



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM AGROECOLOGIA

JAILSON NOVODWORSKI

DESEMPENHO DE FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO ALIMENTADOS COM
FARINHA DA CRISÁLIDA DO BICHO-DA-SEDA (*Bombyx mori* L.), COMO FONTE
PROTEICA ALTERNATIVA

MARINGÁ - PR

Dezembro - 2020

JAILSON NOVODWORSKI

DESEMPENHO DE FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO ALIMENTADOS COM
FARINHA DA CRISÁLIDA DO BICHO-DA-SEDA (*Bombyx mori* L.), COMO FONTE
PROTEICA ALTERNATIVA

Dissertação Apresentado ao Programa de Pós-graduação em Agroecologia – Mestrado Profissional - PROFAGROEC, área de concentração: Agroecologia, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Alessandra Aparecida Silva.

MARINGÁ - PR

Dezembro - 2020

FOLHA DE APROVAÇÃO

JAILSON NOVODWORSKI

DESEMPENHO DE FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO ALIMENTADOS COM FARINHA DA CRISÁLIDA DO BICHO-DA-SEDA (*Bombyx mori* L.), COMO FONTE PROTEICA ALTERNATIVA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agroecologia do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia, pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Alessandra Aparecida Silva – DZO/UEM
(Presidente – Orientadora)

Prof. Dr. Leandro Dalcin Castilha – DZO/UEM
(membro)

Prof. Dr. Gerson Barreto Mourão – ESALQ/USP
(membro)

Dr. Élsio Antônio Pereira de Figueiredo – Embrapa Suínos e Aves
(membro)

Aprovada em:

Local da Defesa: Videoconferência Online

AGRADECIMENTOS

À Deus, por me guiar e dar tranquilidade de seguir em frente em busca de meus objetivos;

À Universidade Estadual de Maringá (UEM), por meio do Programa de Pós-graduação em Agroecologia - Mestrado Profissional, pela oportunidade a que me foi atribuída de participar de seu sistema de aprendizagem.

À minha orientadora, Professora Dr.^a Alessandra Aparecida Silva, pela competência, dedicação, profissionalismo e apoio durante o desenvolvimento e elaboração deste trabalho, apresentando-se sempre acessível em auxiliar e responder às minhas dúvidas, onde aprendi muito com seus ensinamentos. Minha admiração e gratidão.

Ao Frango Caipira do Campo e a todos seus colaboradores que auxiliaram e muito contribuíram para que este trabalho pudesse ser concluído.

À Fiação Bratac S/A, pelo apoio ao desenvolvimento desse trabalho.

Ao Professor Dr. Adalfredo Rocha Lobo Júnior, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Ao Professor Dr. Leandro Dalcin Castilha, pelo auxílio nas análises de energia e formulação das dietas experimentais.

Ao Professor Dr. Fábio Meurer (UFPR), que disponibilizou toda estrutura de seu laboratório (LATAQ/UFPR), a qual foi crucial para realização de análises e produção das dietas experimentais.

Aos meus amigos da Seção de Laboratórios Acadêmicos - SLAC/UFPR, que de alguma forma contribuíram para execução deste trabalho, em especial a M.^a Rosangela Maria Gazola Barboza, pelo auxílio nas análises bromatológicas.

Aos colegas de Pós Graduação, aos ICs e a todos que contribuíram direta ou indiretamente durante a execução desse trabalho, em especial ao meu amigo e colega Valmir Schneider Guedin pela contribuição no desenvolvimento dessa pesquisa, meu muito obrigado!

À minha família, em especial minha esposa Juliana da Silva Novodworski, pelo incentivo, compreensão e apoio durante toda essa caminhada;

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VI
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
1 INTRODUÇÃO GERAL	9
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3 REVISÃO DE LITERATURA	11
3.1 AVICULTURA EM BASE ECOLÓGICA	11
3.1.1 Desempenho de frangos de crescimento lento	13
3.2 USO DE INSETOS NA ALIMENTAÇÃO DE AVES	16
3.2.1 Farinha de Crisálida do bicho-da-seda (<i>Bombyx mori L.</i>)	19
REFERÊNCIAS	22
ARTIGO CIÊNTIFICO	29
RESUMO	30
INTRODUÇÃO	31
MATERIAL E MÉTODOS	32
ANÁLISE BROMATOLÓGICA DA FARINHA DE CRISÁLIDA	33
DIETAS EXPERIMENTAIS	34
ENSAIO DE DESEMPENHO	36
MEDIDAS DE DESEMPENHO ANIMAL	37
ANÁLISE ESTATÍSTICA	37
RESULTADOS	38
DISCUSSÃO	40

CONCLUSÃO.....43
REFERÊNCIAS.....43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Desempenho de frangos linha colonial (Pesçoço - Pelado), aves de pesçoço pelado, plumagem vermelha, pele e pernas amarelas	16
Tabela 2. Valores bromatológicos da farinha de insetos (% da matéria seca)	18
Tabela 3. Composição de aminoácidos (% da PB).....	18
Tabela 4. Análise bromatológica da farinha de crisálida.....	33
Tabela 5. Rações experimentais para frangos caipiras (no período de 49 a 70 dias de idade) com diferentes níveis de inclusão de farinha de crisálida do bicho-da-seda em substituição ao farelo e óleo de soja	35
Tabela 6. Análise descritiva para as variáveis de desempenho em frangos de crescimento lento	38
Tabela 7. Efeito dos níveis de substituição do farelo e óleo de soja por farinha de crisálida na dieta sobre as variáveis de desempenho em frangos de crescimento lento (n = 16).	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do projeto de pesquisa	33
Figura 2 - Análise de regressão para a conversão alimentar em função dos níveis de substituição do farelo de soja por farinha de crisálida na dieta de frangos de crescimento lento entre 49 e 70 dias de idade.....	40

RESUMO

A sericicultura é uma importante atividade agroindustrial que contribui substancialmente para a economia rural nacional a qual é desenvolvida basicamente pela agricultura familiar. O processo de obtenção da seda gera como subproduto a crisálida, um produto de ótima composição nutricional, com alto teor proteíca e extrato etéreo, com boas perspectivas de se tornar um alimento proteico alternativo na alimentação de aves. O objetivo deste trabalho foi avaliar os possíveis níveis de inclusão da farinha de crisálida (*Bombyx mori* L.) em substituição as fontes proteicas tradicionalmente usadas na alimentação de frangos de crescimento lento sobre índices de desempenho animal. Foi realizado ensaio de desempenho zootécnico onde foram utilizados 96 frangos de crescimento lento (linhagem Sasso Ruby N - XL44N) com 49 dias de idade ($1543 \text{ g} \pm 35 \text{ g}$ de peso médio inicial), distribuídos aleatoriamente em 4 tratamentos com 4 repetições cada, contendo 6 aves por unidade experimental. As dietas experimentais foram formuladas isoenergéticas (3250 kcal/kg) e isoprotéicas (17,47% PB) com níveis crescentes (0%, 25%, 50% e 75%) de inclusão de farinha de crisálida em substituição ao farelo de soja. O experimento teve duração de 21 dias consecutivos (49 – 70 dias), onde as aves foram avaliadas quanto aos parâmetros de ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA). A inclusão de farinha de crisálida nas dietas experimentais não proporcionou diferenças significativas entre os tratamentos para GPD e CR, porém, foi identificadas alterações na conversão alimentar no T75. A farinha de crisálida apresentou alto valor nutricional, sendo uma rica fonte proteica alternativa, o que permite seu uso na alimentação de frangos de crescimento lento em substituição ao farelo de soja em até 75 % (20,4% do total da dieta) sem afetar o consumo de ração e o ganho de peso.

Palavras-chave: Alimento alternativo, Frango caipira, Pupa do bicho-da-seda, Sericicultura.

ABSTRACT

Sericulture is an important agro-industrial activity that contributes substantially to the national rural economy, which is mainly developed by family farming. The process of obtaining silk generates chrysalis as a by-product, a product of excellent nutritional composition, with high protein content and ether extract, with good prospects of becoming an alternative protein food in poultry feed. The objective of this work was to evaluate the possible levels of inclusion of chrysalis flour (*Bombyx mori* L.) to replace the protein sources traditionally used in the feeding of slow growing chickens on animal performance indexes. A zootechnical performance test was carried out using 96 slowly growing chickens (Sasso Ruby N -XL44N strain) with 49 days of age ($1543 \text{ g} \pm 35 \text{ g}$ of initial average weight), randomly distributed in 4 treatments with 4 repetitions each, containing 6 birds per experimental unit. The experimental diets were formulated isoenergetic (3250 kcal/kg) and isoprotein (17.47% CP) with increasing levels (0%, 25%, 50% and 75%) of inclusion of chrysalis flour in substitution of soybean meal. The experiment lasted 21 consecutive days (49 - 70 days), where the birds were evaluated for the parameters of daily weight gain (GPD), feed intake (CR) and feed conversion (CA). The inclusion of chrysalis flour in the experimental diets did not provide significant differences between treatments for GPD and CR, however, changes in feed conversion at T75 were identified. Chrysalis flour had a high nutritional value, being a rich alternative protein source, which allows its use in the feeding of slow-growing chickens in substitution to soybean meal in up to 75% (20.4% of the total diet) without affecting feed consumption and weight gain.

Keywords: Alternative food, free-range chicken, pupa of the silkworm, sericulture.

1 1 INTRODUÇÃO GERAL

2
3 A sericicultura é uma importante atividade agroindustrial que contribui
4 substancialmente para a economia rural nacional (GIACOMIN *et al.*, 2017). A produção de
5 seda vem sendo desenvolvida com ênfase em pequenas propriedades e com mão de obra
6 familiar, proporcionando um aumento de renda à pequenos agricultores além de colaborar
7 para redução do êxodo rural, contribuindo dessa forma para a sustentabilidade e
8 desenvolvimento do país (SANTOS *et al.*, 2011; BARCELOS *et al.*, 2013). O Brasil é o 5º
9 maior produtor mundial de casulos verdes e fios de seda, sendo o estado do Paraná seu polo
10 produtivo mais expressivo, responsável por 83% da produção nacional de seda (CIRIO,
11 2018), o qual se consolidou como o produtor de fio de seda de melhor qualidade do mundo
12 (AEN, 2019).

13 Os casulos verdes produzidos pelo *Bombyx mori* segundo Cunha (2007), são
14 compostos de uma casca exterior, onde existe a seda bruta propriamente dita e, em seu interior
15 a crisálida (pupa), que, ao final de algum tempo se transforma na mariposa. Após o bicho-da-
16 seda ter completado a sua transformação em crisálida, os casulos são entregues pelos
17 criadores na fiação, onde é realizado o cozimento e a secagem, sendo que nesse processo
18 ocorre o sacrifício da crisálida antes que ela se torne mariposa, evitando que o casulo se
19 danifique. Após a fiação dos casulos e obtenção do fio de seda, temos como produto desse
20 processo a crisálida desidratada, um subproduto da cadeia sericícola que segundo Cunha
21 (2007), após secas, estas correspondem à 16,8% do peso do casulo verde.

22 A farinha de crisálida do bicho-da-seda, a qual é obtida a partir da moagem das
23 crisálidas secas possui de 81,1% - 97,5% de MS (matéria seca), 51,6% - 70,6% de PB
24 (proteína Bruta), 2,5% - 5,8% de FB (fibra bruta), 6,2% - 37,1% de EE (extrato etéreo) e
25 3,3% - 10,6% de cinzas (HEUZÉ *et al.* 2017), apresentando alto potencial para alimentação
26 animal (LIMA *et al.*, 1990).

27 A necessidade de novas fontes alternativas de nutrientes a serem utilizadas na
28 alimentação animal tem proporcionado um aumento em pesquisas com uso de insetos e seus
29 derivados (GASCO *et al.*, 2019) que, devido ao seu alto valor nutricional tem grande
30 potencial como recurso alimentar sustentável na alimentação de aves (KHAN, 2018). Dessa
31 forma, com o intuito de avaliar os efeitos da inclusão de farinha de crisálida na alimentação de
32 aves, Ullah *et al.* (2017a) efetuaram a substituição de até 100% do farelo de soja por farinha
33 de crisálida em rações na fase final de frangos de corte, obtendo os melhores resultados de
34 ganho de peso e consumo de ração com 75% de substituição do farelo de soja por farinha de

35 crisálida, sem interferir na qualidade da carcaça. Resultados semelhantes foram encontrados
36 por Ullah *et al.* (2018) na fase inicial de frangos de corte, onde a inclusão de farinha de
37 crisálida em substituição ao farelo de soja ao nível de 75% proporcionou os melhores índices
38 de desempenho e sem afetar na qualidade sensorial da carne. Já Miah *et al.* (2020), em estudo
39 utilizando aves de crescimento lento, constaram que a farinha de crisálida pode ser utilizada
40 para substituir 25% do farelo de soja (7% de inclusão orgânica), promovendo bons índices de
41 desempenho animal e sem afetar nas características e composição da carcaça, alertando ainda
42 o aumento para 50% de substituição do farelo de soja (14% do total da dieta) modifica
43 favoravelmente o perfil de ácidos graxos da carne do peito das aves.

44 A produção de frango caipira proporciona um produto com características
45 organolépticas específicas e tem conquistado cada vez mais consumidores de carnes
46 alternativas e saudáveis. É uma atividade que além de diversificar a produção e gerar renda,
47 oferece às famílias proteína de boa qualidade biológica e contribui de modo importante tanto
48 na alimentação quanto para a geração de renda na agricultura familiar (BRIDI, MUNIZ E
49 SAMPAIO, 2016). Neste sistema de criação as aves são criadas com livre acesso a pasto,
50 priorizando o bem-estar animal e proporcionando condições para que as aves expressem seus
51 hábitos naturais (ABNT, 2015).

52 As evidências disponíveis sugerem a viabilidade da utilização da farinha de crisálida
53 como fonte proteica nutricional alternativa na nutrição de aves, sem afetar nos índices de
54 desempenho ou qualidade de carne, contudo, mesmo que esta tenha sido utilizada para
55 substituir até 100% da farinha de peixe ou farelo de soja em dietas experimentais, com
56 exceção de Miah *et al.* (2020), os níveis totais de inclusão utilizados nas dietas não foram
57 superiores a 8%, carecendo na literatura estudos que analisem os efeitos de níveis maiores de
58 inclusão de farinha de crisálida em substituição a fontes proteicas de origem vegetal.

59 A realização deste estudo pode contribuir tanto para o auxílio no desenvolvimento da
60 cadeia sericícola nacional como para a avicultura caipira, pois visa proporcionar uma
61 destinação viável nacionalmente para as crisálidas, o que acarretará em um incremento da
62 cadeia produtiva da seda, bem como aos produtores de frangos caipiras, os quais poderão ter a
63 disponibilidade uma nova fonte proteica alternativo. Dessa forma, esta pesquisa tem por
64 finalidade, formular e produzir uma ração para frangos de crescimento lento com nível ótimo
65 de inclusão de crisálida do bicho-da-seda em substituição o farelo de soja (fonte proteica), a
66 partir do desempenho e índices zootécnicos de frangos caipiras.

67

68 2 OBJETIVOS

69

70 2.1 Objetivo geral

71

72 Avaliar os diferentes níveis de inclusão da farinha de crisálida (*Bombyx mori L.*) em
73 substituição as fontes proteicas tradicionalmente usadas na alimentação de frangos caipiras
74 sobre índices de desempenho animal.

75

76 2.2 Objetivos específicos

77

- 78 • Determinar a composição bromatológica, realizando análise de Proteína Bruta (PB),
79 Extrato Etéreo (EE), Matéria Seca (MS), Matéria Mineral (MM) e Energia Bruta (EB) da
80 farinha de crisálida.
- 81 • Efetuar a inclusão de diferentes níveis de farinha de crisálida (*Bombyx mori*) na
82 formulação de ração para frangos caipiras da linhagem Sasso Ruby N - XL44N (Pescoço
83 Pelado Vermelho de origem francesa).
- 84 • Realizar ensaio de desempenho para avaliação dos parâmetros de desempenho zootécnico
85 das aves (ganho de peso diário(GPD), consumo de ração (CR) e conversão alimentar
86 (CA)) de aves alimentadas com as dietas experimentais contendo diversos níveis de
87 inclusão de farinha de crisálida do bicho-da-seda.

88

89 3 REVISÃO DE LITERATURA

90

91 3.1 Avicultura em base ecológica

92

93 A criação em sistema agroecológico tem como princípio a garantia do bem-estar
94 animal, requerendo que em seu manejo seja proporcionado condições para que os animais
95 possam expressar o seu comportamento natural (SALES, 2005). Os avanços científicos e
96 tecnológicos nos mais diversos setores agropecuários, têm impulsionado uma tendência
97 crescente pela procura de produtos obtidos a partir de criações que adotam técnicas de manejo
98 mais naturais e que proporcionam o mínimo de alteração no produto final, tendências essas,
99 que são conhecidas em nosso país pelo apreço conferido por uma parcela significativa de
100 consumidores ao que se denomina “Frango Caipira ou Frango Colonial” (Ofício circular
101 DOI/DIPOA nº 007/99).

102 A produção de frango caipira pode diversificar a produção, gerando renda e
103 oferecendo às famílias proteína de boa qualidade biológica, contribuindo de modo importante
104 tanto na alimentação quanto para a geração de renda na agricultura familiar (BRIDI, MUNIZ
105 e SAMPAIO 2016). Segundo Quinzeiro Neto (2017), tal importância está diretamente
106 relacionada às suas características de rusticidade, não requerendo grandes estruturas ou
107 cuidados para sua criação e tendo condições de adaptabilidade às mais variadas condições de
108 meio e manejo alimentar.

109 No Brasil, as normas e legislações pertinentes instruem sobre o manejo de acordo com
110 o comportamento animal, sendo que a ABNT NBR 16389 de 2015 especifica os requisitos
111 para produção primária do frango caipira de corte criado em sistema semi-extensivo, que
112 dentre outras especificações, instrui que os animais criados em instalações deverão ter acesso
113 à área externa com pastagem (mínimo de 0,5 m² por ave alojada), preferencialmente dividido
114 em piquetes, com local para água, ração e alimentos alternativos bem com galpão de abrigo,
115 devendo serem soltas no período da manhã e recolhidas ao final da tarde, onde poderão andar
116 livremente em piquete cercado e ter acesso a outras fontes naturais de alimentos. O manejo
117 neste sistema de criação utiliza programas de vacinações, rações balanceadas e piquetes para
118 pastejo. Isto permite um maior controle sanitário, nutricional e bem como presa pelo bem-
119 estar animal, onde os animais possam expressar livremente suas características e hábitos
120 naturais (ABNT, 2015).

121 As normas de produção animal que instruem sobre a criação de frangos caipira no
122 Brasil também proíbem o fornecimento de proteína de origem animal para as aves (Ofício
123 circular DOI/DIPOA nº 007/99). Assim, faz-se necessário fornecer fontes alternativas de
124 alimentos proteicos na alimentação destas aves, de forma que suas exigências nutricionais
125 sejam supridas adequadamente. O farelo de soja é a principal fonte proteica utilizada na
126 formulação de ração para aves, no entanto, a oscilação de seu valor no mercado propõem
127 pesquisas que visam obter novas alternativas de alimentos proteicos. Novodworski, Guedin e
128 Silva (2020) relatam uma concordância entre os diversos autores estudados sobre a
129 viabilidade de sua utilização, como é caso de Ijaiya e Eko (2009), Dutta A., Dutta S. e Kumari
130 S. (2012) , Ullah *et al.* (2017b) e Ullah *et al.* (2018), os quais utilizaram a farinha de crisálida
131 como fonte proteica alternativa em dietas de aves convencionais e observaram melhora no
132 desempenho dos animais, mantendo a qualidade da carne e dos ovos.

133 Como mencionado anteriormente, a criação de frangos caipira requer acesso livre dos
134 animais a piquetes de pastagem, permitindo o contato com inúmeros insetos, cupins, larvas,
135 ovos, lesmas, minhocas e uma infinidade de pequenos animais, os quais tem alguma

136 contribuição com a porção proteica diária em suas dietas, onde, além do consumo destes
137 insetos, os quais são bastante apreciados pelas galinhas e estimulam seu comportamento
138 ingestivo, o acesso aos piquetes de pastagem proporciona que as aves expressem seus hábitos
139 naturais (SALES, 2005). Segundo FAO (2013), os insetos geralmente são consumidos
140 inteiros, mas também podem ser processados em formas granulares ou pastosas. Também é
141 possível extrair proteínas, gorduras, quitina, minerais e vitaminas. Contudo, atualmente os
142 processos de extração são muito caros e precisam ser desenvolvidos para torna-los rentável e
143 aplicável para uso industrial na alimentação animal.

144

145 3.1.1 Desempenho de frangos de crescimento lento

146

147 A implantação de um projeto comercial de criação de frango caipira deve estar de
148 acordo com as normas e legislações vigentes, devendo atender as normativas Federais e
149 Estaduais, bem como as normativas Municipais do local de implantação e comercialização,
150 mesmo que esse seja para atender a agricultura familiar. A ABNT NBR16389 que normatiza
151 sobre a “produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou
152 capoeira”, determina, dentre outras especificações, a obrigatoriedade de utilização de raças de
153 crescimento lento nesse sistema de criação (ABNT, 2015).

154 No Brasil, existem diversas linhagens de crescimento lento que se enquadram e podem
155 serem utilizadas em uma criação de frango caipira, de modo que cada uma delas possui
156 características específicas podendo adequar-se conforme as exigências e necessidades do
157 criador. Dessa forma, ao escolher uma linhagem o produtor deve levar em consideração vários
158 fatores, destacando-se o tipo de produção (corte ou postura), adaptação das aves ao clima
159 local bem como fazer uma análise do perfil do consumidor. Segundo Takahashi *et al.* (2012),
160 dentre as diversas linhagens criadas no Brasil, destacam-se a Pescoço Pelado Label Rouge,
161 Embrapa 041, Paraíso Pedrês e a linhagem Caipirinha.

162 Avila *et al.* (2005), em estudo com frangos de corte tipo caipira ou colonial (Isa
163 Label), utilizaram diferentes níveis de energia metabolizável e compararam os sistemas de
164 criação intensivo e semi-extensivo. Foi possível identificar diferenças significativas entre os
165 sistemas de criação, favorecendo o sistema semi-confinado, onde os animais obtiveram um
166 maior ganho de peso e consumo de ração, apresentando também um melhor índice de
167 eficiência produtiva. Referente a energia metabolizável, os autores concluíram que um nível
168 de 3200 kcal/kg de energia metabolizável na ração proporcionou um maior índice de
169 eficiência produtiva e maior peso corporal, porém, considerando o custo da ração para

170 produção de 1 kg de frango vivo, os autores indicam ser mais viável a utilizar o nível de 3000
171 kcal/kg . Da mesma forma, Assis (2019) também identificou em sua pesquisa um melhor
172 ganho de peso em frangos Isa Label Pescoço Pelado criados em sistema semi-confinado em
173 comparação ao confinado.

174 Realizando uma comparação entre linhagens híbridas e de crescimento lento, Santos *et*
175 *al.* (2005) realizaram um estudo sobre o crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e
176 qualidade de carne de três linhagens de frango de corte, onde utilizaram 870 frangos mistos
177 das linhagens Cobb (G 500), ISA Label (Isa JA 57) e Paraíso Pedrês, sendo que o
178 experimento teve duração de 105 dias. Ficou evidenciado que a taxa de crescimento da
179 linhagem Coob é superior as demais, porém mesmo essa tendo um ganho de peso e consumo
180 de ração superior, ao atingirem 105 dias de idade não foi identificada diferença significativa
181 na taxa de conversão alimentar entre as três linhagens estudadas. Com base nos dados
182 analisado, os autores concluíram que as linhagens Pescoço Pelado e paraíso Pedrês
183 demonstram menor potencial de crescimento e desempenho zootécnico, porém sua criação é
184 justificada por apresentarem atributos diferenciados na qualidade de carne, como maior
185 textura e coloração do musculo mais acentuada.

186 Lemos *et al.* (2018) avaliaram o crescimento e desempenho de 4 linhagem de frangos
187 caipiras melhorados. Para isso utilizaram 200 aves, sendo 50 aves da linhagem Carijó (CA),
188 50 aves da linhagem Mesclado (MS), 50 aves da linhagem Pescoço Pelado (PP) e 50 aves da
189 linhagem Pesadão (PS), de forma que o experimento teve duração de 70 dias, idade mínima
190 de abate estabelecida pela ABNT (2015). Os autores concluíram que as aves da linhagem
191 Pescoço Pelado apresentaram valores melhores em relação ao ganho de peso e conversão
192 alimentar, sendo que não houve diferença significativa entre as linhagens no que refere ao
193 consumo de ração.

194 Segundo Souza e Serdan (2012), no Brasil, Label Rouge denomina tanto um sistema
195 de criação de aves ao ar livre quanto uma linhagem comercial de aves de origem francesa de
196 crescimento lento. É considerada uma ave de dupla aptidão, extremamente adaptada a criação
197 em piquetes, tendo bico e pernas amarelas, com barbelas e cristas grandes de bem vermelhas e
198 que pelo fato de ausência de plumagem no pescoço, no Brasil ela tem levado o nome de
199 “Pescoço Pelado”, “Pescoço Pelado Vermelho”, Isa Label”, “Label Rouge”, dentre outros,
200 como é possível verificar nos estudos referentes os autores acima referenciados.

201 Dourado *et al.* (2009), ao fazer a comparação do desempenho zootécnico e potencial
202 de crescimento da Linhagem Sasso e ISA Label JA57 (ambas de origem francesa) ,
203 identificou que apesar da linhagem Sasso ter apresentado um desempenho superior em relação

204 a ISA Label, é importante verificar ás exigências e preferências do mercado consumidor,
205 sendo que a ISA Label possui uma maior representatividade de comercialização.

206 Del Castilho *et al.* (2013) analisando os efeitos do sexo e genótipo no desempenho e
207 características de galinhas criadas ao ar livre, utilizaram 6 linhagens de aves de crescimento
208 lento, sendo elas o Pesadão Vermelho (de plumagem vermelha e cauda preta), o Carijó (de
209 plumagem barrada) e 4 linhagens provenientes de melhoramentos desenvolvidos no Brasil e
210 com características semelhantes (gene do pescoço pelado nu e plumagem vermelha com penas
211 de cauda preta), sendo elas as linhagens Sasso – X-S31 e ISA – JA57 (ambas com nome
212 comercial de “Pescoço Pelado”, de origem francesa e consideradas de crescimento lento) e as
213 linhagens Pescoço Pelado – M1T1 e Pescoço Pelado M2T1 (provenientes da linha colonial e
214 desenvolvidas pelo programa de melhoramento da Globoaves Agro Avícola Ltda, sendo
215 consideradas de crescimento intermediário). Del Castilho *et al.* (2013) concluíram que as 4
216 linhagens de “pescoço nu” (Sasso – X-S31; ISA – JA57; Pescoço Pelado – M1T1 e Pescoço
217 Pelado M2T1) são recomendadas para a produção industrial porque tiveram melhor
218 rendimento de carcaça, peito e pernas, sendo que dentre essas, as linhagens Pescoço Pelado –
219 M1T1 e Pescoço Pelado M2T1 tiveram um melhor ganho de peso.

220 Analisando os índices de desempenho obtidos pelos diversos estudos aqui
221 mencionados é possível identificar uma grande variação entre eles nos índices de desempenho
222 de crescimento, mesmo estes utilizando teoricamente a mesma linhagem de aves (“Label
223 Rouge Pescoço Pelado”). Essas variações podem ser decorrentes de vários fatores como
224 nutrição, manejo, clima, instalações, genética, dentre outros, além de que, como as idades há
225 que as aves foram submetidas aos estudos normalmente são diferentes, é difícil de montar
226 uma tabela com índices de desempenho para toda a fase produtiva. Porém, levando em
227 consideração que as linhagens de crescimento lento utilizadas na criação de frango caipira são
228 provenientes de programas de avaliação e seleção genética, que buscam o favorecimento de
229 um melhor desempenho animal através de aves mais adaptadas as características de clima do
230 Brasil, é possível obter tabelas com índices de desempenho (potencial genético) junto às
231 empresas ou entidades que efetuaram tais seleção genética, como é o caso da tabela 1, que
232 traz referência às características de desempenho de frangos da linha colonial, desenvolvidos
233 pelo programa de melhoramento da Globoaves Agro Avícola Ltda.

234

235

236 **Tabela 1.** Desempenho de frangos linha colonial (Pesçoço - Pelado), aves de pesçoço pelado,
 237 plumagem vermelha, pele e pernas amarelas

Dias	Peso Médio (g)	Consumo de Ração (g)	Conversão Alimentar
7	97	95	1,500
14	194	320	1,650
21	415	645	1,695
28	656	1244	1,897
35	892	1946	2,182
42	1129	2529	2,307
49	1429	396	2,376
56	1742	4223	2,424
63	2019	4934	2,484
70	2382	6095	2,559
77	2616	6980	2,705
84	2838	8215	2,894
91	2986	8911	3,018

238 **Fonte:** Tabela adaptada (GLOBOAVES, 2015)

239

240 Os trabalhos relatados acima apontam que a genética do animal influencia sobre o
 241 desempenho dos animais, tendo a dieta também um papel muito importante. Com o atual e
 242 crescente desenvolvimento da cadeia produtiva de frangos caipira surgem muitos trabalhos
 243 visando contribuir para o desenvolvimento econômico e sustentável na criação de frangos em
 244 base ecológica, os quais tem buscado novas fontes alimentares alternativas tanto através de
 245 ensaios de digestibilidade como sobre o desempenho animal (FERREIRA *et al.*, 2014; SILVA
 246 *et al.*, 2015; FERNANDES, 2015; FRANK *et al.*, 2016; MARINHO, 2016; SOUZA, 2017;
 247 NOGUEIRA *et al.*, 2018; ASSIS, 2019; ALMEIDA *et al.*, 2020), ou sobre a qualidade de
 248 carne (TAKAHASHI *et al.*, 2012; MOREIRA, 2014; NETO *et al.*, 2015; SOUSA, 2019;
 249 CRUZ, 2019), sendo a linhagem Label Rouge Pesçoço Pelado, a mais utilizada nestas
 250 pesquisas.

251

252 **3.2 Uso de insetos na alimentação de aves**

253

254 Segundo Reis e Dias (2020), “O uso de farinha de insetos como ingrediente proteico
 255 abre novas perspectivas na alimentação animal e desperta o debate sobre sustentabilidade
 256 aliada a qualidade de produtos não convencionais”, onde “o uso eficiente de insetos pode
 257 fechar o ciclo em uma economia circular sustentável” (VELDKAMP *et al.*, 2012). Contudo,

258 Sabirli e Cufadar (2019) realizou a pedido do Ministério Holandês de Assuntos Econômicos,
259 Agricultura e Inovação, um estudo da viabilidade de utilização de insetos como ingrediente
260 sustentável na dieta de suínos e aves, onde foi possível identificar que sua utilização é
261 tecnicamente viável, mas é necessário a realização de pesquisas adicionais sobre seus valores
262 nutricionais, níveis de inclusão, prazo de validade, resíduos de insetos, dentre outros, como
263 por exemplo a falta de legislações específicas, o que torna esse um dos gargalos de sua
264 utilização, sendo que ainda existem vários obstáculos legais ao uso de insetos como matéria
265 prima na alimentação animal.

266 Os benefícios ambientais da criação de insetos para alimentos e rações são baseados
267 na alta eficiência de conversão alimentar de insetos, relatando-se ainda que os insetos emitem
268 menos gases de efeito estufa e menos amônia do que bovinos ou suínos, sendo eles uma fonte
269 alimentar altamente nutritiva e saudável, com alto teor de gordura, proteínas, vitaminas, fibras
270 e conteúdo mineral (FAO, 2013).

271 Segundo a FAO (2013), as evidências disponíveis sugerem que os alimentos à base de
272 insetos são comparável com fórmulas de farinha de peixe e alimentos à base de soja, e que
273 devido à alta demanda e consequentes elevação dos preços da farinha de peixes e soja, tem
274 impulsionado o desenvolvimento de pesquisas a partir de fontes proteicas provenientes de
275 insetos, tanto para aquicultura quanto para aves, relatando ainda que os alimentos para
276 animais à base de insetos podem ter um mercado semelhante farinha de peixe e farelo de soja,
277 que atualmente são os principais componentes usados nas fórmulas para alimentos para
278 animais para a aquicultura e pecuária.

279 O uso de insetos na dieta de animais como ingrediente alternativo na formulação de
280 ração, tem sido alvo de inúmeras pesquisas recentes como é caso de Khan (2018), que avaliou
281 o uso de insetos como proteína alternativa na alimentação de aves, concluindo que devido ao
282 seu alto valor nutricional, os insetos tem um grande potencial como recurso alimentar
283 sustentável na nutrição de aves, onde geralmente os resultados dos estudos confirmam a
284 viabilidade de sua utilização, não afetando na digestibilidade e nem no desempenho
285 produtivo, de forma que, a inclusão de insetos na dieta de aves pode contribuir para que
286 produtores de pequeno porte obtenham uma melhor rentabilidade em virtude da redução dos
287 custos da alimentação.

288 Os insetos são sugeridos como fonte alternativa de proteína alimentação de aves
289 devido ao seu alto valor nutricional, como demonstrado por Makkar *et al.* (2014), que após
290 realizar uma avaliação envolvendo as principais espécies de insetos estudadas em relação a
291 alimentação animal, elaborou uma tabela como valores nutricionais médios de autores por ele

292 estudado, conforme demonstrado nas tabelas 2 e 3. Dessa forma é possível verificar que de
 293 maneira geral, a farinha de insetos tem valores nutricionais semelhantes ou até superiores ao
 294 farelo de soja, que é a principal fonte proteica utilizada na alimentação animal.

295

296 **Tabela 2.** Valores bromatológicos da farinha de insetos (% da matéria seca)

	Mosca doméstica	Tenebrio molitor	Gafanhoto	Bicho-da-seda
Proteína Bruta	50,4	52,8	57,3	60,7
Lipídeos	18,9	36,1	8,5	25,7
Cálcio	0,47	0,27	0,13	0,38
Fósforo	1,60	0,78	0,11	0,60

297 **Fonte:** Tabela adaptada (MAKKAR *et al.*, 2014)

298

299 **Tabela 3.** Composição de aminoácidos (% da PB)

Aminoácidos	Soldado Negro	Mosca Doméstica	Tenebrio molitor	Bicho-da-seda	Farelo de Soja
Lisina	6,60	6,10	5,40	7,00	6,18
Metionina	2,10	2,20	1,50	3,50	1,32
Triptofano	0,50	1,50	0,60	0,90	1,36
Treonina	3,70	3,50	4,00	5,10	3,78
Argenina	5,60	4,60	4,80	5,60	7,64
Isoleucina	5,10	3,20	4,60	5,51	4,16
Leucina	7,90	5,40	8,60	7,50	7,58
Histidina	3,00	2,40	3,40	2,60	3,06
Fenilalanina	5,20	4,60	4,00	5,20	5,16
Valina	8,20	4,00	6,00	5,50	4,50

300 **Fonte:** Tabela adaptada (MAKKAR *et al.*, 2014)

301 Para Agazzi, Invernizzi, e Savoini (2016), os insetos são considerados uma possível
 302 nova fonte de proteína para nutrição animal, isso devido ao alto teor de proteínas nutricionais
 303 e equilíbrio de aminoácidos, concordando com Veldkamp *et al.* (2012), o qual menciona que a
 304 qualidade da proteína dos insetos é comparada com a qualidade das proteínas do farelo de
 305 soja, se comparando os perfis de aminoácidos e os índices de aminoácidos essenciais.

306 Gasco *et al.* (2019) realizaram uma revisão sobre a digestibilidade, desempenho e
 307 qualidade da carne de animais alimentados com dietas a base de insetos, onde foi possível
 308 constatar que geralmente a inclusão de insetos na dieta animal proporciona altos valores de
 309 digestibilidade e desempenho animal. No que se refere as análises sensoriais, os autores
 310 concluíram que nenhuma ou apenas pequenas diferenças foram encontradas, especialmente
 311 quando esta não foi submetida a um painel treinado. Apesar dos estudos demonstrarem a

312 viabilidade da utilização de insetos na alimentação animal, os autores mencionaram que os
313 regulamentos Europeus atuais permitem a utilização de farinha de insetos de sete espécies,
314 mas apenas na aquicultura e que seu uso em suínos e aves ainda está em discussão.

315 Da mesma forma, Zegeye (2020) realizou uma revisão sobre a avaliação nutricional de
316 pupas e larvas de insetos e sua utilização em aves domésticas. O autor identificou que a
317 maioria das espécies de insetos apresenta altos valores nutricionais com bons perfis de
318 aminoácidos comparados aos alimentos tradicionais (farinha de peixe e farelo de soja).
319 Constatou ainda que não são observadas alterações na qualidade de carne e no desempenho de
320 crescimento, porém em alguns casos o desempenho de galinhas poedeiras é afetado
321 negativamente.

322 Segundo Khan *et al.* (2016), entre as espécies de insetos mais promissoras para a
323 produção industrial de ração estão as pupas do bicho-da-seda, larvas de mosca doméstica
324 comuns, larvas de *Tenebrio molitor* e larvas de moscas-pretas. Além do alto valor
325 nutricional, se produzidos em larga escala comercial para substituir farinha de peixe e soja, a
326 utilização de farinha de insetos de diferentes fontes poderia reduzir efetivamente os custos de
327 alimentação das aves, contudo, os autores mencionam a necessidade de que pesquisas
328 investiguem o impacto total sobre o desempenho de crescimento, saúde intestinal e imunidade
329 de aves alimentadas com essas dietas em diferentes estágios da vida.

330

331 3.2.1 Farinha de Crisálida do bicho-da-seda (*Bombyx mori L.*)

332

333 A composição nutricionais da farinha de crisálida evidenciam seu potencial como
334 ingrediente alimentar proteico alternativo na alimentação animal, contudo, é possível
335 identificar uma grande variação na composição nutricional da farinha de crisálida entre os
336 diversos trabalhos publicados (HEUZÉ *et al.*, 2017), sendo que essa variação na composição
337 química-bromatológica da farinha de crisálida pode ser devido a diferenças na qualidade
338 nutricional do alimento utilizado na produção do bicho-da-seda, no estágio de coleta das
339 pupas bem como nos métodos de processamento e armazenamento das pupas e das farinhas
340 (IJAIYA e EKO, 2009; MAKKAR *et al.*, 2014).

341 Porém, mesmo que de maneira geral ocorra uma grande variação na composição
342 químico-bromatológica da farinha de crisálida, realizando uma análise mais detalhada na
343 literatura disponível, é possível identificar uma concordância entre diversos autores quanto a
344 composição nutricional da farinha de crisálida, a qual contém $53,5\% \pm 2,0\%$ de proteína bruta
345 (LIMA *et al.*, 1990; TOMOTAKE, KATAGIRI E YAMATO, 2010; LONGVAH *et al.*, 2011;

346 JI *et al.*, 2013 e ULLAH *et al.*,2017b), e $30,5\% \pm 2,0\%$ de extrato etéreo (RAO, 1994;
347 TOMOTAKE, KATAGIRI e YAMATO, 2010; NISHA *et al.*,2014 e BHAGAT e BARAT,
348 2016), com grandes perspectivas de utilização para alimentação de aves.

349 A farinha de crisálida tem sido muito utilizada nos países asiáticos para alimentação
350 de peixes, contudo, de uma maneira geral, as pesquisas feitas em monogástricos tem
351 demonstrado ser possível uma utilização entre 5 e 10% da proteína fornecida nas dietas, uma
352 vez que normalmente os autores tem realizado pesquisas com a sua substituição em relação as
353 fontes proteicas de origem animal, como é o caso da farinha de peixes. Dessa forma, Dutta,
354 A.; Dutta, S.; e Kumari (2012) demonstraram a viabilidade na alimentação de frangos com a
355 utilização de 50% da farinha de bicho-da-seda em substituição à farinha de peixe. No mesmo
356 sentido, Nandeesh *et al.* (1990) conseguiram resultados positivos com a substituição de
357 farinha de peixe pela farinha de crisálida em Carpas, e Kurbanov *et al.* (2015), em estudos
358 com camarão.

359 Em relação a digestibilidade da farinha de crisálida, Cartaxo (2015) determinou o
360 coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDAPB) da farinha da crisálida do
361 bicho-da-seda em rações para peixes (Acará-disco - *Symphysodon discus*), a qual apresentou
362 CDAPB de 92,86%. Lima *et al.* (1990), em estudo realizados na EMBRAPA com diversos
363 alimentos alternativos para suínos, obteve resultados de 52,64 % proteína bruta (PB) na
364 farinha de crisálida, sendo que 87,8% dela é digestível com 5.404 kcal/Kg de energia
365 digestível.

366 Apesar de Coll *et al.* (1992) demonstrar que níveis de substituição entre 75 % e 100%
367 de farelo de soja por farinha de crisalidada teve resultados viáveis na criação de suínos,
368 somente em 2017 que no Paquistão, Ullah *et al.* (2017b) realizaram pesquisa efetuando a
369 substituição de 100% do farelo de soja por farinha de crisálida em galinha poedeiras,
370 observado resultados de produtividade superior com níveis de 50% de substituição, sem
371 percas na qualidade dos ovos.

372 Após os resultados obtidos com galinhas de posturas, Ullah *et al.* (2018) deram início
373 a um novo estudo, avaliando o desempenho produtivo e a digestibilidade aparente de frangos
374 de corte alimentados com dietas contendo até 100% de farinha de crisálida como uma fonte
375 proteica alternativa. Através dessa pesquisa Ullah *et al.* (2018) concluíram que a farinha de
376 crisálida do bicho-da-seda pode ser usada para substituir 75% (6% de inclusão na dieta) do
377 farelo de soja na ração inicial de frangos de corte, apresentando um melhor desempenho e
378 sem afetar nas qualidades sensoriais da carne. Segundo o pesquisador, a farinha de crisálida

379 demonstrou ser uma rica fonte de proteína bruta, gordura bruta e aminoácidos essenciais,
380 incluindo lisina e metionina.

381 Na mesma linha de pesquisa, Miah *et al.* (2020) com o intuito de comprovar a
382 viabilidade da utilização da farinha de crisálida em substituição ao farelo de soja na
383 alimentação de aves, utilizaram 195 pintos (Rhode Island Red and Fayoumi crossbred),
384 distribuídos em 3 tratamentos com cinco repetições cada, os quais foram alimentados com
385 uma dieta contendo níveis crescentes (0, 25% e 50%) de inclusão de farinha de crisálida em
386 substituição ao farelo e óleo de soja, representando níveis de 7% e 14% de inclusão total na
387 dieta. Miah *et al.* (2020) concluíram que o bicho-da-seda (*Bombyx mori*) é uma fonte rica em
388 proteína bruta, fornecendo lipídeos com alta quantidade de ácidos graxos ômega-3 e que pode
389 ser usado para substituir 25% do farelo de soja (7% de inclusão na dieta) na alimentação de
390 frangos (Rhode Island Red and Fayoumi crossbred), proporcionando bom desempenho de
391 crescimento e sem afetar nas características de carcaça.

392

393 REFERÊNCIAS

394

395 AGAZZI, A.; INVERNIZZI, G.; SAVOINI, G. New Perspectives for a Sustainable Nutrition
396 of Poultry and Pigs. **Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research**, [S. l.], v. 3, n. 3, p.
397 97–99, 2016. DOI: 10.15406/jdvar.2016.03.00079. Disponível em:
398 [https://medcraveonline.com/JDVAR/new-perspectives-for-a-sustainable-nutrition-of-poultry-](https://medcraveonline.com/JDVAR/new-perspectives-for-a-sustainable-nutrition-of-poultry-and-pigs.html)
399 [and-pigs.html](https://medcraveonline.com/JDVAR/new-perspectives-for-a-sustainable-nutrition-of-poultry-and-pigs.html).

400 ALMEIDA, A. Z.; EYNG, C.; NUNES, R. V.; BROCH, J.; SOUZA, C. de.; SANGALLI, G.
401 G.; TENÓRIO, K. I. Carcass characteristics and meat quality of slow-growing broilers fed
402 diets containing dry residue of cassava, with or without the addition of carbohydrases.
403 **Tropical Animal Health and Production**, [S. l.], v. 52, n. 5, p. 2677–2685, 2020. DOI:
404 10.1007/s11250-020-02308-4. Disponível em: [http://link.springer.com/10.1007/s11250-020-](http://link.springer.com/10.1007/s11250-020-02308-4)
405 [02308-4](http://link.springer.com/10.1007/s11250-020-02308-4).

406 ASSIS, S. D. **Desenvolvimento do trato gastrintestinal de aves de corte de genótipos de**
407 **crescimento lento na fase inicial e digestibilidade de alimentos**. 2019. Tese (Doutorado em
408 Zootecnia) – Universidade Federal de Goiás, Escola de medicina veterinária e zootecnia
409 (EVZ), Goiânia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/9703>.
410 Acesso em: 05 ago. 2020.

411 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16389:2015**.
412 Avicultura – Produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou
413 capoeira. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

414 AVILA, V. S.; COLDEBELLA, A.; FIGUEIREDO, E. A. P.; BRUN, P. A. R. DE; PISSAIA,
415 J. A. Frangos de corte tipo Caipira ou Colonial, “Isa Label”, criados com diferentes níveis de
416 energia metabolizável em dois sistemas de criação. **CT / 394 / EMBRAPA – CNPSA**,
417 Concórdia, set. 2005. Disponível em: [https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/962124/frangos-de-corte-tipo-caipira-ou-colonial-isa-label-criados-com-diferentes-niveis-de-energia-metabolizavel-em-dois-sistemas-de-criacao)
418 [/publicacao/962124/frangos-de-corte-tipo-caipira-ou-colonial-isa-label-criados-com-](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/962124/frangos-de-corte-tipo-caipira-ou-colonial-isa-label-criados-com-diferentes-niveis-de-energia-metabolizavel-em-dois-sistemas-de-criacao)
419 [diferentes-niveis-de-energia-metabolizavel-em-dois-sistemas-de-criacao](https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/962124/frangos-de-corte-tipo-caipira-ou-colonial-isa-label-criados-com-diferentes-niveis-de-energia-metabolizavel-em-dois-sistemas-de-criacao). Acesso em: 05 ago.
420 2020.

421 BARCELOS, S. M. B. D.; LUZ, L. M.; VASQUES, R. S.; PIEKARSKI, C. M.;
422 FRANCISCO, A. C. Introductory Background for Life Cycle Assessment (Lca) of Pure Silk
423 Fabric. **Independent Journal of Management & Production**, [S. l.], v. 4, n. 1, 2013. DOI:
424 10.14807/ijmp.v4i1.67.

425 BHAGAT, R. P.; BARAT, S. Impact of Artificial Feed on Survival and Growth of Rainbow
426 Trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) during Exogenous Feeding in Raceways of
427 Kathmandu, Nepal. **International Journal of Pure & Applied Bioscience**, [S. l.], v. 4, n. 2,
428 p. 9–16, 2016. DOI: 10.18782/2320-7051.2234.

429 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ofício Circular**
430 **DOI/DIPOA Nº 007/99**, de 19 de maio de 1999.

431 BRIDI, A. M.; MUNIZ, C. A. de S. D.; SAMPAIO, A. A. B. Produção agroecológica de
432 frangos. **UEL/PET-Zootecnia**, 51 p. Londrina - PR, 2016. ISBN 978-85-7846-391-5.
433 Disponível em: [http://www.uel.br/grupo-](http://www.uel.br/grupo-pesquisa/gpac/pages/arquivos/Producao%20Agroecologica%20de%20frango1.pdf)
434 [pesquisa/gpac/pages/arquivos/Producao%20Agroecologica%20de%20frango1.pdf](http://www.uel.br/grupo-pesquisa/gpac/pages/arquivos/Producao%20Agroecologica%20de%20frango1.pdf). Acesso
435 em: 16 jun. 2019.

436

- 437 CARTAXO, J. W. da S. **Digestibilidade aparente da proteína de alimentos alternativos**
438 **para o acará-disco (*Symphysodon discus* Heckel, 1840)**. 2015. Dissertação (Mestrado em
439 Zootecnia) - Programa De Pós-Graduação Em Zootecnia, Universidade Federal De Sergipe,
440 São Cristóvão – SE, 2015. Disponível em: [http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFS-](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFS-2_ca194d1fe98cd6062f08f32f9b5d3015)
441 [2_ca194d1fe98cd6062f08f32f9b5d3015](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFS-2_ca194d1fe98cd6062f08f32f9b5d3015). Acesso em: 10 jun. 2019.
- 442 CIRIO, G. M. Sericicultura no estado do paraná safra 2017/2018- relatório takii novembro -
443 2018. **SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento**, [S. l.], p. 46,
444 2018. Disponível em:
445 http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/sericicultura__2013_14.pdf
446 .
- 447 COLL, J. F. C.; CRESPI, M. P. A. L.; ITAGIBA, M. G. O. R.; SOUSA, J. C. D.; GOMES, A.
448 V. D.; DONATTI, F. C. Uso da farinha de crisálida do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L) como
449 fonte de proteína na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira**
450 **de Zootecnia**. v. 21, nº 3, Viçosa. 1992. ISSN 1806-9290. Disponível em:
451 <http://www.revista.sbz.org.br/artigo/visualizar.php?artigo=692>. Acesso em: 11 jun. 2019.
- 452 CRUZ, F. L.; **Efeitos da suplementação com minerais biocomplexados em dietas para**
453 **frangos tipo caipira sobre o desempenho, características de carcaça e qualidade de carne**.
454 Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Lavras (UFLA).
455 Lavras, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/35158>. Acesso em: 05 ago.
456 2020.
- 457 CUNHA, R. M. da. **Análises técnica e energética da secagem combinada no**
458 **processamento de casulo do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.)**. 2007. Dissertação (Mestrado
459 em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas,
460 Botucatu, SP, 2007. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90708>. Acesso
461 em 11 jun. 2019.
- 462 DEL CASTILHO, C. C.; SANTOS, T. T.; RODRIGUES, C. A. F.; TORRES FILHO, R. A.
463 Effects of sex and genotype on performance and yield characteristics of free range broiler
464 chickens. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, [S. l.], v. 65, n. 5, p.
465 1483–1490, 2013. DOI: 10.1590/S0102-09352013000500029.
- 466 DOURADO, L. R.; SAKOMURA, N. K.; DO NASCIMENTO, D. C. N.; DORIGAM, J. C.;
467 MARCATO, S. M.; FERNANDES, J. B. K. Crescimento e desempenho de linhagens de aves
468 pescoço pelado criadas em sistema semi-confinado. **Ciência e Agrotecnologia**, [S. l.], v. 33,
469 n. 3, p. 875–881, 2009. DOI: 10.1590/s1413-70542009000300030.
- 470 DUTTA, A.; DUTTA, S.; KUMARI, S. Growth of poultry chicks fed on formulated feed
471 containing silk worm pupae meal as protein supplement and commercial diet. **Online Journal**
472 **of Animal and Feed Research**, v.2, p. 303-307, 2012. ISSN 2228-7701. Disponível em:
473 <https://pdfs.semanticscholar.org/b7b4/27bfdff3fbd071d9a556055368a22723b54a.pdf>. Acesso
474 em: 11 jun. 2019.
- 475 FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Edible insects: future**
476 **prospects for food and feed security**. 187 p. Roma, 2013. ISBN 978-92-5-107595-1.
477 Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e00.htm>. Acesso em: 11 jun.
478 2019.
- 479

- 480 FERNANDES, R. T. V.; DE ARRUDA, A. M. V.; DE ARAÚJO, M. S.; DA SILVA MELO,
481 A.; MARINHO, J. B. M.; VASCONCELOS, N. V. B.; DE FRANÇA LOPES, F.; DE
482 HOLANDA, J. S. Valores Energéticos e Coeficientes de Digestibilidade de Uma Ração
483 Tradicional para Aves Label Rouge em Diferentes Idades. **Acta Veterinária Brasilica**, [S. l.],
484 v. 9, n. 2, p. 108–113, 2015.
- 485 FERREIRA, M. W.; MARQUES, R. R.; PAULO, A.; ABREU, N.; SILVA, T. R.
486 Desempenho de frangos caipiras Label Rouge alimentados com farelo de amendoim em
487 substituição parcial ao farelo de soja. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**. [S. l.],
488 v.21, n.2, p. 105–109, 2014. DOI: 10.4322/rbcv.2014.032.
- 489 FRANK, R.; NUNES, R. V.; SCHONE, R. A.; PARRA, A. P.; CASTILHA, L. D.
490 Performance and intestinal parameters of Label Rouge chickens fed on highmoisture corn
491 silage. **Revista Ciência Agronômica**, [S. l.], v. 47, p. 761–769, 2016. DOI: 10.5935/1806-
492 6690.20160091.
- 493 GASCO, L.; BIASATO, I.; DABBOU, S.; SCHIAVONE, A.; GAI, F. Animals fed insect-
494 based diets: State-of-the-art on digestibility, performance and product quality. **Animals**, [S.
495 l.], v. 9, n. 4, p. 1–32, 2019. DOI: 10.3390/ani9040170.
- 496 GIACOMIN, A. M.; LAKTIM, M.; SILVA-SANTOS, M. C.; ZONATTI, W. F.;
497 BARUQUE-RAMOS, J. Percepção De Empresários e Produtores Rurais Sobre a Sericicultura
498 No Norte E Noroeste Do Paraná (Brasil). In: **Encyclopedia of Insects**. [s.l.]: Elsevier, 2017.
499 p. 117–119. DOI: 10.1016/B978-0-12-374144-8.00040-0. Disponível em:
500 <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780123741448000400>.
- 501 GLOBOAVES. **Linha colonial – Manual de Manejo**: Pescoço Pelado, Pescoço Pelado
502 carijó, Pesadão, Carijó e Mesclado. 2015. Disponível em:
503 [http://www.racoesagromix.com.br/wp-](http://www.racoesagromix.com.br/wp-content/uploads/2019/07/manual_de_manejo_frango_colonial_globoaves.pdf)
504 [content/uploads/2019/07/manual_de_manejo_frango_colonial_globoaves.pdf](http://www.racoesagromix.com.br/wp-content/uploads/2019/07/manual_de_manejo_frango_colonial_globoaves.pdf). Acesso em: 05
505 ago. 2020.
- 506 HEUZÉ, V.; TRAN, G.; GIGER-REVERDIN, S.; LEBAS, F.; Silkworm pupae meal. 2017. A
507 programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. Disponível em:
508 <https://www.feedipedia.org/node/199>. Acesso em: 20 fev. 2020.
- 509 IJAIYA, A. T.; EKO, E. O. Effect of Replacing Dietary Fish Meal with Silkworm (*Anaphe*
510 *infracta*) Caterpillar Meal on Performance, Carcass Characteristics and Haematological
511 Parameters of Finishing Broiler Chicken. **Pakistan Journal of Nutrition**, [S. l.], v. 8, n. 6, p.
512 850–855, 2009. DOI: 10.3923/pjn.2009.850.855. Disponível em:
513 <http://www.scialert.net/abstract/?doi=pjn.2009.850.855>.
- 514 JI, Hong; ZHANG, Jian-Lu; HUANG, Ji-Qin; CHENG, Xiao-Fei; LIU, Chao. Effect of
515 replacement of dietary fish meal with silkworm pupae meal on growth performance, body
516 composition, intestinal protease activity and health status in juvenile Jian carp (*Cyprinus*
517 *carpio* var. Jian). **Aquaculture Research**, [S. l.], v. 46, n. 5, p. 1–13, 2013. DOI:
518 10.1111/are.12276. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/are.12276>.
- 519 KHAN, S. H. Recent advances in role of insects as alternative protein source in poultry
520 nutrition. **Journal of Applied Animal Research**, [S. l.], v. 46, n. 1, p. 1144–1157, 2018.
521 DOI: 10.1080/09712119.2018.1474743. Disponível em:
522 <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09712119.2018.1474743>.

- 523 KHAN, S.; KHAN, R. U.; SULTAN, A.; KHAN, M.; HAYAT, S. U.; SHAHID, M. S.
524 Evaluating the suitability of maggot meal as a partial substitute of soya bean on the
525 productive traits, digestibility indices and organoleptic properties of broiler meat. **Journal of**
526 **Animal Physiology and Animal Nutrition**, [S. l.], v. 100, n. 4, p. 649–656, 2016. DOI:
527 10.1111/jpn.12419.
- 528 KURBANOV, A. R.; YU MILUSHEVA, R.; SH RASHIDOVA, S.; GKAMILOV, B. Effect
529 of replacement of fish meal with silkworm (*Bombyx mori*) pupa protein on the growth of
530 *Clarias gariepinus* fingerling. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies**. [S.
531 l.], v. 2, n. 6, p. 25–27, 2015. Disponível em: www.fisheriesjournal.com.
- 532 LEMOS, A.; BITTAR, D. Y.; VITOR NETO, O.; VIEIRA JUNIOR, W. G. Avaliação do
533 crescimento e desempenho de diferentes linhagens de frango caipira melhorado na região de
534 Goianésia Goiás. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia - Pubvet**, [S. l.], v. 12,
535 n. 4, p. 1–5, 2018. DOI: 10.22256/pubvet.v12n4a76.1-5. Disponível em:
536 [http://www.pubvet.com.br/artigo/4577/avaliaccedilatildeo-do-crescimento-e-desempenho-de-](http://www.pubvet.com.br/artigo/4577/avaliaccedilatildeo-do-crescimento-e-desempenho-de-diferentes-linhagens-de-frango-caipira-melhorado-na-regiatildeo-de-goianeacutesia-goiaacutes)
537 [diferentes-linhagens-de-frango-caipira-melhorado-na-regiatildeo-de-goianeacutesia-](http://www.pubvet.com.br/artigo/4577/avaliaccedilatildeo-do-crescimento-e-desempenho-de-diferentes-linhagens-de-frango-caipira-melhorado-na-regiatildeo-de-goianeacutesia-goiaacutes)
538 [goiaacutes](http://www.pubvet.com.br/artigo/4577/avaliaccedilatildeo-do-crescimento-e-desempenho-de-diferentes-linhagens-de-frango-caipira-melhorado-na-regiatildeo-de-goianeacutesia-goiaacutes).
- 539 LIMA, G. J. M. M. de; GOMES, P. C.; FERREIRA, A. S.; LAZZARETTI, D.; CRIPPA, J.
540 Valores de digestibilidade e composição química e bromatológica de alguns alimentos para
541 suínos. **CT / 152 / EMBRAPA–CNPISA**, Concórdia, abr. 1990. Disponível em:
542 [https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/busca-de-publicacoes/-/publicacao/435801/valores-de-](https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/busca-de-publicacoes/-/publicacao/435801/valores-de-digestibilidade-e-composicao-quimica-e-bromatologica-de-alguns-alimentos-para-suinos)
543 [digestibilidade-e-composicao-quimica-e-bromatologica-de-alguns-alimentos-para-suinos.](https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/busca-de-publicacoes/-/publicacao/435801/valores-de-digestibilidade-e-composicao-quimica-e-bromatologica-de-alguns-alimentos-para-suinos)
544 Acesso em: 11 jun. 2019.
- 545 LONGVAH, T.; MANGTHYA, K.; RAMULU, P. Nutrient composition and protein quality
546 evaluation of eri silkworm (*Samia ricinii*) prepupae and pupae. **Food Chemistry**, [S. l.], v.
547 128, n. 2, p. 400–403, 2011. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.03.041. Disponível em:
548 <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.041>.
- 549 MAKKAR, H. P. S.; TRAN, G.; HEUZÉ, V.; ANKERS, P. State-of-the-art on use of insects
550 as animal feed. **Animal Feed Science and Technology**, [S. l.], v. 197, p. 1–33, 2014. DOI:
551 10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008. Disponível em:
552 <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>.
- 553 MARINHO, J. B. M. **Avaliação nutricional das folhas de moringa oleífera para aves.**
554 2016. Dissertação (Mestrado em ciência animal) – Universidade Federal do Semi-Árido
555 (UFERSA). Mossoró, 2016. Disponível em: [https://ppgca.ufersa.edu.br/wp-](https://ppgca.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/50/2019/04/J%C3%A9ssica-Berly-Moreira-Marinho.pdf)
556 [content/uploads/sites/50/2019/04/J%C3%A9ssica-Berly-Moreira-Marinho.pdf](https://ppgca.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/50/2019/04/J%C3%A9ssica-Berly-Moreira-Marinho.pdf). Acesso em: 05
557 ago. 2020.
- 558 MIAH, M. Y.; SINGH, Y.; CULLERE, M.; TENTI, S.; DALLE ZOTTE, A. Effect of dietary
559 supplementation with full-fat silkworm (*Bombyx mori* L.) chrysalis meal on growth
560 performance and meat quality of Rhode Island Red × Fayoumi crossbred chickens. **Italian**
561 **Journal of Animal Science**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 447–456, 2020. DOI:
562 10.1080/1828051X.2020.1752119. Disponível em:
563 <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1752119>.
- 564
- 565

- 566 MOREIRA, A. J. C. **Alimentação alternativa de frangos tipo colonial com resíduo**
567 **agroindustrial de fruta**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade
568 Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” – Faculdade de Medicina Veterinária – Campus
569 de Araçatuba. Araçatuba, 2014. Disponível em:
570 <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/128091/000849254.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 07 out. 2020.
- 572 NANDEESHA, M. C.; SRIKANTH, G. K.; KESHAVANATH, P.; VARGHESE, T. J.;
573 BASAVARAJA, N.; DAS, S. K. Effects of non-defatted silkworm-pupae in diets on the
574 growth of common carp, *Cyprinus carpio*. **Biological Wastes**, [S. l.], v. 33, n. 1, p. 17–23,
575 1990. DOI: 10.1016/0269-7483(90)90118-C.
- 576 NETO, D. A.; ALVES, J. R.; MORAES, B. C.; ROSA, M. S.; REGINATTO, L. G. M.;
577 JUNIOR, D. A. N.; LIMA, H. J. D. Características de carcaça de frangos Label Rouge
578 alimentados com diferentes níveis de cevada. In: **SIAVS - Salão Internacional de**
579 **Avicultura e Suinocultura**. São Paulo, 2015. p. 315-317. Disponível em:
580 <http://paineira.usp.br/lae/wp-content/uploads/2017/07/ANAIS-SIAVS-2015.pdf>. Acesso em
581 05 ago. 2020.
- 582 NISHA, S. N.; JOTHI, B. A.; GEETA, B. Growth Performance and Haematological
583 Parameters of the Ornamental Fish , *Maylandia zebra* , Fed Varying Inclusion of Silkworm
584 Pupae Meal. **Advances in Biological Research**, [S. l.], v. 8, n. 6, p. 268–273, 2014. DOI:
585 10.5829/idosi.abr.2014.8.6.8692.
- 586 NOGUEIRA, L. S. dos s.; ROCHA, j. C.; SILVA, O. J. C.; SOUZA, G. C. de; SOUZA, F. G.
587 de; ASSUNÇÃO, D. W. D.; LEITE, S. K. M.; ASSIS, S. de D. Efeitos da inclusão de urucum
588 na dieta sobre o desempenho de frangos de corte machos Label Rouge. **Zootec - 28º**
589 **Congresso Brasileiro de Zootecnia**. Goiânia, ago. 2018. Disponível em:
590 <http://www.adaltech.com.br/anais/zootecnia2018/resumos/trab-2514.pdf>. Acesso em: 05 ago.
591 2020.
- 592 NOVODWORSKI, J.; GUEDIN, V. S.; SILVA, A. A. Utilização da farinha de pupa do
593 bicho-da-seda na alimentação de animais monogástricos: revisão. In: **Agricultura em Bases**
594 **Agroecológicas e Conservacionista**. [s.l.] : Atena Editora, 2020. p. 14–25. DOI:
595 10.22533/at.ed.0722021022. Disponível em: [https://www.atenaeditora.com.br/post-](https://www.atenaeditora.com.br/post-ebook/3030)
596 [ebook/3030](https://www.atenaeditora.com.br/post-ebook/3030).
- 597 PARANÁ (Estado). AEN - Agencia Estadual de Notícias. **Pauta dia 25 – 10h**: 36º Encontro
598 Estadual de Sericicultura Em Iretama. Curitiba, 24 jul. 2019. Disponível em:
599 [http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=103000&tit=PAUTA-DIA-25-](http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=103000&tit=PAUTA-DIA-25-10H-36o-ENCONTRO-ESTADUAL-DE-SERICICULTURA-EM-IRETAMA)
600 [-10H-36o-ENCONTRO-ESTADUAL-DE-SERICICULTURA-EM-IRETAMA](http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=103000&tit=PAUTA-DIA-25-10H-36o-ENCONTRO-ESTADUAL-DE-SERICICULTURA-EM-IRETAMA). Acesso em:
601 27 jul. 2019.
- 602 QUINZEIRO-NETO, T. **Manual do Sistema de Produção Sustentável de Galinhas**
603 **Caipiras** – (Procap): Orientações básicas para a construção de galinheiros, manejo
604 sustentável e equipamentos. EMBRAPA Cocais, 82 p. Brasília – DF, 2017. ISBN: 978-85-
605 7035-777-9. Disponível em:
606 [http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1085355&biblioteca=vazio&bu](http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1085355&biblioteca=vazio&busca=1085355&qFacets=1085355&sort=&pagina=1&paginaAtual=1)
607 [sca=1085355&qFacets=1085355&sort=&pagina=1&paginaAtual=1](http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1085355&biblioteca=vazio&busca=1085355&qFacets=1085355&sort=&pagina=1&paginaAtual=1). Acesso em: 11 jun.
608 2019.
- 609
- 610

- 611 RAO, P. U. Chemical Composition and Nutritional Evaluation of Spent Silk Worm Pupae.
612 **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 42, n. 10, p. 2201–2203, 1994.
613 DOI: 10.1021/jf00046a023. Disponível em:
614 <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf00046a023>.
- 615 REIS, T. L.; DIAS, A. C. C. Farinha De Insetos Na Nutrição De Monogástricos. **Veterinária**
616 **e Zootecnia**, [S. l.], v. 27, n. May, p. 1–16, 2020. DOI: 10.35172/rvz.2020.v27.428.
- 617 SABIRLI, H.; CUFADAR, Y. The Effects of Addition to Different Levels of Mealworm
618 (*Tenebrio molitor*) to Quail Diets on Performance and Carcass Traits. Selcuk **Journal of**
619 **Agricultural and Food Sciences**, [S. l.], v. 33, n. 3, p. 248–251, 2019. DOI:
620 10.15316/SJAFS.2019.184. Disponível em: <http://sjafs.selcuk.edu.tr/sjafs/article/view/1133>.
- 621 SALES, M. N. G. **Criação de galinhas em sistemas agroecológicos.**, Vitória – ES:
622 INCAPER, 2005. 284 p. ISBN 85-89274-08-X. Disponível em:
623 <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/791/1/livrocriacaodegalinhamarciasales.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2019.
- 625 SANTOS, A. L. dos; SAKOMURA, N. K.; FREITAS, E. R.; FORTES, C. M. L. S.;
626 CARRILHO, E. N. V. M.; FERNANDES, J. B. K. Estudo do crescimento, desempenho,
627 rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. **Revista**
628 **Brasileira de Zootecnia**, [S. l.], v. 34, n. 5, p. 1589–1598, 2005. DOI: 10.1590/S1516-
629 35982005000500020. Disponível em:
630 [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982005000500020&lng=pt&tlng=pt)
631 [35982005000500020&lng=pt&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982005000500020&lng=pt&tlng=pt).
- 632 SANTOS, S. A. dos; VIDIGAL, P. G.; MERLINI, L. S. A criação do *bombyx mori* (bicho-da-
633 seda) e as principais doenças. **Arquivos de ciências veterinárias e zoologia da UNIPAR**, [S.
634 l.], p. 57–64, 2011. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/287231468.pdf>.
- 635 SILVA, J. R.; RIBEIRO, F.; BOMFIM, M. D.; SIQUEIRA, J. Avaliação nutricional do farelo
636 de mandioca para frangos de crescimento lento em diferentes idades. **Archivos de Zootecnia**,
637 [S. l.], v. 64, n. 247, p. 425–431, 2015. DOI: 10.21071/az.v64i248.430. Disponível em:
638 <http://www.uco.es/servicios/ucopress/az/index.php/az/article/view/430>.
- 639 SOUSA, M. I.; **Enriquecimento, desempenho e qualidade da carne de frangos de corte**
640 **da linhagem pescoço pelado Label Rouge suplementados com selênio orgânico**. 2019.
641 Dissertação (Mestrado Profissional em Agroecologia), Universidade Estadual de Maringá.
642 Maringá, PR, 2019. Disponível em: <http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/5739>.
643 Acesso em: 19 set. 2020.
- 644 SOUZA, R.F. de. **Digestibilidade aparente e energia metabolizável do Juá e da Algaroba**
645 **para galinhas Isa Label**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Programa de
646 Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró –
647 RN, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/tede/726>. Acesso em: 07
648 out. 2020.
- 649 SOUZA, C. M. M. De; CERDAN, C. Sinais distintivos de origem e qualidade para produção
650 de aves caipira no Brasil e na França: os casos da indicação geográfica, do Label Rouge. [S.
651 l.], **Revista de Informações Econômicas**. v.42, n.2. São Paulo, mar./abr. 2012. Disponível
652 em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=12346>. Acesso em: 07 out. 2020.
- 653

- 654 TAKAHASHI, S. E.; MENDES, A. A.; MORI, C.; PIZZOLANTE, C. C.; GARCIA, R. G.;
655 PAZ, I. C. de A.; PELÍCIA, K.; SALDANHA, E. S. P. B.; ROÇA, J. R. de O. Qualidade Da
656 Carne De Frangos De Corte Tipo Colonial E Industrial. **Revista Científica Eletrônica De**
657 **Medicina Veterinária**, [S. l.], v. IX, n. 18, 2012.
- 658 TOMOTAKE, H.; KATAGIRI, M.; YAMATO, M. Silkworm Pupae (*Bombyx mori*) Are New
659 Sources of High Quality Protein and Lipid. **Journal of Nutritional Science and**
660 **Vitaminology**, [S. l.], v. 56, n. 6, p. 446–448, 2010. DOI: 10.3177/jnsv.56.446. Disponível
661 em: <http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/jnsv/56.446?from=CrossRef>.
- 662 ULLAH, R.; KHAN, S.; HAFEEZ, A.; SULTAN, A.; KHAN, N. A.; CHAND, N.; AHMAD,
663 N. Silkworm (*Bombyx mori*) Meal as Alternate Protein Ingredient in Broiler Finisher Ration.
664 **Pakistan Journal of Zoology**, [S. l.], v. 49, n. 4, p. 1463–1470, 2017a. DOI:
665 10.17582/journal.pjz/2017.49.4.1463.1470. Disponível em:
666 [http://researcherslinks.com/current-issues/Silkworm-Bombyx-mori-Meal-](http://researcherslinks.com/current-issues/Silkworm-Bombyx-mori-Meal-Alternate/20/1/677/html)
667 [Alternate/20/1/677/html](http://researcherslinks.com/current-issues/Silkworm-Bombyx-mori-Meal-Alternate/20/1/677/html).
- 668 ULLAH, R.; KHAN, S.; KHAN, N. A.; MOBASHAR, M.; SULTAN, A.; AHMAD, N.; J,
669 Lohakare. Replacement of Soybean Meal with Silkworm Meal In The Diets of White Leghorn
670 Layers and Effects on Performance, Apparent Total Tract Digestibility, Blood Profile and Egg
671 Quality. **International Journal of Veterinary Health Science & Research**, [S. l.], p. 200–
672 207, 2017b. DOI: 10.19070/2332-2748-1700040.
- 673 ULLAH, R.; KHAN, S.; KHAN, N. A.; TAHIR, M.; AHMAD, N. Effect of replacement of
674 soybean meal by silkworm meal on growth performance, apparent metabolizable energy and
675 nutrient digestibility in broilers at day 28 post hatch. **Journal of Animal and Plant Sciences**,
676 [S. l.], v. 28, n. 5, p. 1239–1246, 2018.
- 677 VELDKAMP, T.; VAN DUINKERKEN, G.; VAN HUIS, A.; LAKEMOND, C. M. M.;
678 OTTEVANGER, E.; G.; Bosch; VAN BOEKEL, M. a. J. S. Insects as a sustainable feed
679 ingredient in pig and poultry diets - a feasibility study. **Wageningen UR Livestock**
680 **Research**, [S. l.], v. (report 63, n. October, p. 62, 2012. DOI: ISSN 1570 - 8616.
- 681 ZEGEYE, M. Dawit. Nutritional Evaluation of Insect's Pupae-Larvae and its Utilization in
682 Poultry Compound Feed. **The Open Agriculture Journal**, [S. l.], v. 14, p. 1–8, 2020. DOI:
683 10.2174/187433150. Disponível em: <https://openagriculturejournal.com>.
- 684
- 685

ARTIGO CIÊNTIFICO

(Normas da revista científica Animal Feed Science and Technology)

DESEMPENHO DE FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO ALIMENTADOS COM
FARINHA DA CRISÁLIDA DO BICHO-DA-SEDA (*Bombyx mori* L.), COMO FONTE
PROTEICA ALTERNATIVA

J. Novodworski^{b*}, V. S. Guedin^b; A. R. Lobo Junior^c; A. A. Silva^a

^a*Doutora em Ciência da Engenharia de Alimentos e Professora do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, PR -. Brasil.*

^b*Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. Universidade Estadual de Maringá. Maringá, PR - Brasil.*

^c*Doutor em Qualidade e Produtividade Animal e Professor no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Unai, MG – Brasil.*

***Corresponding author:**

Submitted to Animal Feed Science and Technology in June xxx

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar os possíveis níveis de inclusão da farinha de crisálida (*Bombyx mori* L.) em substituição as fontes proteicas tradicionalmente usadas na alimentação de frangos de crescimento lento sobre índices de desempenho animal. O experimento foi realizado em sistema de criação em base ecológica, em conformidade com as legislações de criação de frango caipira no Brasil. Foram utilizados 96 frangos de corte de crescimento lento (linhagem Sasso Ruby N - XL44N) com 49 dias de idade (1543 g \pm 35 g de peso médio inicial), os quais foram distribuídos aleatoriamente em 4 tratamentos com 4 repetições, contendo 6 aves por unidade experimental. As aves foram avaliadas por 21 dias consecutivos (49 – 70 dias), alimentados com dietas experimentais isoenergéticas (3250 kcal/kg) e isoproteicas (17,47%), contendo níveis crescentes (0%, 25%, 50% e 75%) de inclusão de farinha de crisálida em substituição ao farelo e óleo de soja. A análise químico-bromatológica da farinha de crisálida apresentou valores de 53,5% PB, 30,7% EE e 6091 kcal/kg de EB. A inclusão de farinha de crisálida nas dietas experimentais não afetou o GPD e a CR, no entanto, foi identificadas alterações na CA no T75. Ficou evidenciado o alto valor nutricional da farinha de crisálida como uma rica fonte proteica alternativa, podendo ser utilizada na alimentação de frangos de crescimento lento (Sasso Ruby N - XL44N) em substituição ao farelo de soja em até 75% (20,4% do total da dieta) sem afetar o consumo de ração e o ganho de peso.

54

Palavras-chave: Alimento alternativo, Frango caipira, Pupa do bicho-da-seda, Sericicultura.

56

57 INTRODUÇÃO

58

59 No Brasil, a sericicultura é uma importante atividade agroindustrial que contribui
60 substancialmente para a economia rural nacional (Giacomin et al., 2017). A sericicultura vem
61 sendo desenvolvida com ênfase em pequenas propriedades e com mão de obra familiar,
62 proporcionando um aumento de renda à pequenos agricultores além de colaborar para redução
63 do êxodo rural, contribuindo dessa forma para a sustentabilidade e desenvolvimento do país
64 (Santos et al., 2011; Barcelos et al., 2013). Conforme Cirio (2018), o Brasil é o 5º maior
65 produtor mundial de casulos verdes e fios de seda, sendo o estado do Paraná seu polo
66 produtivo mais expressivo, responsável por 83% da produção nacional de seda e vem se
67 consolidando como o produtor de fio de seda de melhor qualidade do mundo” (AEN, 2019).

68 Após o bicho-da-seda ter completado a sua perfeita transformação em crisálida, seus
69 casulos são entregues pelos criadores na fiação, de forma que, o subproduto resultante após a
70 obtenção do fio de seda na fiação é a crisálida, sendo que após passar por um processo de
71 secagem essas crisálidas correspondem a 16,8% do peso casulo verde (Cunha, 2007). A partir
72 da moagem dessas pupas secas é possível obter a farinha de crisálida, um produto com alto
73 valor nutricional podendo conter níveis de 48,4% – 60,7% de Proteína Bruta e de 23,5% -
74 32,5% de extrato etéreo (Lima et al., 1990; Nandeeshya et al., 1990; Rao, 1994; Tomotake et
75 al., 2010; Longvah et al., 2011; Olaniyi e Babasanmi, 2013; Ji et al., 2013; Nisha et al., 2014;
76 Makkar et al., 2014; Ullah et al, 2017b).

77 O uso de insetos na alimentação animal é amplamente reconhecido como uma das
78 soluções em potencial na busca por ingredientes sustentáveis alternativos, pois além de conter
79 um alto valor nutricional, ainda proporciona um menor impacto ambiental se comparado à
80 outras fontes proteicas (Smetana et al., 2019). Dessa forma, efetuando a substituição de até
81 100% do farelo de soja por farinha de crisálida na alimentação de frangos de corte, Ullah et al.
82 (2017a) concluíram que a farinha de crisálida pode ser utilizada para substituir 75% do farelo
83 de soja na dieta aves, proporcionando melhor ganho de peso e consumo de ração, sem
84 interferir na qualidade da carcaça. Já Ullah et al. (2017b), efetuando a inclusão de farinha de
85 crisálida em dietas de galinha de postura, observaram resultados de produtividade superior
86 com níveis de 50% de substituição do farelo de soja e sem percas na qualidade dos ovos.

87 No mesmo sentido, Ullah et al. (2018) identificaram que a farinha de crisálida do
88 bicho-da-seda pode ser usada para substituir até 75% farelo de soja na ração inicial de frangos
89 de corte, apresentando um melhor desempenho e sem afetar nas qualidades sensoriais da
90 carne. Segundo os pesquisadores, a farinha de crisálida demonstrou ser uma rica fonte de

91 proteína bruta, gordura bruta e aminoácidos essenciais, incluindo lisina e metionina. Em
92 estudo semelhante, porém com nível de inclusão total na dieta superior, Miah et al. (2020)
93 concluíram que a farinha de crisálida é uma fonte rica em proteína bruta, fornecendo lipídeos
94 com alta quantidade de ácidos graxos ômega-3, podendo ser usado para substituir 25% do
95 farelo de soja (7% de inclusão na dieta) na alimentação de frangos (Rhode Island Red and
96 Fayoumi crossbred), proporcionando bom desempenho de crescimento e sem afetar nas
97 características de carcaça.

98 Pesquisas citadas anteriormente demonstraram ser possível a utilização da farinha de
99 crisálida na alimentação de aves, por outro lado, os estudos com sua utilização em
100 substituição a fontes proteicas de origem vegetal são escassos, e os que tem, não utilizam o
101 farelo de soja como única fonte proteica nas dietas, resultando em níveis total de inclusão não
102 superior a 8%, carecendo de literatura que comprove a viabilidade de sua utilização em níveis
103 mais elevados de inclusão total na dieta, efetuando a substituição do farelo de soja como única
104 fonte proteica alimentar na dieta das aves. Com a comprovação da viabilidade de sua
105 utilização como fonte proteica alternativa na alimentação de frangos de crescimento lento,
106 teremos uma boa alternativa aos produtores de frangos caipira, bem como agregará valor na
107 cadeia produtiva da seda, a qual tem grande potencial de crescimento no País. Dessa forma, a
108 presente pesquisa tem por finalidade, formular e produzir uma ração para frangos de
109 crescimento lento com nível ótimo de inclusão de crisálida do bicho-da-seda em substituição
110 ao farelo de soja, a partir do desempenho e índices zootécnicos em frangos de crescimento
111 lento.

112

113 MATERIAL E MÉTODOS

114

115 Com o intuito de comprovar a eficácia da utilização da crisálida na alimentação de
116 frangos de crescimento lento, foram utilizados 96 frangos machos da linhagem Sasso Ruby N
117 - XL44N (Pescoço Pelado Vermelho, de origem francesa), distribuídos em quatro tratamentos
118 (0; 25%; 50% e 75% de inclusão de farinha de crisálida do bicho-da-seda em substituição ao
119 farelo e óleo de soja) e quatro repetições, contendo 6 aves por unidade experimental. As
120 dietas foram elaboradas com base na tabela de exigências nutricionais para aves de acordo
121 Rostagno et al. (2011), sendo que a ração controle foi formulada a partir de ingredientes
122 convencionais (milho e farelo de soja e sem nenhuma proteína de origem animal). A
123 elaboração da pesquisa foi executada conforme demonstrada no fluxograma do projeto de
124 pesquisa (Figura 1).

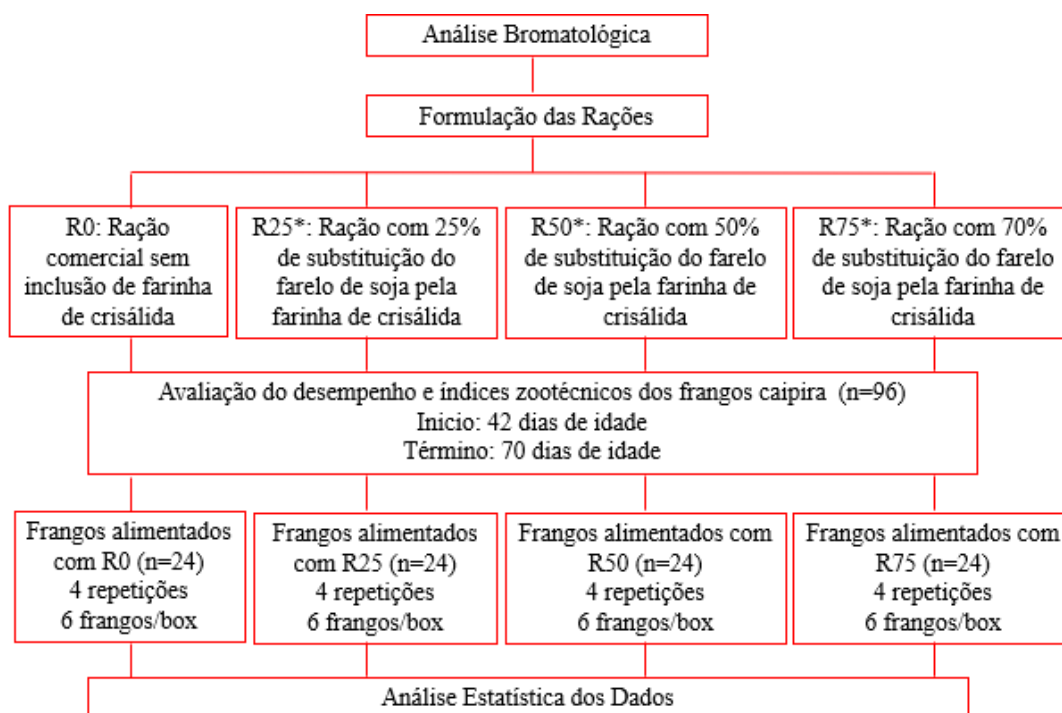


Figura 1 - Fluxograma do projeto de pesquisa

Análise bromatológica da farinha de crisálida

Foi efetuada a coleta de amostras de crisálidas (*Bombyx mori*. L) já desidratadas (aproximadamente 5% de umidade) provenientes da Fiação de Seda Bratac, realizando-se posteriormente a moagem das mesmas e transformando-as em farinha, as quais foram analisadas laboratorialmente no Laboratório de Pesquisa da UFPR – Campus Avançado de Jandaia do Sul. Para determinação da composição química foi adotado a metodologia descrita no AOAC (2005) para matéria seca (MS; método n° 930.15), proteína bruta (PB; método n° 984.13), extrato etéreo (EE; método n° 920.39) e cinzas (CZ; método n° 924.05). A energia bruta (EB) foi determinada conforme descrito por Sakamura e Rostagno (2016) e efetuada no Laboratório de Tecnologias de Produtos Agropecuários vinculadas ao COMCAP/UEM. A tabela 4 mostra a caracterização química-bromatológica da farinha de crisálida.

Tabela 4. Análise bromatológica da farinha de crisálida

Ingredientes	Unidade	Farinha de Crisálida
Matéria Seca	g/kg do alimento	959,20
Proteína Bruta	g/kg da MS	535,80
Extrato Etéreo	g/kg da MS	307,40
Cinzas	g/kg da MS	66,30
Energia Bruta	Kcal/kg	6091

MS: Matéria seca

Fonte: O Autor

143 **Dietas experimentais**

144 Utilizando os dados de coeficiente de digestibilidade e energia metabolizável da
145 farinha de crisálida determinados por GUEDIN (2020), bem como a composição
146 bromatológica da farinha de crisálida do bicho-da-seda determinada através da análise
147 bromatológica do presente trabalho, foi elaborada a formulação das dietas experimetas a
148 serem utilizadas no ensaio de desempenho utilizando o Software SuperCrac 6.1 Premium . As
149 4 dietas foram formuladas contendo 0% (T 0 – Controle), 25% (T 25), 50% (T 50) e 75% (T
150 75) de substituição do farelo e óleo de soja por farinha de crisálida do bicho-da-seda em uma
151 dieta comercial para frangos de corte de crescimento lento, representando 0%, 6,88%,
152 13,76% e 20,64% do total das dietas.

153 Para produção da ração, foram utilizados os seguintes materiais: Triturador Forrageiro
154 Trf80 2 cv Trap®; balança digital Toledo® modelo 9097 com plataforma de 40x40 cm,
155 capacidade de pesagem de 50 kg, resolução de 5g (10.000 divisões); betoneira CS 150 litros
156 CSM®, capacidade de mistura 85 L, rotação do tambor 34 rpm, ciclo de mistura 3 minutos.

157 Os macroingredientes foram pesados em balança digital para posterior moagem
158 conjunta no triturador de faca e martelo com tela de furos de 3mm de diâmetro. Após a
159 moagem, os macroingredientes, o núcleo vitamínico, o óleo e os demais micronutrientes
160 foram misturados por 3 minutos na betoneira, sendo depois embalados e identificados de
161 acordo com seus respectivos tratamentos.

162 Os tratamentos consistem em rações isoenergéticas (3250 kcal/kg) e isoproteicas
163 (17,47%), sendo que os níveis de substituição foram efetuados em relação ao tratamento
164 controle (T 0), conforme demonstrado na tabela 5.

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176 **Tabela 5.** Rações experimentais para frangos caipiras (no período de 49 a 70 dias de idade)
 177 com diferentes níveis de inclusão de farinha de crisálida do bicho-da-seda em
 178 substituição ao farelo e óleo de soja

Alimentos	T 0	T 25	T 50	T 75
	Controle	25%	50%	75%
Milho moído (7,86% PB)	59,2063	67,0805	70,7697	72,4258
Farelo de soja (45% PB)	27,5270	17,9804	9,1895	0,7605
Farinha de Crisálida (53,5% PB)	0,0000	6,880	13,760	20,640
Óleo Vegetal	6,7682	1,6703	0,0000	0,0000
NUC-TEC Frangos Crescimento	4,0000	4,0000	4,0000	4,0000
Fosfato Bicalcico	1,4722	1,3793	1,2927	1,2089
Sal Comum	0,5858	0,5865	0,5890	0,5923
DL - Metionina	0,2322	0,1774	0,1271	0,0789
L - Lisina	0,1563	0,1834	0,1994	0,2102
L - Treonina	0,0521	0,0622	0,0727	0,0834
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Nutricional Calculada				
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	3250,00	3250,00	3250,00	3250,00
Proteína Bruta (%)	17,4700	17,4700	17,4700	17,4700
Arginina Total (%)	1,1291	1,0098	0,8997	0,7939
Cálcio (%)	1,1159	1,0,58	1,0064	0,9561
Cloro (%)	0,3988	0,3993	0,3987	0,3975
Fibra Bruta (%)	2,2839	2,1875	2,0517	1,8966
Fósforo Disponível (%)	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000
Fósforo Total (%)	0,7223	0,7000	0,6726	0,6427
Gordura (%)	9,7104	6,8536	7,2634	9,2652
Isoleucina Total (%)	0,7379	0,7010	0,6686	0,6381
Leucina Total (%)	1,5151	1,4911	1,4533	1,4086
Lisina Total (%)	1,0520	1,0520	1,0520	1,0520
Matéria Seca (%)	89,917	89,959	90,366	90,951
Met. + Cistina Total (%)	0,7780	0,7780	0,7780	0,7780
Metionina Total (%)	0,5849	0,5916	0,6005	0,6104
Potássio (%)	0,6711	0,5220	0,3742	0,5930
Sódio (%)	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500
Treonina Total (%)	0,7260	0,7260	0,7260	0,7260
Triptofano Total (%)	0,2071	0,1526	0,0725	0,0488
Valina Total (%)	0,8224	0,8136	0,8056	0,7978

179 **Níveis de garantia:** NUC-TEC Frangos Crescimento 4% [níveis de garantia: Cálcio (mín): 150g/kg, Cálcio
 180 (máx): 270g/kg, Fósforo (mín): 35g/kg, Metionina (mín): 24g/kg, Ferro (mín): 1.250mg/kg, Cobre (mín):
 181 120g/kg, Manganês (mín): 1.458mg/kg, Selênio (mín): 7,50mg/kg, Vitamina A (mín): 125.000UI/kg, Vitamina
 182 D3 (mín): 25.000UI/kg, Vitamina E (mín): 200UI/kg, Vitamina K3 (mín): 18,5mg/kg, Vitamina B1 (mín):
 183 6mg/kg, Vitamina B2 (mín): 75mg/kg, Vitamina B6 (mín): 12mg/kg, Vitamina B12 (mín): 400mcg/kg, Niacina
 184 (mín): 550mg/kg, Pantotenato de Cálcio (mín): 175mg/kg, Ácido Fólico (mín): 40mg/kg, Biotina (mín):
 185 0,37mg/kg, Cloreto de Colina (mín): 4.693mg/kg, Fitase: 12.500FTU/kg, Salomincina Sódica: 1.575mg/kg,
 186 Avilamicina: 250mg/kg].

187 **Fonte:** o autor

188 **Ensaio de desempenho**

189 O experimento foi efetuado em sistema de criação em base ecológica, em
190 conformidade com as legislações vigentes sobre criação de frango caipiras (ABNT, 2015;
191 ADAPAR, 2017) e realizado nas dependências do Frango Caipira do Campo em Jardim
192 Alegre – PR, (coordenadas geográficas: 24°09'23" S, 51°41'54" W) no mês de agosto de
193 2020. Os procedimentos adotados na condução deste estudo estão de acordo com os
194 princípios éticos na experimentação animal e foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso
195 de Animais da Universidade Estadual de Maringá (CEUA/UEM), protocolada sob o CEUA nº
196 9215180520 (Anexo 1).

197 Para realização do experimento, foi utilizado frangos (machos) de crescimento lento
198 de dupla aptidão da linhagem Sasso Ruby N – XL44N (Pescoço Pelado Vermelho de origem
199 francesa), os quais foram alojadas em aviário de criação comercial com 1080 m², forrado com
200 cama nova (maravalha com aproximadamente 8 cm de espessura), contendo comedouro
201 tubular, bebedouro pendular, painel de controle de temperatura e ventilador, campânula de
202 aquecimento, iluminação e termo higrômetro para controle de temperatura e umidade, onde os
203 pintainhos permaneceram dentro da área interna do galpão durante toda a fase inicial (até 28°
204 dia). Após o 29° dia, as aves tiveram acesso livre durante o dia aos piquetes de pastejo (área
205 mínima de 2,5 m² por ave) com cobertura vegetal, tendo água e alimento *ad libitum*
206 disponibilizada na área interna do galpão.

207 Aos 42 dias de idade, após determinação do peso médio das aves no aviário (pesagem
208 por amostragem, efetuada pelo produtor), foi realizada uma pré-seleção de 96 aves, as quais
209 foram pesadas individualmente e distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso (4
210 tratamentos e 4 repetições) em 16 boxes contendo 6 aves em cada unidade experimental,
211 (sendo o box a unidade experimental). Os boxes foram montados na área interna do galpão
212 paralelamente a tela lateral, dessa forma foi proporcionado para que todos os boxes
213 usufríssem das mesmas condições de ventilação e ambiência. Para a construção dos mesmos
214 foi utilizado paletes de madeira nas laterais e tela na frente e na parte superior, garantindo
215 dessa forma o isolamento do box, os quais possuíam as dimensões de 1,20 m x 1,20 m x
216 1,20 m (A x L x P), com área disponível 1,44 m² por box, sendo que em cada box foi
217 colocado um comedouro tubular e um bebedouro pendular para fornecimento de água e
218 alimento às aves, além de um recipiente de depósito individual para as dietas experimentais.

219 As aves permaneceram por sete dias em fase de adaptação às instalações e às rações
220 experimentais com incorporação gradativa das rações tratamento de 20% ao dia, até a
221 completa inclusão da dieta experimental e, posteriormente, ao atingirem 49 dias (peso médio

222 de 1543 g \pm 35 g) teve efetivamente início o experimento por 21 dias consecutivos onde
 223 foram fornecidas as dietas experimentais até a idade de abate.

224 Aos 49 dias de idade, foi efetuado a pesagem das aves em balança digital suspensa e
 225 realizada a distribuição das dietas experimentais, as quais foram disponibilizadas para as aves
 226 em comedouro tubular *ad libitum*, sendo feita a reposição duas vezes as dia. Diariamente foi
 227 observada visualmente as condições sanitárias e de bem estar dos animais, bem com a coleta
 228 de descarte de animais mortos (quando ocorreu). Semanalmente, aos 56, 63 e 70 dias de
 229 idade, foi efetuada a pesagem das aves e das sobras de ração para mensuração do ganho de
 230 peso diário (GPD), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), sendo posteriormente
 231 efetuado a reposição das dietas. Aos 70 dias de idade, foi efetuado a pesagem final das aves e
 232 das sobras de ração para posterior análise dos resultados do ensaio de desempenho.

233

234 **Medidas de desempenho animal**

235 Na avaliação de desempenho, as aves e as rações foram pesadas para determinação do
 236 ganho de peso diário (g/ave), consumo de ração (g/ave) e conversão alimentar (g/g). A
 237 mortalidade das aves foi registrada diariamente (quando ocorreu) para correções no CR, CA
 238 (Sakomura e Rostagno, 2016), utilizando as seguintes fórmulas:

239

$$240 \quad \textbf{Ganho de peso diário (GPD)} = \frac{\textit{Peso final (g)} - \textit{Peso inicial(g)}}{\textit{Periodo avaliado (dias)}}$$

$$241 \quad \textbf{Consumo diário de ração (CR)} = \frac{\textit{Ração fornecida (g)} - \textit{Sobra de ração (g)}}{\textit{Periodo avaliado (dias)}}$$

$$242 \quad \textbf{Conversão alimentar (CA)} = \frac{\textit{Total de alimento consumido (g)}}{\textit{ganho de peso (g)}}$$

243

244 **Análise estatística**

245 Uma análise descritiva foi realizada para descrever o comportamento dos dados. Em
 246 seguida, uma análise de variância foi realizada segundo um DIC, em que os tratamentos
 247 comparados eram quatro dietas com diferentes níveis de substituição do farelo e do óleo de
 248 soja por farinha de crisálida (0, 25, 50 e 75%), com quatro repetições em cada tratamento,
 249 totalizando 16 unidades experimentais (boxes).

250 Quando um efeito significativo ($P \leq 0,05$) foi encontrado na análise de variância, um
 251 teste de Tukey foi usado para discriminar as médias, como também, uma análise de regressão

252 foi realizada para checar qual modelo (linear ou quadrático) os dados melhor se ajustavam. As
 253 análises descritiva, de variância e de regressão dos dados foram conduzidas respectivamente
 254 usando os procedimentos MEANS, MIXED e GLM do software *Statistical Analysis System*
 255 (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA; versão 9.2).

256

257 RESULTADOS

258

259 A tabela 6 descreve o comportamento dos dados analisados entre os diversos
 260 tratamentos avaliados, onde estão discriminados o peso médio das aves com idades distintas,
 261 bem como as variáveis de ganho de peso diário (GPD), consumo de ração (CR) e conversão
 262 alimentar (CA) em todos os níveis de inclusão avaliados

263

264 **Tabela 6.** Análise descritiva para as variáveis de desempenho em frangos de crescimento
 265 lento

Variável	N	Média	DP	CV (%)	Mínimo	Máximo
Peso em diferentes idades (g)						
Peso aos 49 dias	16	1543,3	22,34	1,4	1508,0	1576,0
Peso aos 56 dias	16	1908,8	31,35	1,6	1861,0	1973,0
Peso aos 63 dias	16	2239,6	35,95	1,6	2194,0	2297,0
Peso aos 70 dias	16	2566,7	58,74	2,3	2462,0	2684,0
Desempenho entre 49 e 56 dias de idade						
GPD (g/dia)	16	52,2	3,81	7,3	47,7	59,7
CR (g/dia/ave)	16	135,9	5,44	4,0	126,1	146,4
CA	16	2,61	0,139	5,3	2,40	2,85
Desempenho entre 56 e 63 dias de idade						
GPD (g/dia)	16	47,3	3,82	8,1	36,6	51,4
CR (g/dia/ave)	16	142,2	6,04	4,2	132,0	150,6
CA	16	3,03	0,219	7,2	2,71	3,66
Desempenho entre 63 e 70 dias de idade						
GPD (g/dia)	16	45,9	5,38	11,7	35,6	55,8
CR (g/dia/ave)	16	153,0	11,03	7,2	131,8	177,8
CA	16	3,34	0,248	7,4	2,98	3,79
Desempenho entre 49 e 70 dias de idade						
GPD (g/dia)	16	48,7	2,62	5,4	45,2	54,2
CR (g/dia/ave)	16	142,8	4,30	3,0	135,0	151,7
CA	16	2,93	0,114	3,9	2,75	3,12

266 **N:** número de observações; **DP:** desvio padrão; **CV:** coeficiente de variação; **GPD:** ganho de peso diário; **CR:**
 267 consumo de ração; **CA:** conversão alimentar

268

269 As características de desempenho que representam os efeitos dos níveis de substituição de
 270 farelo e óleo de soja por farinha por farinha de crisálida na dieta em frangos de crescimento
 271 lento são apresentadas na tabela 7.

272

273 **Tabela 7.** Efeito dos níveis de substituição do farelo e óleo de soja por farinha de crisálida na
 274 dieta sobre as variáveis de desempenho em frangos de crescimento lento (n = 16).

Variável	Tratamento				EP	Valor de <i>P</i>
	T 0	T 25	T 50	T 75		
Peso em diferentes idades (g)						
Peso aos 49 dias	1539,3	1542,3	1540,5	1551,0	12,20	0,9015
Peso aos 56 dias	1919,0	1899,0	1901,3	1916,0	16,77	0,7789
Peso aos 63 dias	2268,5	2226,3	2240,0	2223,8	17,28	0,2873
Peso aos 70 dias	2612,8	2550,8	2567,8	2536,5	28,40	0,3024
Desempenho entre 49 e 56 dias de idade						
GPD (g/dia)	54,3	51,0	51,6	52,1	2,00	0,6806
CR (g/dia/ave)	134,6	135,7	133,8	139,6	2,75	0,4795
CA	2,49	2,66	2,60	2,69	0,064	0,1698
Desempenho entre 56 e 63 dias de idade						
GPD (g/dia)	50,0	46,8	48,4	44,0	1,71	0,1367
CR (g/dia/ave)	144,7	142,9	143,7	138,4	3,07	0,5062
CA	2,90	3,06	2,98	3,18	0,107	0,3370
Desempenho entre 63 e 70 dias de idade						
GPD (g/dia)	48,4	45,7	45,9	43,8	2,86	0,7296
CR (g/dia/ave)	152,3	151,5	150,7	146,8	5,86	0,7337
CA	3,23	3,41	3,34	3,40	0,132	0,7489
Desempenho entre 49 e 70 dias de idade						
GPD (g/dia)	51,1	48,0	48,9	46,9	1,16	0,1247
CR (g/dia/ave)	144,3	143,2	142,3	141,4	2,32	0,8327
CA	2,82 ^b	2,99 ^{ab}	2,92 ^{ab}	3,02 ^a	0,046	0,0421

275 **EP:** erro padrão; **N:** número de observações; **GPD:** ganho de peso diário; **CR:** consumo alimentar; **CA:**
 276 conversão alimentar. ^{a,b}Médias seguidas por letras diferentes entre as dietas diferem a uma probabilidade de 5%
 277 ou menor pelo teste de Tukey.

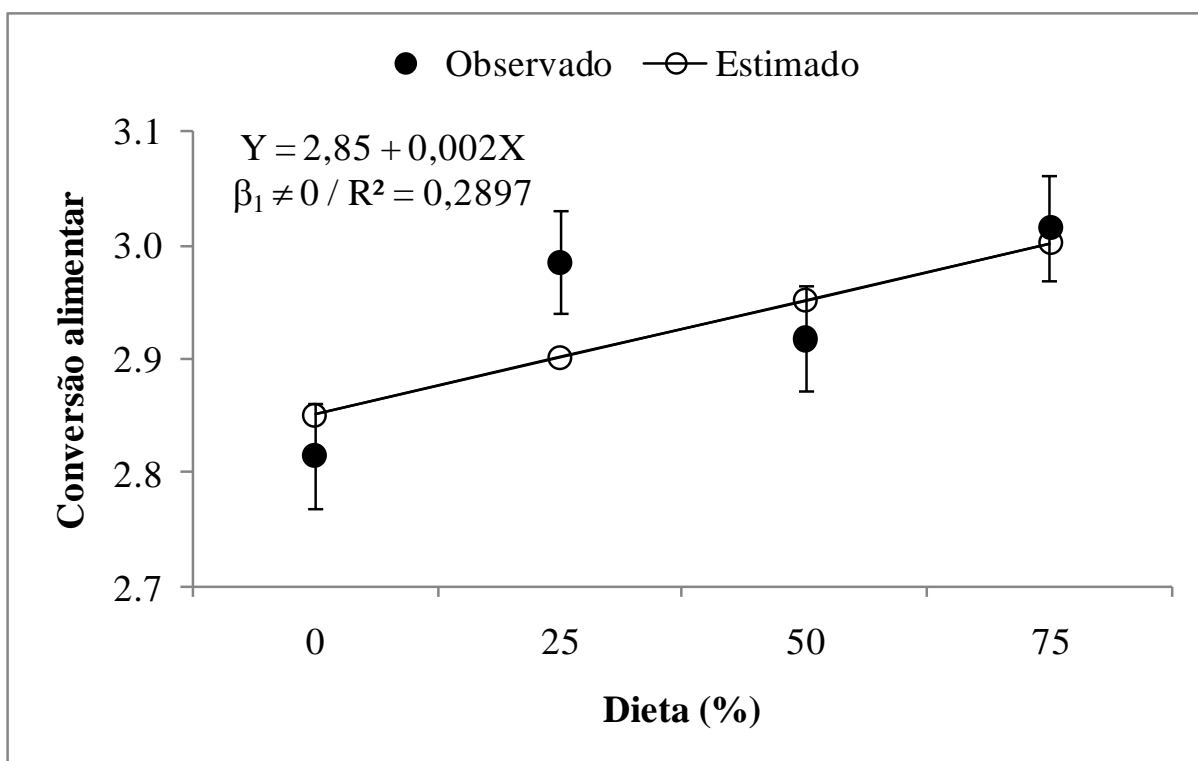
278

279 Observando os dados semanalmente (49 – 56 dias; 56 – 63 dias e 63 – 70 dias de idade
 280 das aves), não foi identificada diferença em relação às variáveis ao ganho de peso diário
 281 (GPD), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) para nenhum dos tratamentos
 282 avaliados, no entanto, levando em consideração o período integral do experimento (49 – 70
 283 dias de idade), a utilização da farinha de crisálida em substituição ao farelo de soja não
 284 proporcionou diferenças no GP e no CR em nenhum dos níveis de inclusão, por outro lado,

285 um aumento na CA foi obtida com 75% de inclusão de farinha de crisálida, não sendo
 286 identificada diferença entre os tratamentos T0, T25 e T50.

287 A CA das aves apresentou um efeito linear ($P \leq 0,05$) em resposta ao aumento da
 288 inclusão da farinha de crisálida nas rações ($y = 2,85 + 0,002x$), como pode ser observado na
 289 figura 2.

290



291

292

293

Figura 2 - Análise de regressão para a conversão alimentar em função dos níveis de substituição do farelo de soja por farinha de crisálida na dieta de frangos de crescimento lento entre 49 e 70 dias de idade

294

295 DISCUSSÃO

296

297 O peso médio inicial das aves (Tabela 6) com 49 dias de idade (1543 g), foi inferior
 298 (1648 g) ao registrado na tabela de desempenho da linhagem Sasso Ruby N - XL44N
 299 (SASSO, 2020), não sendo possível identificar as circunstâncias que impactaram nesse
 300 resultado pelo fato de este se encontrar fora da fase de desenvolvimento avaliada, contudo,
 301 foi possível observar (Tabela 7) que durante o período experimental (49 – 70 dias de idade) o
 302 GPD (51,1 g/dia), o CR (144,3 g/dia/ave) e a CA (2,82) do Tratamento controle (T0)
 303 apresentaram resultados superiores (47,3 g/dia, 134,5 g/dia/ave e 2,84 respectivamente) aos
 304 exibidos nas tabelas de desempenho da linhagem utilizada (SASSO, 2020). Dessa forma, é
 305 possível constatar que a formulação das dietas, a qualidade dos ingredientes nela utilizados e

306 o manejo foram efetuados de forma correta, porém, mesmo identificando que as aves
307 apresentaram índices de desempenho relativamente melhores que o esperado para a linhagem
308 utilizada, estes podem ter sofrido alguma variação em função do fato de que, durante toda
309 fase experimental as aves permaneceram confinadas nos boxes e fora de seu habitat natural de
310 criação (sem acesso aos piquetes de pastejo).

311 Já no que diz respeito a outros trabalhos científicos que utilizaram linhagens com
312 características semelhantes (gene do pescoço pelado nu e plumagem vermelha com penas de
313 cauda preta), não foi possível efetuar a comparação entre estes e os dados obtidos, uma vez
314 que existe uma grande variação entre os índices de desempenho de crescimento nos diversos
315 trabalhos avaliados, bem como as fases e idades avaliadas não coincidem com o presente
316 trabalho (Avila et al., 2005; Lima 2005; Santos et al., 2005; Takahashi et al., 2006; Costa et
317 al., 2007; Dourado et al., 2009; Madeira et al., 2010; Del Castilho et al., 2013; Veloso et al.,
318 2014; Ferreira et al., 2014; Dias et al., 2016; Frank et al., 2016; Lemos et al., 2018).

319 Os resultado de ganho de peso diário (GPD) (Tabela 7), estão de acordo com os dados
320 obtidos por Ullah et al. (2017b) e Miah et al. (2020), porém discordando de Ullah et al.
321 (2017a), que obtiveram um melhor ganho de peso com 75% de inclusão de farinha de
322 crisálida em substituição a proteína da soja, sendo que os autores relataram o pior resultado ao
323 nível de 100% de inclusão, bem como diferente dos resultados apresentados Khatun et al.
324 (2003) e Ullah et al. (2018), onde os melhores índices de ganho de peso foram demonstrados
325 com 75 e 100% de inclusão de farinha de crisálida. Os resultados de ganho de peso obtidos no
326 presente trabalho reforçam a qualidade nutricional da farinha de crisálida, de modo que, se as
327 aves foram criadas em condições de ambiente e manejo semelhante, não apresentando
328 diferenças no GPD e no CR (Tabela 7) entre os tratamentos avaliados, podemos inferir que a
329 farinha de crisálida possui qualidade nutricionais muito semelhantes ao farelo de soja, que é a
330 principal fonte proteica utilizada na alimentação animal.

331 O consumo voluntário de alimento determina o nível de ingestão de nutrientes e tem
332 impacto significativo sobre a eficiência da produção das aves (Lovato, 2017), sendo que o
333 consumo de ração (CR) constitui o primeiro ponto determinante do ingresso de nutrientes
334 necessários ao atendimento das exigências de manutenção e de produção das aves. O consumo
335 de alimento é equilibrado pela necessidade de equilíbrio dos nutrientes e, quando esses são
336 alterados nas fontes alimentares, também ocorre alteração no consumo para normalizar as
337 concentrações corporais desse nutriente, logo, o consumo é influenciado diretamente pelas
338 diferenças nutricionais entre os alimentos fornecidos aos animais (Lima et al., 2013). A
339 inclusão de farinha de crisálida nas dietas não proporcionou diferenças no CR (Tabela 7),

340 constituindo-se dessa forma em uma fonte alimentar com alto valor nutricional além de
341 justificar uma boa palatabilidade, uma vez que foi bem aceito pelas aves em todos os níveis de
342 inclusão. Os resultados encontrados estão de acordo com; Ullah et al. (2017b), e Miah et al.
343 (2020), porém discordando de Ullah et al. (2017a) e Ullah et al. (2018), que demonstraram
344 resultados superiores de CR com 50 e 75% de inclusão de farinha de crisálida em substituição
345 ao farelo de soja e Khatun et al. (2003), que também demonstraram um maior CR com a
346 substituição parcial da farinha de peixe por farinha de crisálida.

347 A obtenção de bons índices de CA impacta diretamente na capacidade produtiva das
348 aves, sendo que qualidade da ração (nível de energia, proteína, forma física ou qualidade da
349 ração), influencia diretamente na CA (Torretta, 2017). A inclusão de farinha de crisálida não
350 influenciou CA (Tabela 7) nos T0, T25 e T50 (49 -70 dias de idade), esses resultados estão de
351 acordo com Ullah et al. (2017a) e Miah et al. (2020), porém não concordando com Khatun et
352 al. (2003), Ijaya e Eko (2009), Ullah et al. (2017b) e Ullah et al. (2018), onde níveis mais
353 elevados de inclusão de farinha de crisálida na dieta das aves não influenciou ou até
354 melhorou a CA. Contudo, é importante salientar que os níveis totais de inclusão de farinha de
355 crisálida do presente são trabalho (0%, 6,88%, 13,76% e 20,64% da matéria natural) são
356 relativamente superiores aos demais trabalhos relacionados que, com exceção de Miah et al.
357 (2020) que utilizaram até 14% de farinha de crisálida na dietas das aves, os demais autores
358 efetuaram a inclusão de níveis iguais ou inferiores a 8% da matéria natural das rações
359 experimentais (Khatun et al., 2003; Khatun et al., 2005; Ijaya e Eko, 2009; Rahmasari et al.,
360 2014; Qadri, 2015; Ullah et al., 2017a; Ullah et al., 2017b; Ullah et al.; 2018; Miah et al.,
361 2020).

362 A alta concentração de farinha de crisálida nas dietas (T25, T50, T75) proporcionou
363 um aumento significativo no teor de quitina, que é um componente do exoesqueleto da
364 crisálida de bicho-da-seda, o qual representa aproximadamente 3% da sua MS (Suresh et al.,
365 2012) e, pode justificar o aumento na CA (Tabela 7), uma vez que a fibra bruta inerente ao
366 exoesqueleto (feito de quitina) da crisálida do bicho-da-seda pode reduzir a digestibilidade de
367 nutrientes das aves (Makkar et al., 2014; Ullah et al., 2018).

368 Fornecer uma dieta equilibrada às aves e, ao mesmo tempo manter o custo da
369 alimentação baixo, é um grande desafio aos produtores de frango caipira. Proporcionar
370 economia no custo da alimentação e sem prejudicar nutricionalmente as aves, pode ser
371 alcançado com a utilização de alimentos alternativos com alto valor nutritivo. Ficou
372 evidenciado nesse estudo ser possível utilizar a farinha de crisálida em substituição ao farelo
373 de soja em todos os níveis de inclusão e, mesmo que tenha ocorrido um aumento na

374 conversão alimentar em relação ao tratamento controle, isso não inviabiliza a sua utilização,
 375 uma vez que, dependendo do preço de sua aquisição, pode ser viabilizado a sua utilização.

376

377 CONCLUSÃO

378

379 A farinha de crisálida do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.), apresenta um alto valor
 380 nutricional, sendo uma rica fonte proteica alternativa para alimentação de frangos de
 381 crescimento lento (linhagem Sasso Ruby N - XL44N), podendo ser utilizada na substituição
 382 de até 75% do farelo de soja (20,4% do total da dieta) sem afetar o consumo de ração e o
 383 ganho de peso, porém, níveis mais elevados da inclusão de farinha de crisálida na dieta das
 384 aves pode proporcionar um efeito negativo na conversão alimentar. Contudo, sugere-se a
 385 realização de mais estudos que evidenciam a viabilidade econômica de sua utilização, bem
 386 como a realizações de novos estudos relacionados que avaliem a qualidade físico-química e
 387 sensorial da carne de frangos alimentados com farinha de crisálida.

388

389 REFERÊNCIAS

390

- 391 Agência de Defesa Agropecuária do Paraná – ADAPAR, 2017. Portaria nº 290, de 09 de
 392 novembro de 2017. Diário Oficial do Estado do Paraná, PR. 14 nov. 2017.
- 393 Agência Estadual de Notícias - AEN, 2019. Pauta dia 25 – 10h: 36º Encontro Estadual de
 394 Sericicultura Em Iretama. Curitiba, 24 jul. 2019. Disponível em:
 395 [http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=103000&tit=PAUTA-](http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=103000&tit=PAUTA-DIA-25--10H-36o-ENCONTRO-ESTADUAL-DE-SERICICULTURA-EM-IRETAMA)
 396 [DIA-25--10H-36o-ENCONTRO-ESTADUAL-DE-SERICICULTURA-EM-IRETAMA.](http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=103000&tit=PAUTA-DIA-25--10H-36o-ENCONTRO-ESTADUAL-DE-SERICICULTURA-EM-IRETAMA)
 397 Acesso em: 27 jul. 2019.
- 398 Associação Brasileira De Normas Técnicas, 2015. ABNT NBR 16389 de 8/2015: Avicultura
 399 – Produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira.
- 400 ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of**
 401 **analysis**. 18th ed. AOAC Gaithersburg, M.D, USA. 2005.
- 402 Avila, V. S., Coldebella, A., Figueiredo, E. A. P., Brun, P. A. R. De., Pissaia, J. A., 2005.
 403 Frangos de corte tipo Caipira ou Colonial, “Isa Label”, criados com diferentes níveis de
 404 energia metabolizável em dois sistemas de criação. CT / 394 / EMBRAPA – CNPSA,
 405 Concórdia, set. 2005.
- 406 Barcelos, S.M.B.D., Luz, L.M., Vasques, R.S., Piekarski, C.M., Francisco, A.C., 2013.
 407 Introductory Background for Life Cycle Assessment (Lca) of Pure Silk Fabric. *Indep. J.*
 408 *Manag. Prod.* 4. <https://doi.org/10.14807/ijmp.v4i1.67>
- 409 Cirio, G.M., 2018. Sericicultura no estado do paraná safra 2017/2018- relatório takii
 410 novembro - 2018. SEAB – Secr. Estado da Agric. e do Abast. 46.
- 411 Costa, F.G.P., Sousa, W., Silva, J.H. da., Goulart, C. de C., Martins, T.D.D., 2007. Avaliação
 412 do Feno de Maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Paz & Hoffman) na Alimentação de
 413 Aves Caipiras. *Rev. Caatinga* 20, 42–4

414

415

- 416 Cunha, R.M., 2007. Análises técnica e energética da secagem combinada no processamento
417 de casulo do bicho-da-seda de *Bombyx Mori* L. Repositório Inst. UNESP. UNESP -
418 Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu.
- 419 Del Castilho, C.C., Santos, T.T., Rodrigues, C.A.F., Torres Filho, R.A., 2013. Effects of sex
420 and genotype on performance and yield characteristics of free range broiler chickens.
421 Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec. 65, 1483–1490. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352013000500029>
- 422
423 Dias, A.N., Maciel, M.P., Aiura, A.L. de O., Arouca, C.L.C., Silva, D.B., Moura, V.H.S. de.,
424 2016. Linhagens de frangos caipiras criadas em sistema semi-intensivo em região de
425 clima quente. Pesqui. Agropecuária Bras. 51, 2010–2017. <https://doi.org/10.1590/s0100-204x2016001200012>
- 426
427 Dourado, L.R., Sakomura, N., Nascimento, D.C.N. do., Dorigam, J.C., Marcato, S.M.,
428 Fernandes, J.B.K., 2009. Crescimento e desempenho de linhagens de aves pescoço
429 pelado criadas em sistema semi-confinado. Ciência e Agrotecnologia 33, 875–881.
430 <https://doi.org/10.1590/S1413-70542009000300030>
- 431
432 Ferreira, M.W., Marques, R.R., Abreu, A.P.N., Silva, T.R., 2014. Desempenho de frangos
433 caipiras Label Rouge alimentados com farelo de amendoim em substituição parcial ao
434 farelo de soja. Rev. Bras. Ciência Veterinária 21, 105–109.
<https://doi.org/10.4322/rbcv.2014.032>
- 435
436 Frank, R., Nunes, R.V., Schone, R.A., Parra, A.P., Castilha, L.D., 2016. Performance and
437 intestinal parameters of Label Rouge chickens fed on highmoisture corn silage. Rev.
438 Ciência Agronômica 47, 761–769. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160091>
- 439
440 Giacomini, A.M., Laktim, M., Silva-Santos, M.C., Zonatti, W.F., Baruque-Ramos, J., 2017.
441 Percepção de empresários e produtores rurais sobre a sericicultura no norte e noroeste do
442 Paraná (Brasil), in: Encyclopedia of Insects. Elsevier, pp. 117–119.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374144-8.00040-0>
- 443
444 Guedin, V.S., 2020. Coeficiente de digestibilidade e viabilidade do uso de dietas com farinha
445 de crisálida do bicho da seda (*Bombyx mori*) para alimentação de frangos de crescimento
446 lento. Dissertação (Mestrado Profissional em Agroecologia) – Universidade Estadual de
447 Maringá. Maringá, PR.
- 448
449 Ijaiya, A.T., Eko, E.O., 2009. Effect of Replacing Dietary Fish Meal with Silkworm (*Anaphe
450 infracta*) Caterpillar Meal on Performance, Carcass Characteristics and Haematological
451 Parameters of Finishing Broiler Chicken. Pakistan J. Nutr. 8, 850–855.
<https://doi.org/10.3923/pjn.2009.850.855>
- 452
453 Ji, H., Zhang, J.-L., Huang, J.-Q., Cheng, X.-F., Liu, C., 2013. Effect of replacement of
454 dietary fish meal with silkworm pupae meal on growth performance, body composition,
455 intestinal protease activity and health status in juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var.
456 Jian). Aquac. Res. 46, 1–13. <https://doi.org/10.1111/are.12276>
- 457
458 Khatun, R., Azmal, S.A., Sarker, M.S.K., Rashid, M.A., Hussain, M.A., Miah, M.Y., 2005.
459 Effect of Silkworm Pupae on the Growth and Egg Production Performance of Rhode
460 Island Red (RIR) Pure Line. Int. J. Poult. Sci. 4, 718–720.
<https://doi.org/10.3923/ijps.2005.718.720>
- 461
462 Khatun, R., Howlider, M.A.R., Rahman, M.M., Hasanuzzaman, M., 2003. Replacement of
463 Fish Meal by Silkworm Pupae in Broiler Diets. Pakistan J. Biol. Sci. 6, 955–958.
<https://doi.org/10.3923/pjbs.2003.955.958>
- 464
465 Lemos, A.V., Bittar, D.Y., Vitor Neto, O., Vieira Junior, W.G., 2018. Avaliação do
466 crescimento e desempenho de diferentes linhagens de frango caipira melhorado na região
467 de goianésia Goiás. Pubvet 12, 1–5. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v12n4a76.1-5>

- 466 Lima, A.M.C., Nääs, I.A., 2005. Evaluating two systems of poultry production: conventional
467 and free-range. *Rev. Bras. Ciência Avícola* 7, 215–220. [https://doi.org/10.1590/S1516-](https://doi.org/10.1590/S1516-635X2005000400004)
468 635X2005000400004
- 469 Lima, G.J.M.M. de, Gomes, P.C., Ferreira, A.S., Lazzaretti, D., Crippa, J., 1990. Valores de
470 digestibilidade e composição química e bromatológica de alguns alimentos para suínos.
471 CT/152/EMBRAPA–CNPSA 1–3.
- 472 Lima, M.R. de, Costa, F.G.P., Batista, J.D. de O., Santos, S.C.F. dos, Rocha, W.C., 2013.
473 Como as aves regulam o consumo de ração? [WWW Document]. Engormixmix. URL
474 <https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/como-aves-regulam-consumo-t38151.htm>
475 (accessed 9.14.20).
- 476 Longvah, T., Mangthya, K., Ramulu, P., 2011. Nutrient composition and protein quality
477 evaluation of eri silkworm (*Samia ricinii*) prepupae and pupae. *Food Chem.* 128, 400–
478 403. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.03.041>
- 479 Lovato, G.D., 2017. Alimentação sequencial para suínos e aves: efeitos sobre o desempenho e
480 metabolismo energético e proteico. Tese (Doutor em Zootecnia) Universidade Federal de
481 Santa Maria.
- 482 Madeira, L.A., Sartori, J.R., Araujo, P.C., Pizzolante, C.C., Saldanha, É.S.P.B., Pezzato, A.
483 C., 2010. Avaliação do desempenho e do rendimento de carcaça de quatro linhagens de
484 frangos de corte em dois sistemas de criação. *Rev. Bras. Zootec.* 39, 2214–2221.
485 <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001000017>
- 486 Makkar, H.P.S., Tran, G., Heuzé, V., Ankers, P., 2014. State-of-the-art on use of insects as
487 animal feed. *Anim. Feed Sci. Technol.* 197, 1–33.
488 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>
- 489 Miah, M. y., Singh, Y., Cullere, M., Tenti, S., Dalle Zotte, A., 2020. Effect of dietary
490 supplementation with full-fat silkworm (*Bombyx mori* L.) chrysalis meal on growth
491 performance and meat quality of Rhode Island Red × Fayoumi crossbred chickens. *Ital.*
492 *J. Anim. Sci.* 19, 447–456. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2020.1752119>
- 493 Nandeesh, M.C., Srikanth, G.K., Keshavanath, P., Varghese, T.J., Basavaraja, N., Das, S.K.,
494 1990. Effects of non-defatted silkworm-pupae in diets on the growth of common carp,
495 *Cyprinus carpio*. *Biol. Wastes* 33, 17–23. [https://doi.org/10.1016/0269-7483\(90\)90118-C](https://doi.org/10.1016/0269-7483(90)90118-C)
- 496 Nisha, S.N., Jothi, B.A., Geeta, B., 2014. Growth Performance and Haematological
497 Parameters of the Ornamental Fish, *Maylandia zebra*, Fed Varying Inclusion of
498 Silkworm Pupae Meal 8, 268–273. <https://doi.org/10.5829/idosi.abr.2014.8.6.8692>
- 499 Olaniyi, C.O., Babasanmi, G.O., 2013. Performance characteristics of African Cat fish
500 (*Clarias gariepinus*) fed varying inclusion levels of silk worm pupae (*Anaphe infracta*).
- 501 Qadri, S.F.I., 2015. Studies on the utilization of silkworm excreta and pupae meal in the diets
502 of Broiler chicken. Thesis (Doctor of Philosophy in Sericulture) University of
503 Agricultural Sciences & Technology of Kashmir.
- 504 Rahmasari, R., Sumiati, S., Astuti, D.A., 2014. The Effect of Silkworm Pupae (*Bombyx Mori*)
505 Meal to Substitute Fish Meal on Production And Physical Quality of Quail Eggs
506 (*Cortunix japonica*). *J. Indones. Trop. Anim. Agric.* 39, 180–187.
507 <https://doi.org/10.14710/jitaa.39.3.180-187>
- 508 Rao, P.U., 1994. Chemical Composition and Nutritional Evaluation of Spent Silk Worm
509 Pupae. *J. Agric. Food Chem.* 42, 2201–2203. <https://doi.org/10.1021/jf00046a023>
- 510 Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., De Oliveira, R.F., Lopes, D.C.,
511 Ferreira, A.S., Barreto, S.L. de T., Euclides, R.F., 2011. Brazilian tables for poultry and
512 swine: composition of feedstuffs and nutritional requirements, 3rd ed. UFV, DZO,
513 Viçosa, MG.
- 514 Sakomura, N.K.; Rostagno, H.S., 2016. Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.2.
515 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2016. 262p. ISBN: 978-85-7805-154-9.

- 516 Santos, A.L., Sakomura, N.K., Freitas, E.R., Fortes, C.M.S., Carrilho, E.N.V.M., 2005.
517 Comparison of Free Range Broiler Chicken Strains Raised in Confined or Semi-
518 Confined Systems. *Rev. Bras. Ciência Avícola* 7, 85–92. [https://doi.org/10.1590/S1516-](https://doi.org/10.1590/S1516-635X2005000200004)
519 [635X2005000200004](https://doi.org/10.1590/S1516-635X2005000200004)
- 520 Santos, S.A. dos, Vidigal, P.G., Merlini, L.S., 2011. A criação do *bombyx mori* (bicho-da-
521 seda) e as principais doenças. *Arq. ciênc. vet. zool. UNIPAR* 57–64.
- 522 Sasso, 2020. Ruby N (XL44N) [WWW Document]. Hendrix Genet. South Am. URL
523 <https://africa.sasso-poultry.com/en/sasso-products/broilers/ruby-n/> (acesso em
524 20.09.2020).
- 525 Smetana, S., Schmitt, E., Mathys, A., 2019. Sustainable use of *Hermetia illucens* insect
526 biomass for feed and food: Attributional and consequential life cycle assessment.
527 *Resour. Conserv. Recycl.* 144, 285–296. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.01.042>
- 528 Suresh, H.N., Mahalingam, C.A., Pallavi, 2012. Amount of chitin, chitosan and chitosan
529 based on chitin weight in pure races of multivoltine and bivoltine silkworm pupae
530 *Bombyx mori* L. *Int. J. Sci. Nat.* 3, 214–216.
- 531 Takahashi, S.E., Mendes, A.A., Saldanha, E.S.P.B., Pizzolante, C.C., Pelícia, K., Garcia,
532 R.G., Paz, I.C.L.A., Quinteiro, R.R., 2006. Efeito do sistema de criação sobre o
533 desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. *Arq. Bras. Med.*
534 *Veterinária e Zootec.* 58, 624–632. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352006000400026>
- 535 Tomotake, H., Katagiri, M., Yamato, M., 2010. Silkworm Pupae (*Bombyx mori*) Are New
536 Sources of High Quality Protein and Lipid. *J. Nutr. Sci. Vitaminol. (Tokyo)*. 56, 446–
537 448. <https://doi.org/10.3177/jnsv.56.446>
- 538 Torretta, M., 2017. Fatores que afetam a conversão alimentar em frango de corte [WWW
539 Document]. *Agroceres Multimix*. URL [http://agroceresmultimix.com.br/blog/fatores-](http://agroceresmultimix.com.br/blog/fatores-que-afetam-conversao-alimentar-em-frangos-de-corte/)
540 [que-afetam-conversao-alimentar-em-frangos-de-corte/](http://agroceresmultimix.com.br/blog/fatores-que-afetam-conversao-alimentar-em-frangos-de-corte/) (accessed 9.14.20).
- 541 Ullah, R., Khan, S., Hafeez, A., Sultan, A., Khan, N.A., Chand, N., Ahmad, N., 2017a.
542 Silkworm (*Bombyx mori*) Meal as Alternate Protein Ingredient in Broiler Finisher
543 Ration. *Pak. J. Zool.* 49, 1463–1470.
544 <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2017.49.4.1463.1470>
- 545 Ullah, R., Khan, S., Khan, N.A., Mobashar, M., Sultan, A., Ahmad, A., Lohakare, J., 2017b.
546 Replacement of Soybean Meal with Silkworm Meal in The Diets of White Leghorn
547 Layers and Effects on Performance, Apparent Total Tract Digestibility, Blood Profile
548 and Egg Quality. *Int. J. Vet. Heal. Sci. Res.* 5, 200–207. [https://doi.org/10.19070/2332-](https://doi.org/10.19070/2332-2748-1700040)
549 [2748-1700040](https://doi.org/10.19070/2332-2748-1700040)
- 550 Ullah, R., Khan, S., Khan, N.A., Tahir, M., Ahmad, N., 2018. Effect of replacement of
551 soybean meal by silkworm meal on growth performance, apparent metabolizable energy
552 and nutrient digestibility in broilers at day 28 post hatch. *J. Anim. Plant Sci.* 28, 1239–
553 1246.
- 554 Veloso, R.C., Pires, A.V., Torres Filho, R.A., Pinheiro, S.R.F., WinKelstroter, L.K.,
555 Alcântara, D.C., Cruz, C.C.D.C.S., 2014. Parâmetros de desempenho e carcaça de
556 genótipos de frangos tipo caipira. *Arq. Bras. Med. Veterinária e Zootec.* 66, 1251–1259.
557 <https://doi.org/10.1590/1678-6312>