acid profile, keeping quality and sensory attributes of broiler chicken meat. **Anim. Nutr**, v.3, p.386–391, 2017.

KHEMPAKA, S., KOH, K., KARASAWA, Y. Effect of shrimp meal on growth performance and digestibility in growing broilers. **J Poult**, v.43, p.250-254, 2006. Doi:<https://doi.org/10.2141/jpsa.43.250>

KOUTSOS, E. A.; MATSON, K. D.; KLASING, K. C. Nutrition of birds in the order psittaciformes: a review. *Journal of avian medicine and surgery*, v. 15, p. 257-276, 2001.

LARA, L. B. Biodisponibilidade de aminoácidos em alimentos para papagaios (*Amazona aestiva*) adultos. *Tese (Doutorado em Zootecnia)* - Universidade Federal de Lavras, Lavras, p.179, 2006.

LECLERCQ, B. Les rejets azote Issus de l'áviculture: importance et progress envisageables. **INRA Prod. Anim**, v.9, p.91-101, 1996.

LEITE, S. M.; GRIESER, D. de O.; QUEVEDO, P. de S.; ZANCANELA, V. T.; TON, A. P. S.; SILVA, A. A.; TOLEDO, J. B.; MARCATO, S. M. Animais silvestres de estimação em Astorga, Estado do Paraná / Wild pets in Astorga, State of Paraná. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 6740–6759, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n1-457.

MARONO, S.; PICCOLO, G.; LOPONTE, R.; DI MEO, C.; ATTIA, Y. A.; NIZZA, A.; BOVERA, F. In vitro crude protein digestibility of *Tenebrio molitor* and *Hermetia illucens* insect meals and its correlation with chemical composition traits. **Italian Journal of Animal Science**, v.14, n.3 p.338–343, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.4081/ijas.2015.3889>>.

MAKKAR, H. P. S.; TRAN, G.; HEUZÉ, V.; ANKERS, P. State-of-the-art on use of insects as animal feed. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 1-33, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>.

MARQUARDT, R. R. A simple spectrophotometric method for the direct determination of uric acid in avian excreta. **Poult Sci**, v.62, p.2106-2108, 1983. Doi: 10.3382/ps.0622106.

MUZZARELLI, R. A. A. Chitin. **Oxford: Pergamon Press**; 1977

PARK, S.I., CHANG, B. S., & YOE, S. M. Detection of antimicrobial substances from larvae of the black soldier fly, *Hermetia illucens*(Diptera: Stratiomyidae). **Entomological Research**, v.44, n.2, p.58–64, 2014. Doi: <https://doi.org/10.1111/1748-5967.12050>.

ROSTAGNO, H. S. ALBINO, L. F. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 5. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, p.531, 2024.

SAAD, C. E. P. Avaliação de alimentos e determinação das necessidades de proteína para manutenção de papagaios-verdadeiros (*Amazona aestiva*). *Tese (Doutorado)* - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p.160, 2003.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos para avaliação biológica dos alimentos e exigências nutricionais para animais monogástricos**. Jaboticabal, SP, UNESP, (no prelo). 2007.

SCHIAVONE, A.; DE MARCO, M.; MARTÍNEZ, S.; DABBOU, S.; RENNA, M.; MADRID, J.; HERNANDEZ, F.; ROTOLO, L.; COSTA, P.; GAI, F.; GASCO, L. Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) meal for broiler chickens: apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility. **J Anim Sci Biotechnol**, v.8 n. 51, 2017. DOI: 10.1186/s40104-017-0181-5.

SCOTT, T. A.; BOLDAJI, F. Comparison of inert markers [chromic oxide or insoluble ash (Celite™)] for determining apparent metabolizable energy of wheat- or barley-based broiler diets with or without enzymes. **Poult Sci**, v.76, p.594-8, 1997. Doi: 10.1093/ps/76.4.594.

SHANG, X.G.; WANG, F.L.; LI, D.F.; YIN, J.D.; LI, J.Y. Effects of dietary conjugated linoleic acid on the productivity of laying hens and egg quality during refrigerated storage. **Poult. Sci**, v.83, p.1688–1695, 2004.

SIBBALD, I. R. A bioassay for true metabolizable energy in feedingstuffs. **Poultry Sciencem Champing**, v. 55, n. 1, p. 303-308, 1976.

SIDDIQUI, S. A.; BRUNNER, T. A.; TAMM, I.; VAN DER RAAD, P.; PATEKAR, G.; BAHMID, N. A.; AARTS, K.; PAUL, A. Insect-based dog and cat food: a short investigative review on market, claims and consumer perception. **J Asia-Pac Entomol**, v.26, 2023. doi: 10.1016/j.aspen.2022.102020.

SIMOPOULOS, A. P. Importance of the omega-6/omega-3 balance in health and disease: Evolutionary aspects of diet. *World Rev. Nutr. Diet*, v.102, p.10–21, 2011.

VAN HUIS, A.; ITTERBEECK, J. V.; KLUNDER, H.; MERTENS, E.; HALLORAN, A.; MUIR, G.; VANTOMME, P. EDIBLE INSECTS future prospects for food and feed security, Rome: **FAO Forestry Paper**, 171, 2013.

VOGEL, H.; MULLER, A.; HECKEL, D. G.; GUTZEIT, H.; VILCINSKAS, A. Nutritional immunology: diversification and diet-dependent expression of antimicrobial peptides in the black soldier fly *Hermetia illucens*. **Dev. Comp. Immunol.** v.78, p.141–148, 2018. Doi: 10.1016/j.dci.2017.09.008

WILSON, R. T. Small animals for small farms. Rome: FAO. Diversification booklet number, v.14, 2012. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-i2469e.pdf>>.

CAPÍTULO III – PARÂMETROS DE BIOQUÍMICA SÉRICA E EXCREÇÃO DE ÁCIDO ÚRICO EM PERIQUITO RING NECK (*P. krameri*) ALIMENTADOS COM DIETAS DE DIFERENTES NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA E FARINHA DE *HERMETIA ILLUCENS*

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da substituição total do farelo de soja (FS) pela farinha desengordurada de larvas de mosca-soldado negra (*Hermetia illucens* - DBSFL) sobre os parâmetros bioquímicos sanguíneos e a concentração de ácido úrico nas excretas de Ring Neck (*Psittacula krameri*) alimentados com níveis crescentes de proteína bruta (PB) na fase de manutenção. Foram utilizadas 24 aves, distribuídas em delineamento em blocos casualizados, com seis dietas compostas por alimento completo balanceado na forma extrusada contendo DBSFL ou FS, combinados com 12%, 14% e 16% de PB. Foram avaliados os parâmetros bioquímicos sanguíneos (ureia, ácido úrico, proteína total, albumina e globulina) e ácido úrico excretado. Os parâmetros bioquímicos não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$), embora a DBSFL tenha aumentado as médias de ácido úrico sérico, os valores permaneceram dentro dos limites fisiológicos. Em contrapartida, a excreção de ácido úrico foi significativamente influenciada ($P<0,05$) pela fonte e pelo nível de PB, com maiores valores observados com FS e em dietas com 16% PB. Conclui-se que a DBSFL é uma alternativa viável, mantendo a saúde e contribuindo para menor excreção de ácido úrico.

Palavra-chave: Black Soldier Fly; Excreção nitrogenada; Hematologia; Insetos; Psitacídeos.

1. INTRODUÇÃO

As proteínas plasmáticas desempenham papel essencial na manutenção da pressão coloidosmótica do plasma, sendo determinantes para o equilíbrio da pressão sanguínea, regulação do pH e transporte de nutrientes, hormônios e outras moléculas biologicamente ativas (Swenson, 2006). Entre os compostos nitrogenados presentes no sangue, o ácido úrico é o principal produto do metabolismo proteico nas aves, refletindo diretamente o estado nutricional e fisiológico dos animais (Campbell, 2006; Junghanns, 2007). A concentração de ácido úrico sérico, além de variar de acordo com a espécie e dieta, é considerada um importante indicador da função renal em aves (Brown, 2009).

O excesso de proteínas na dieta resulta na degradação dos aminoácidos excedentes, cujo nitrogênio é metabolizado e convertido em ácido úrico para excreção. Esse processo, no entanto, possui um alto custo energético, desviando recursos que poderiam ser utilizados em funções como crescimento e manutenção (Noblet; Perez, 1993). Além disso, dietas com excesso de proteína podem levar à hiperuricemia, predispondo a distúrbios como gota úrica e formação de urólitos (Campbell, 2006; Capitelli; Crosta, 2013). Por outro lado, dietas com baixa concentração proteica, podem comprometer a síntese de albumina e globulinas, afetando negativamente a imunidade e o equilíbrio osmótico (Fudge, 1997).

Nesse contexto, a escolha da fonte e do nível de proteína na formulação de dietas para psitacídeos sob cuidados humanos torna-se um fator crítico. A farinha desengordurada da larva da mosca-soldado negra (*Hermetia illucens* – DBSFL) tem se destacado como uma alternativa promissora por apresentar elevado teor de proteína (43%) e conteúdo lipídico (24%) (Zhao, et al. 2023). Estudos demonstram seu potencial em substituir integralmente a farinha de peixe em dietas de frangos, mantendo parâmetros de digestibilidade adequados (Rambet et al., 2016). Além do valor nutricional, as BSFL contêm enzimas digestivas (proteases, amilases e lipases) (Kim et al., 2011), peptídeos antimicrobianos (Park et al., 2014) e alto teor de ácido láurico e quitina, que atuam como agentes imunomoduladores naturais (Kim; Rhee, 2016; Bovera et al., 2015).

No entanto, não foram encontrados estudos voltados à avaliação dos efeitos fisiológicos da DBSFL em psitacídeos, particularmente no que se refere à bioquímica sanguínea e excreção de ácido úrico. Além disso, não foram encontrados dados do uso dessa fonte proteica associada a diferentes níveis de proteína bruta. Diante disso,

o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da substituição completa do farelo de soja pela farinha desengordurada de *Hermetia illucens* (DBSFL), em dietas com diferentes níveis de proteína bruta, sobre os parâmetros bioquímicos séricos e a excreção de ácido úrico em *Psittacula krameri* (Ring Neck) na fase de manutenção.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os procedimentos experimentais realizados para obtenção dos dados desta pesquisa foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná (030/2024).

2.1 ANIMAIS E ALOJAMENTOS

Foram utilizadas 24 aves adultas, da espécie *Psittacula krameri* (Ring Neck), clinicamente saudáveis, com peso médio de $130 \pm 8,47$ g. As aves foram alojadas individualmente em gaiolas tipo voadeiras, confeccionadas em arame galvanizado, medindo 0,60 x 0,50 x 0,50 m (comprimento, largura e altura), posicionadas a 1,20m de altura do chão. As gaiolas permaneceram alocadas lado a lado dentro de uma sala fechada em alvenaria com janelas para proporcionar renovação de ar. Cada gaiola foi equipada com dois poleiros de madeira, um pote de cerâmica para o fornecimento do alimento completo, um bebedouro do tipo malha fina de 200 ml e uma bandeja na parte inferior da gaiola para a coleta de excretas e do alimento desperdiçado.

2.2 DIETAS EXPERIMENTAIS

As dietas experimentais foram formuladas segundo as recomendações mínimas da Association of American Feed Control Officials (AAFCO, 1998) para psitacídeos adultos na fase de manutenção. Os tratamentos experimentais consistiram em seis dietas compostas por alimento completo balanceado na forma extrusada contendo farinha desengordurada da larva de mosca-soldado negra (DBSFL) ou farelo de soja (FS), com níveis crescentes de proteína bruta (PB) de 12%, 14% e 16% para ambas como representado na tabela 1.

Tabela 1 - Ingredientes e composição química analisada e calculada das dietas experimentais (%) formuladas com Farelo de Soja (FS) ou Farinha desengordurada de larvas de *Hermetia illucens* (DBSFL), com inclusão nos níveis de proteína 12%, 14%, 16%.

Ingredientes (%)	FS 12%	FS 14%	FS 16%	DBSFL 12%	DBSFL 14%	DBSFL 16%
Milho	79,00	71,60	67,35	80,00	76,00	72,00
Farelo de Soja	10,00	19,00	23,60	0,00	0,00	0,00
DBSFL	0,00	0,00	0,00	8,60	12,60	20,00
Óleo de Soja	2,80	3,20	3,60	2,20	2,40	1,80
Fosfato Bicálcico	2,72	2,54	2,44	2,44	2,24	1,76
Caulim	1,51	0,34	0,00	2,61	2,87	1,00
Celite	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Calcário Calcítico	0,78	0,83	0,86	0,62	0,55	0,49
Premix Vitamino e Mineral	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
L-Lisina 78,8%	0,54	0,18	0,00	0,54	0,36	0,00
Carbonato de Potássio	0,42	0,14	0,00	0,77	0,79	0,82
Sal Comum	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
DL- Metionina 99%	0,26	0,20	0,18	0,25	0,22	0,16
Probiótico Maximus	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Composição Química Analisada na Matéria Seca						
Umidade (%)	7,44	7,90	7,27	6,94	7,30	6,61
Proteína Bruta (%)	12,76	13,33	16,44	12,56	13,71	16,75
Fibra Bruta (%)	2,74	2,67	2,76	2,03	2,32	2,35
Extrato Etéreo (%)	3,51	3,66	3,77	4,08	5,42	5,84
Matéria mineral (%)	7,53	6,62	6,26	8,87	8,78	7,77
Cálcio (%)	1,07	1,00	0,94	1,00	0,95	0,96
Fósforo (%)	0,76	0,72	0,73	0,75	0,64	0,65
Composição Química Calculada						
Energia Metabolizável aves (Kcal/Kg)	3551	3535	3526	3545	3534	3557
Sódio (%)	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
Potássio (%)	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69	0,69
Cloro (%)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Lisina Total (%)	0,97	0,96	0,96	0,96	0,96	0,95
Met+cis Total (%)	0,47	0,57	0,63	0,47	0,53	0,64
Metionina Total (%)	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,49
Treonina Total (%)	0,45	0,61	0,70	0,43	0,51	0,66
Triptofano Total (%)	0,23	0,39	0,47	0,11	0,14	0,19

Nota: ¹ Tratamentos experimentais: seis dietas com fonte proteína farelo de soja ou farinha desengordurada de larvas de *Hermetia illucens* (DBSFL) com inclusão de níveis de proteína de 12%, 14% e 16%.

²Suplementação por Kg de ração: vit. A 2.000UI, vit. D3 20.000UI; vit. E 15.000mg; vit. K 300mg; ácido fólico 400mg; ácido pantotênico 6.000mg; riboflavina 1.500mg; tiamina 1.200mg; piridoxina 2.000mg; biotina 75g; colina, 50.000mg; vit. B12 25.000g.

2.3 QUANTIFICAÇÃO DO ÁCIDO ÚRICO

A quantificação do ácido úrico nas excretas foi realizada conforme metodologia adaptada por Marquardt (1983). Amostras de 50 mg de excretas moídas foram homogeneizadas em 100 mL de tampão glicina 0,1 M (pH 9,3), incubadas a 40 °C sob agitação por 1 hora e, após filtração, foram refrigeradas por 30 minutos. Uma alíquota foi rediluída (1:15) com 5,35% de PCA e submetida à leitura de absorbância a 285 nm. A concentração de ácido úrico foi calculada pela fórmula:

Ácido úrico na amostra (mg) = $(A \times 100 \times 168,1 \times 15) / \Sigma$
 Sendo que A = absorbância da amostra a 285 nm para um caminho de luz de 1 cm, 100 é mililitros da solução original de extração, o valor 168,1 é o peso molecular do ácido úrico, 15 é o fator de diluição e Σ é o coeficiente de extinção molar em um determinado comprimento de onda (ou seja, 11.500 em 285 nm).

O percentual de ácido úrico é igual à quantidade de ácido úrico na amostra (mg) X 100 / peso da amostra (50 mg).

2.4 PARÂMETROS BIOQUÍMICOS SANGUÍNEOS

O sangue foi coletado em dois períodos do experimento nos dias 24 de maio de 2024 e 11 de junho de 2024. Previamente as coletas os animais foram submetidos a um jejum alimentar de quatro horas, sendo realizadas no período da manhã. Para coleta de sangue realizou-se a contenção física, antissepsia com Álcool 70% e a coleta sanguínea pela veia jugular direta, utilizando uma seringa de 1ml heparinizada e agulha 26G (0,45X13mm) e o volume máximo de coleta foi de 1% do peso vivo das aves (OWEN, 2011). As amostras de sangue foram acondicionadas em tubos do tipo Eppendorf, imediatamente refrigeradas e enviadas ao laboratório de Patologia Clínica Veterinária da Universidade Federal do Paraná.

As amostras de sangue foram centrifugadas em rotação de 4.000 rpm por cinco minutos, foi obtido o plasma, este foi analisado no equipamento analisador automático bioquímico (BS-200, Mindray-Shenzhen, China). Foram avaliados os seguintes perfis bioquímicos sanguíneos: renal - ácido úrico (método enzimático colorimétrico UOD-PAP), uréia (Cinética UV Urease-GLDH), proteinograma - proteína total (método Biureto), albumina (método verde bromocresol) e globulinas (cálculo: proteína total -

albumina). Foram utilizados kits comerciais (Bioclin, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil) para as dosagens bioquímicas, calibração e controle de qualidade utilizando calibrador Biocal (Bioclin) e Controle Nivel Patológico Biocontrol P (Bioclin).

2.5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

As aves foram distribuídas em delineamento em blocos casualizados, com 2 períodos de 7 dias cada, em esquema fatorial 2x3, sendo duas fontes proteicas e três níveis de proteína, totalizando seis tratamentos de oito repetições cada. Foram avaliados os parâmetros bioquímicos sanguíneos (ureia, ácido úrico, proteína total, albumina e globulina) e a excreção de ácido úrico nas fezes. Os dados foram inicialmente submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Quando a distribuição normal foi confirmada, as variáveis foram submetidas à análise de variância (ANOVA) de duas vias, considerando os efeitos principais e a interação entre tipo de proteína e nível de inclusão. Quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Adicionalmente, foi realizada análise de correlação de Pearson entre as variáveis bioquímicas e a excreção de ácido úrico. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando os softwares R versão 4.4.0 (R Core TEAM, 2024)

3 RESULTADOS

Não foram observadas interações significativas entre a fonte proteica e o nível de PB para os valores de ureia, ácido úrico sanguíneo, proteína total, albumina e globulina ($p>0,05$). De forma semelhante, não houve efeito significativo isolado da fonte de proteína ou dos níveis de PB sobre essas variáveis ($p>0,05$), conforme apresentado na Tabela 2.

Os valores médios de AU sérico variaram entre 2,8 e 4,5 mg/dL, mantendo-se dentro da variação fisiológica. Os níveis de ureia variaram de 1,2 a 2,2 mg/dL $\pm$ 1,43. Para a proteína total, os valores oscilaram entre 3,1 e 3,5 g/dL. Os níveis de albumina e globulina também permaneceram semelhantes entre tratamentos, variando de 2,0 a 2,3 g/dL e 1,1 a 1,3 g/dL, respectivamente.

Tabela 2 - Valores médios e desvios padrão dos parâmetros bioquímicos sanguíneos em *Psittacula krameri* (Ring Neck) alimentadas com duas fontes proteicas (FS e DBSFL) e inclusão de diferentes níveis de proteína bruta (12%, 14% e 16%).

Fonte proteica	Nível de PB%	URE mg/dL	AU mg/dL	PT g/dL	ALB g/dL	GLOB g/dL
Interação						
FS	12	2,2	3,4	3,3	2,2	1,1
	14	1,2	4,5	3,4	2,2	1,2
	16	2,2	4	3,5	2,3	1,2
DBSFL	12	2	2,8	3,2	2	1,1
	14	1,8	3,3	3,2	2	1,1
	16	1,7	3,8	3,1	2	1,3
EPM		0,21	0,27	0,06	0,05	0,06
Efeito da fonte de proteína						
FS		1,8	3,3	3,4	2,2	1,2
DBSFL		1,8	4	3,2	2	1,1
Efeito do nível da proteína						
12		2,1	3,1	3,3	2,1	1,1
14		1,5	3,9	3,3	2,1	1,2
16		1,9	3,9	3,3	2,1	1,2
P-valor						
Interação		0,537	0,754	0,628	0,852	0,854
Proteína		0,959	0,244	0,134	0,069	0,912
Nível de PB		0,514	0,399	0,951	0,974	0,657

Nota: PB: proteína bruta; URE: Ureia; AU: ácido úrico; PT: Proteína total; ALB: Albumina; GLOB: Globulina; EPM: erro padrão da média; P: probabilidade; FS: farelo de soja; DBSFL: Farinha desengordurada de larvas de *Hermetia illucens* (DBSFL).

Houve interação entre os fatores fonte e nível de PB para os valores de AU nas excretas, conforme demonstrado na Tabela 3. A maior excreção foi observada nos animais alimentados com FS e 16% de PB (19,79%), enquanto os menores valores foram verificados com DBSFL e 14% de PB (14,91%). No efeito isolado da fonte proteica, o FS resultou em maior AU (18,32%) em comparação à DBSFL (16,42%). Quanto aos níveis de PB, houve aumento progressivo da excreção com o aumento do teor proteico da dieta: 16,49%, 16,69% e 18,92% para 12%, 14% e 16% de PB, respectivamente.

Tabela 3. Concentração de ácidos úrico (AU%) na excreta de *Psittacula krameri* (Ring Neck) alimentadas com duas fontes proteicas (FS e DBSFL) e inclusão de diferentes níveis de proteína bruta (12%, 14% e 16%).

Fonte Proteica	Nível de PB	AU (%)
Interação		
FS	12	16,68 ^{cd}
	14	18,48 ^{ab}
	16	19,79 ^a
DBSFL	12	16,31 ^{de}
	14	14,91 ^d
	16	18,06 ^{bc}
EPM		0,28
Efeito da fonte de proteína		
FS		18,32
DBSFL		16,42
Efeito do nível da proteína		
	12	16,49 ^b
	14	16,69 ^b
	16	18,92 ^a
P-valor		
Interação		0,001
Proteína		0,001
Nível de PB		0,001

*Médias seguidas por letras minúsculas distintas na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05)

PB: proteína bruta; AU: ácido úrico; EPM: erro padrão da média; P: probabilidade; FS: farelo de soja; DBSFL: Farinha desengordurada de larvas de *Hermetia illucens* (DBSFL).

A análise de correlação de Pearson entre AU e os parâmetros sanguíneos demonstrou correlação positiva significativa apenas com a albumina ($r = 0,305$; $p = 0,039$), embora fraca. Não foram observadas correlações significativas entre AU excretado e AU sanguíneo ($r = -0,014$; $p = 0,925$), proteína total ($r = 0,151$; $p = 0,316$), ureia ($r = 0,040$; $p = 0,794$) ou globulina ($r = -0,056$; $p = 0,710$).

4. DISCUSSÕES

A qualidade da proteína dietética é determinante para o metabolismo adequado das aves, uma vez que os aminoácidos essenciais participam diretamente da síntese proteica e de processos metabólicos para a saúde e desenvolvimento dos animais (Boland et al., 2013). Contudo, o excesso de proteína é metabolizado em ácido úrico,

acarretando custo energético adicional para as aves (Leclercq, 1996; Costa et al., 2001).

Neste estudo, os parâmetros bioquímicos sanguíneos não mostraram interação significativa entre as fontes proteicas, independentemente do nível de PB nas dietas. Ainda que sem significância estatística, observou-se tendência de valores levemente maiores de AU plasmático nas aves alimentadas com DBSFL, enquanto os demais marcadores permaneceram estáveis entre os grupos. Isso reforça que, nas condições testadas, ambas as dietas atenderam adequadamente às exigências metabólicas da espécie, sem comprometer o equilíbrio nitrogenado.

Todas as concentrações plasmáticas observadas permaneceram dentro dos intervalos fisiológicos estabelecidos para *Psittacula krameri*, conforme estabelecido por Pinto et al. (2024), que indicam valores sanguíneos de ácido úrico entre 0,94 e 16,76 mg/dL. Isso sugere que a substituição do FS por DBSFL não comprometeu o metabolismo nitrogenado das aves, mantendo os parâmetros bioquímicos em faixas compatíveis com a saúde fisiológica da espécie.

Na excreta, observou-se aumento de excreção de AU conforme o nível de PB foi elevado, o que está de acordo com a fisiologia esperada. A fonte proteica também influenciou esse parâmetro, com menores valores observados para as dietas à base de DBSFL em níveis menores de PB (14%). Esses dados indicam que a digestibilidade e o aproveitamento da proteína podem variar conforme a origem, impactando a excreção nitrogenada mesmo quando os parâmetros plasmáticos se mantêm estáveis.

A literatura aponta que dietas com maior teor proteico resultam em aumento da excreção de AU devido à intensificação do catabolismo de aminoácidos (Campbell, 2006; Corzo et al., 2005). Esse padrão também foi observado neste estudo, especialmente nas dietas com 16% de PB. Por outro lado, mesmo com essa maior excreção, os níveis plasmáticos não foram significativamente alterados, indicando que a homeostase interna foi mantida. A ausência de efeitos adversos nas concentrações séricas reforça a hipótese de que a DBSFL possui boa digestibilidade e pode substituir parcialmente o FS sem comprometer o metabolismo nitrogenado.

As concentrações de proteína total, albumina e globulina não diferiram entre os grupos, sugerindo que a função hepática de síntese proteica foi preservada independentemente da fonte proteica. Embora estudos anteriores associem alterações na razão albumina/globulina a respostas imunológicas (Bovera et al.,

2015), os dados do presente estudo não mostraram efeitos significativos nesses parâmetros. As variações observadas podem estar associadas à composição proteica dos ingredientes, indicando a necessidade de estudos complementares com biomarcadores imunológicos.

No presente estudo, embora os níveis de AU e globulina não tenham apresentado diferenças significativas entre os grupos, tais parâmetros podem, sim, ser influenciados pela fonte proteica da dieta, como indicam os achados da literatura. Estudos prévios indicam que o AU, principal resíduo nitrogenado em aves (Harr, 2002), reflete o nível de catabolismo proteico.

Bovera et al. (2015) relataram proporções mais baixas de albumina/globulina em aves alimentadas com dietas à base de farinha de larvas de *Tenebrio molitor*, um resultado semelhante ao observado no grupo alimentado com DBSFL em nosso estudo. Essa alteração pode estar associada a uma maior resistência imunológica das aves, conforme sugerido por Griminger e Scanes (1986). Isso reforça a relevância de se considerar não apenas o desempenho produtivo, mas também os efeitos metabólicos e imunológicos ao avaliar novas fontes proteicas, como a BSFL, na alimentação de aves silvestres.

Considerando os dados apresentados, a inclusão de DBSFL como fonte alternativa de proteína, em substituição total ao FS, não comprometeu os parâmetros séricos ou a excreção de ácido úrico em *Psittacula krameri*. A redução na excreção observada em dietas com níveis menores de PB e DBSFL sugere que sua digestibilidade pode ser adequada para a espécie. Estudos futuros com maior número de aves, testes de performance a longo prazo e marcadores imunológicos poderão complementar esses achados e reforçar a segurança da aplicação da BSFL na nutrição de psitacídeos.

5. CONCLUSÃO

A inclusão da DBSFL é uma fonte viável para *Psittacula krameri*, mantendo os parâmetros bioquímicos dentro dos valores fisiológicos, não comprometendo a saúde dos animais. Além disso, estes achados reforçam que a BSFL pode contribuir positivamente para a resposta imunológica das aves, destacando seu potencial como alternativa funcional na formulação de dietas para psitacídeos mantidos sob cuidados humanos.

Agradecimentos

Os autores expressam seu agradecimento à CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – pelo apoio financeiro e pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor. Também agradecem à empresa Biotron Zootécnica pela colaboração na doação dos ingredientes e processo de produção das dietas experimentais utilizadas neste estudo. E ao Laboratório de Bioquímica da Universidade (Núcleo Paranaense de Pesquisa Científica e Educacional de Plantas Medicinais – NUPPLAMED, pelo auxílio nas análises de ácido úrico.

6. REFERÊNCIA

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIALS INCORPORATED (AAFCO). Nutrition expert panel review: new rules for feeding pet birds. Official Publication- Feed Management, Atlanta, v.2, n.49, 1998.

BOLAND, M. J.; RAE, A. N.; VEREIJKEN, J. M.; MEUWISSEN, M. P. M.; FISCHER, A. R. H.; VAN BOEKEL, M. A. J. S.; 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.**, v.29, p.62-73, 2013.

BOVERA, F.; PICCOLO, G.; GASCO, L.; MARONO, S.; LOPONTE, R.; VASSALOTTI, G.; NIZZA, A. Yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*, L.) as a possible alternative to soybean meal in broiler diets. **British Poultry Science**, v.56, n.5, p.1–7, 2015. Doi: <https://doi.org/10.1080/00071668.2015.1080815>.

BROWN, N. H. H. Psittacine birds. In: TULLY, T. N.; DORRESTEIR, G. M.; JONES, A. K.. **Handbook of avian medicine**, 2 ed. Philadelphia: Saunders Elsevier, p.157-159, 2009.

CAMPBELL, T. W. Hematologia e bioquímica de aves. In: **THRALL, M.A. Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. São Paulo: Roca, p.215- 246, 2006.

CAPITELLI, R.; CROSTA, L. Overview of psittacine blood analysis and comparative retrospective study of clinical diagnosis, haematology and blood chemistry in selected psittacine species. **Veterinary clinics of North America: Exotic Animal Practice**, v.16, n.1. p.72-120, 2013.

CORZO, A.; FRITTS, C. A.; KIDD, M. T.; KERR, B. J. Response of Broiler Chicks to Essential and Non-Essential Amino Acid Supplementation of Low Crude Protein Diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.118, p.319–327, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2004.11.007>

COSTA, F.G.P.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1498-1505, 2001.

FUDGE, A. M. Avian clinical pathology: hematology and chemistry. IN: ALTMAN, R. B. **Avian medicine and surgery**. Philadelphia: Saunders, p.142-157, 1997.

- GRIMINGER, P.; SCANES, C. G. Protein metabolism. In: **Avian Physiology**, 4th edn. P. D. Sturkie, Ed. Springer Verlag, New York, p. 326-345, 1986.
- HARR, K. E. Clinical chemistry of companion avian species: A review. **Vet. Clin. Path.** v.31, p.140–151, 2002.
- JUNGHANNS, M. K. Aids to diagnosis IN: COLES, B. H. **Essentials of avian medicine and sugery**. 3 ed. Iowa: Blackwell Science, p. 56- 71, 2007.
- KIM, S. A.; RHEE, M. S. Highly enhanced bactericidal effects of medium chain fatty acids (caprylic, capric, and lauric acid) combined with edible plant essential oils (carvacrol, eugenol, β -resorcylic acid, trans cinnamaldehyde, thymol, and vanillin) against *Escherichia coli* O1. **Food Control**, v.60, p.447–454, (2016). Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.08.022>.
- KIM, W.; BAE, S.; PARK, K.; LEE, S.; CHOI, Y.; HAN, S.; KOH, Y. Biochemical characterization of digestive enzymes in the black soldier fly, *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae), **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v 14, n. 1, p.11-14, 2011. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2010.11.003>.
- MARQUARDT, R. R. A simple spectrophotometric method for the direct determination of uric acid in avian excreta. **Poult Sci**, v.62, p.2106-2108, 1983. Doi: 10.3382/ps.0622106.
- NOBLET, J.; PEREZ, J. M. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis, **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 3389–3398, 1993. DOI: <https://doi.org/10.2527/1993.71123389x>.
- OWEN, J. C. Collecting, processing, and storing avi an blood: a review. **Journal of Field Ornithology**, v.82, n.4, p.339-354, 2011.
- RAMBET, V.; UMBOH, J. F.; TULUNG, Y. L. R.; KOWEL, Y. H. S. Kecernaan Protein Dan Energi Ransum Broiler Yang Menggunakan Tepung Maggot (*Hermetia illucens*) Sebagai Pengganti Tepung Ikan. **J Zootek**. v.36, p.1322, 2016.
- ROSTAGNO, H. S. ALBINO, L. F. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 5. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, p.531, 2024.
- PINTO, G. O. P. A.; SALDANHA, A.; SOUZA, G. S.; OLIVEIRA, W. J.; BELTRAME, O. C.; FREITAS, L. A. C.; ROCHA, C.; LOCATELLI-DITTRICH, R. Healthy Captive Rose - Ringed Parakeets (*Psittacula krameri*) - **Hematological and Biochemical Values**. **Acta Scientiae Veterinariae**. v.52, n.1, 2024. DOI:<https://doi.org/10.22456/1679-9216.133961>.
- ZHAO, J.; PAN, J.; ZHANG, Z.; CHEN, Z.; MAI, K.; ZHANG, Y. Fishmeal Protein Replacement by Defatted and Full-Fat Black Soldier Fly Larvae Meal in Juvenile Turbot Diet: Effects on the Growth Performance and Intestinal Microbiota. **Aquaculture nutrition**, p.1-14, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/8128141>