



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

VALMIR SCHNEIDER GUEDIN

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ECONOMICA DE DIETAS COM FARINHA DE  
PUPA DO BICHO-DA-SEDA (*Bombyx mori L.*) NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE  
CRESCIMENTO LENTO

MARINGÁ - PR

2020

VALMIR SCHNEIDER GUEDIN

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ECONOMICA DE DIETAS COM FARINHA DE  
PUPA DO BICHO-DA-SEDA (*Bombyx mori L.*) NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE  
CRESCIMENTO LENTO

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.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Alessandra Aparecida Silva

MARINGÁ - PR

2020

# FOLHA DE APROVAÇÃO

VALMIR SCHNEIDER GUEDIN

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E ECONOMICA DE DIETAS COM FARINHA DE PUPA DO BICHO-DA-SEDA (*Bombyx mori L.*) NA ALIMENTAÇÃO DE FRANGOS DE CRESCIMENTO LENTO

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:

## COMISSÃO JULGADORA

PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> ALESSANDRA APARECIDA SILVA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
PRESIDENTE ORIENTADORA

PROF. DR. LEANDRO DALCIN CASTILHA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
EXAMINADOR

PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> DAIANE DE OLIVEIRA GRIESER  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL E SUDESTE DO PARÁ  
EXAMINADORA

PROF.<sup>a</sup> DR.<sup>a</sup> JULIANA BEATRIZ TOLEDO  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
EXAMINADORA

Aprovada em:

Local de defesa:

## **DEDICATÓRIA**

Á Deus, que é digno de toda honra, autor da vida e fonte da verdadeira sabedoria.

A minha amada esposa Andrea Batista da Silva Guedin e aos meus filhos Lucas Silva Guedin e Pedro Silva Guedin pelo apoio incondicional, pela motivação e pelo amor.

*Para ser sábio, é preciso primeiro temer a Deus, o Senhor, mas os tolos desprezam a sabedoria e não querem aprender.*

*Bíblia Sagrada, Provérbios 1:7*

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá (UEM) por ofertar o Programa de Pós-graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional em Agroecologia.

À Professora Dr.<sup>a</sup> Alessandra Aparecida Silva, pela dedicação e por sua valorosa contribuição na minha formação e na orientação da pesquisa.

Ao Professor Dr. Leandro Dalcin Castilha pela doação do seu tempo, por sua disposição em orientar e pela importante ajuda no Laboratório do COMCAP.

Ao Professor Dr. Adalfredo Rocha Lobo Júnior pelo auxílio com as análises estatísticas de todos os dados obtidos.

À Leila Sena e ao Edson Borges, por prestarem serviço voluntário na secretaria do Mestrado acadêmico em Agroecologia.

Ao corpo docente do Programa de Pós-graduação em Agroecologia que se empenham na continuidade desse programa e na formação dos mestrandos.

À Empresa Polinutri Alimentos S.A., pelo incentivo e apoio que possibilitaram a minha participação nas atividades do mestrado.

À Empresa Frango Sabor Caipira LTDA, pelo fornecimento de aves para a pesquisa e todo apoio a esta pesquisa.

À Fiação de Seda Bratac S.A., pelo fornecimento de crisálidas do bicho-da-seda para pesquisa.

Ao colega Jailson Novodworki pela parceria em todos os momentos da pós-graduação e contribuição no desenvolvimento da pesquisa.

Aos graduandos de Zootecnia Eduardo Brolezi Formagio e Mateus Eliel Depieri pela importante contribuição nos trabalhos do laboratório.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMO</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>x</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Objetivo geral:</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Objetivos específicos:</b>	<b>14</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Avicultura colonial</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Sericultura</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Farinha de pupa do bicho-da-seda na nutrição animal</b>	<b>20</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>25</b>
<b>4.1 Identificação e localização</b>	<b>25</b>
<b>4.2 Experimento</b>	<b>25</b>
4.2.1 Análises bromatológicas .....	25
4.2.2 Produção das rações experimentais .....	28
4.2.3 Ensaio de digestibilidade: .....	31
4.2.4 Análise de energia: .....	33
4.2.5 Digestibilidade das rações.....	33
<b>4.3 - Análise econômica:</b>	<b>34</b>
<b>4.4 - Análise estatística:</b>	<b>34</b>
<b>5 – Resultados e Discussão</b>	<b>35</b>
<b>6 - CONCLUSÃO</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>39</b>

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama do experimento.....	30
Figura 2: A) Galpão de alojamento B) Gaiolas de digestibilidade.....	31

Figura 3: Placa para coleta das excretas. ....	32
Figura 4: Preparação das excretas para análise. ....	32
Figura 5: Bomba calorimétrica. ....	33

### **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Produção global de seda (em toneladas métricas). ....	17
Tabela 2: Produção de casulos verdes (kg e em %), por estado no Brasil. Safras de 2012/13 a 2017/2018. ....	19
Tabela 3: Conteúdo mineral da farinha de pupa do bicho-da-seda. ....	21
Tabela 4: Análise bromatológica do milho (em MN).....	26
Tabela 5: Análise bromatológica do óleo vegetal.....	26
Tabela 6: Análise bromatológica da farinha de pupa do bicho-da-seda e do farelo de soja (em MN). ....	27
Tabela 7: Conteúdo de aminoácidos da farinha de pupa do bicho-da-seda (em MN)..	27
Tabela 8: Composição das rações experimentais com diferentes níveis de inclusão de farinha de pupa do bicho-da-seda (FPBS) em substituição ao farelo de soja.....	28
Tabela 9: Análise descritiva para as variáveis de digestibilidade em frangos de crescimento lento.....	35
Tabela 10: Efeito dos níveis de substituição do farelo de soja por FPBS na ração sobre as variáveis de digestibilidade em frangos de crescimento lento. ....	35
Tabela 11: Custo das rações produzidas com FPBS nacional .....	37
Tabela 12: Custo das rações produzidas com FPBS importada .....	37
Tabela 13: Desempenho zootécnico e econômico.....	38

### **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1: Pesquisa realizada em diferentes países com farinha de pupas de bicho-da-seda...	22
--	----

### **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1: Análise de regressão para o CDAPB em função dos níveis de substituição do farelo de soja por FPBS na ração de frangos de crescimento lento. ....	36
---	----



## RESUMO

O presente trabalho avaliou a digestibilidade e a viabilidade econômica de rações para frangos de corte de crescimento lento formuladas com farinha de pupa do bicho-da-seda (*Bombix mori L*), como fonte proteica alternativa ao farelo de soja. Foram constituídas três rações, sendo uma ração basal (controle) sem farinha de pupa do bicho-da-seda (FPBS) denominada T0, uma ração com 35% de substituição do farelo de soja por FPBS denominada T35 e uma ração com 70% de substituição do farelo de soja por FPBS denominada T70, as quais foram oferecidas para 15 frangos de corte de crescimento lento da linhagem XL 44N, popularmente conhecida como Label Rouge, com 52 dias de idade. O experimento durou 11 dias e previamente as aves passaram por período de adaptação as rações e as gaiolas de digestibilidade. Os resultados demonstraram aumento da taxa de digestibilidade da Proteína Bruta das rações contendo FPBS e melhor conversão alimentar no tratamento T70. A análise de custos variou em função do fornecedor da farinha de pupa e não apresentou aumento significativo de custo da carne quando utilizou a FPBS importada para substituir o farelo de soja como fonte na alimentação de aves criadas em sistemas agroecológicos.

**Palavras-chave:** avicultura colonial, coeficiente de digestibilidade, sericultura.

## **ABSTRACT**

The present work evaluated the digestibility and economic viability of diets for slow growing broilers formulated with silkworm pupae meal (*Bombix mori* L), as an alternative protein source to soybean meal. Three diets were constituted, being a basal diet (control) without silkworm pupa meal (SWPM) called T0, a diet with 35% replacement of soybean meal by SWPM called T35 and a diet with 70% of replacement of soybean meal with SWPM called T70, which were offered to 15 slow growing broilers XL 44N strain, popularly known as Label Rouge, at 52 days of age. The experiment lasted 18 days and previously the birds went through an adaptation period to digestibility diets and cages. The results showed an increase in the digestibility rate of Crude Protein in diets containing SWPM and better feed conversion in the T70 treatment. The cost analysis varied according to the pupa flour supplier and did not show a significant increase in the cost of meat when it used imported SWPM to replace soybean meal as a source of feed for poultry raised in agroecological systems.

**Keywords:** Digestibility coefficient, poultry farming, sericulture.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem um importante papel social na produção mundial de proteínas de origem animal, é o maior exportador e terceiro maior produtor mundial de carne de frango, e a previsão é de que o Brasil estabelecerá níveis recordes de produção em 2020 (USDA, 2019). O estudo de Projeções do Agronegócio (MAPA, 2017), indica que a produção da carne de frangos no Brasil é a que mais deverá crescer nos próximos dez anos, alcançando uma taxa de crescimento de 33,4% (2,8% ao ano), ou seja, passando de 13,44 milhões de toneladas em 2017, para 17,93 milhões de toneladas em 2027.

Embora a produção brasileira de frangos de crescimento lento seja estimada em apenas 1% do volume total de frangos produzidos, 50% de toda produção avícola brasileira vem da agricultura familiar (FENATA, 2019), portanto, se as pesquisas científicas e agências de fomento incentivarem parte desses produtores a migrarem seu modelo de produção ou adotarem a produção de frangos caipiras como atividade complementar, o volume de produção aumentaria significativamente e supriria a demanda da parcela do mercado consumidor que é formado por pessoas preocupadas em ingerirem alimentos de maior qualidade, preocupadas com o bem-estar dos animais, e que estão dispostos a pagar mais por produtos coloniais que proporcionem uma alimentação natural e saborosa (TEIXEIRA, 2013).

Os frangos oriundos de raças ou linhagens de crescimento lento, destinados à produção de carne, também chamados de coloniais, caipiras ou capoeira, devem ser abatidos com idade mínima de 70 dias, conforme estabelece a norma que regulamenta a criação, abate e identificação de frangos coloniais, a ABNT NBR 16389 de 2015, que também determina que os frangos coloniais não podem receber melhoradores de desempenho na ração e devem ter acesso a piquetes a partir dos 25 dias de idade, no mínimo 6 horas por dia, para expressarem o seu comportamento natural, como pastejar e revolver a terra para consumir pequenos insetos (ABNT NBR 16389, 2015).

Insetos adultos, larvas e pupas de insetos são consumidos naturalmente por aves selvagens e aquelas criadas ao ar livre. As farinhas de insetos além de boa fonte de proteína de alto valor biológico, também são boas fontes de lipídios (MAKKAR *et al.*, 2014). Ijaiya e Eko (2009) sugerem que o uso de insetos como ingredientes nas rações de aves, são uma fonte de proteína comparável em qualidade à presente na farinha de peixe e determinaram que o custo total da ração e o custo por kg de ganho em peso diminuem gradualmente, com

o aumento dos níveis de inclusão de farinha de pupa do bicho-da-seda (*Bombyx mori*), que é um subproduto da sericicultura.

Embora vários estudos tenham mostrado que o uso da farinha de pupa do bicho-da-seda (FPBS) é vantajoso como fonte proteica na nutrição animal, na maioria dos experimentos foram elaboradas rações isoenergéticas e isoproteicas com inclusões máximas de 14% de FPBS em relação ao total da ração, mas, é possível que nutricionalmente esse não seja o limite máximo de inclusão, por isso esse trabalho fará a avaliação de digestibilidade para comprovar que é possível aumentar a participação da FPBS na ração de frangos de corte e isso potencialmente poderá ampliar os limites recomendados para utilização de FPBS nas rações e aumentar o lucro do avicultor.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral:**

Avaliar a digestibilidade e a viabilidade econômica de rações com diferentes níveis de inclusão FPBS em substituição ao farelo de soja como fonte proteica em rações de frangos de crescimento lento.

### **2.2 Objetivos específicos:**

- Determinar a composição bromatológica da FPBS.
- Realizar ensaio de digestibilidade para determinar os valores de coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM), energia metabolizável aparente (EMA), energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) e digestibilidade biológica de minerais das rações experimentais.
- Avaliar o desempenho produtivo dos frangos de corte de crescimento lento da linhagem XL 44N, popularmente conhecida como Label Rouge, alimentados com rações contendo 0%, 35% e 70% de substituição do farelo de soja por farinha de pupa do bicho-da-seda nas.
- Calcular o custo de produção das rações, o custo da ração por kg de carne produzida e o lucro do avicultor (apenas no período do experimento).

### **3. REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Avicultura colonial**

A avicultura tem um papel significativo para o agronegócio brasileiro. A carne de frango é a carne mais produzida e mais consumida nacionalmente, a previsão para 2020 é de 16 milhões de toneladas produzidas (FAO, 2020), não obstante, grande parte dos avicultores são agricultores familiares e, de acordo com a Federação Nacional dos Técnicos agrícolas, 50% de toda produção avícola brasileira provém da agricultura familiar (FENATA 2019), sendo praticada em áreas de até quatro módulos fiscais, com utilização de mão-de-obra da própria família e renda vinculada ao próprio estabelecimento (Lei 11.326/2006). No Brasil, são aproximadamente 4,4 milhões de famílias agricultoras, o que representa 84% dos estabelecimentos rurais brasileiros e 40% da renda de toda população economicamente ativa do país (IBGE, 2017).

Existem várias razões para o frango ser tão consumido no Brasil e em todo planeta, além de ser uma fonte de proteína relativamente barata e de excelente qualidade, a carne de frango é um alimento com muitos nutrientes essenciais, como vitaminas, minerais e aminoácidos (JÚNIOR, 2016).

No Brasil, a criação de galinha caipira para consumo familiar é uma tradição e é comum vê-las sendo criadas soltas nos quintais, ciscando o tempo todo, na busca por insetos, minhocas e plantas. Além disso, as galinhas caipiras se adaptam bem ao clima quente, são mais resistentes a algumas doenças, sua carne e seus ovos são saborosos e preferidos por muitos consumidores (SAGRILO, 2007).

A criação de frangos caipiras diversifica a produção e oferece as famílias proteína de boa qualidade biológica, contribuindo de modo importante tanto na alimentação quanto na geração de renda para agricultores familiares (BRIDI, MUNIZ e SAMPAIO, 2016). Para que tenha êxito na transição do modelo de criação convencional (intensivo) para o modelo agroecológico, o avicultor familiar deve receber orientação técnica e capacitação para atender todas as exigências e regulamentações específicas da atividade.

As criações em sistemas de base ecológica são regulamentadas pelas normas técnicas ABNT NBR 16389:2015 Avicultura - Produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira e ABNT NBR 16437:2016 Avicultura - Produção, classificação e identificação do ovo caipira, colonial ou capoeira, as quais definem a obrigatoriedade do uso de linhagens de crescimento lento específicas para criação

agroecológica, além de condições de gerais de manejo, proibindo o uso de promotores de crescimento e produtos quimioterápicos. Determinam que a densidade máxima deve ser de 35 kg/m<sup>2</sup> dentro do galpão e a partir de 30º dia de idade os frangos devem ter acesso a piquetes na área externa com no mínimo, 0,5 m<sup>2</sup> por ave alojada, devendo serem soltas no período da manhã e recolhidas ao final da tarde (mínimo de 6 horas/dia), onde poderão andar livremente em piquete cercado e ter acesso a outras fontes naturais de alimento. Também estabelecem que o abate dos frangos seja feito com idade mínima de 70 dias (ABNT NBR 16389, 2015).

Caso a produção se destine a exportação, a criação deve atender as normas do país e se adequar às regras para animais criados em sistema de manejo humanizado e pode ser certificada pela Certified Humane com o selo de bem-estar animal, o que aumenta a aceitação do produto pelo mercado consumidor, o valor agregado e as chances de êxito do produtor agroecológico.

A criação de frangos caipira preconiza acesso livre dos animais a piquetes de pastagem, permitindo o contato com inúmeros insetos, cupins, larvas, minhocas e uma infinidade de insetos, os quais contribuem com a porção proteica diária em suas dietas, além de permitir que as aves expressem seus hábitos naturais (SALES, 2005), contudo, a principal fonte alimentar dos frangos caipiras continua sendo a ração.

A formulação de rações tem por objetivo traduzir as necessidades nutricionais teóricas em necessidades alimentares reais (ANDRIGUETTO *et al.*, 2003), ou seja, é definir a quantidade de alimentos que devem ser fornecidos para um animal durante o período de 24 horas, sendo que o conjunto de alimentos deve estar equilibrado nutricionalmente, assim será ingerido em quantidades suficientes e assegurará o fornecimento dos nutrientes exigidos pelos animais para pleno desenvolvimento de suas potencialidades e manutenção das funções vitais.

A ração é responsável por 79,44% dos custos variáveis na produção de frangos de corte (CONAB, 2020), sendo o milho e o farelo de soja os principais responsáveis por grande parte desse custo (MIRANDA *et al.*, 2017), por isso, o sucesso da criação de frangos caipiras depende fortemente da viabilidade do uso de alimentos alternativos, como as farinhas de insetos, pois os alimentos convencionalmente utilizados na nutrição animal, são fortemente influenciados pela demanda de outros setores como alimentação humana, produção de energia, etc., que provocam constantes elevações nos seus preços.

Os insetos são uma fonte alimentar altamente nutritiva e saudável, com alto teor de gordura, proteínas, vitaminas, fibras e conteúdo mineral (FAO, 2013), com grande potencial como recurso alimentar sustentável na nutrição de aves, onde geralmente os resultados dos estudos confirmam a viabilidade de sua utilização pois, não provoca alteração na qualidade da carne e no desempenho de crescimento (ZEGEYE, 2020), não

afeta a digestibilidade dos nutrientes e nem o desempenho produtivo, de forma que, a inclusão de insetos na dieta de aves pode contribuir para que produtores de pequeno porte obtenham uma melhor rentabilidade em virtude da redução dos custos da alimentação (KHAN, 2018).

### 3.2 Sericicultura

A sericicultura (criação do bicho-da-seda para produção do fio da seda) é uma atividade milenar, que pouco a pouco, com o avanço das pesquisas científicas e tecnológicas, tornou-se uma atividade de grande importância econômica, com uma significativa produção mundial de casulos (NAGARAJU, 1997; NAGARAJU *et al.*, 2001; NAGARAJU e GOLDSMITH, 2002), sendo praticada em escala econômica em mais de 25 países em todo o mundo e em conjunto com a produção de amoreira destinada apenas para produção da folha para a alimentação do bicho-da-seda, contribui substancialmente para a economia rural (ZANETTI, 2003).

O impacto ambiental causado é baixo e exige muita mão de obra o que contribui para o desenvolvimento sustentável (BRANCALHÃO, 2002; KURIN, 2002). Cerca de 1 milhão de trabalhadores estão empregados no setor de seda na China. A indústria da seda fornece empregos para 7,9 milhões de pessoas na Índia e 20.000 famílias de tecelões na Tailândia. A China é o maior produtor mundial e o principal fornecedor de seda para os mercados mundiais. A Índia é o segundo maior produtor mundial, e o Brasil é o sexto produtor mundial de casulos verdes e fios de seda (Tab. 1), representando 0,41% da produção mundial. Na safra 2017/2018 o Brasil obteve uma produção total de cerca de 3.025 toneladas de casulos verdes (ISC, 2020).

**Tabela 1:** Produção global de seda (em toneladas métricas).

Ranking.	País	2014	2015	2016	2017	2018	Mercado
1°	China	146.000	170.000	128.400	142.000	120.000	75,17%
2°	Índia	28.708	28.523	30.348	31.906	35.261	22,09%
3°	Uzbequistão	1.100	1.200	1.256	1.200	1.800	1,13%
4°	Tailândia	692	698	712	680	680	0,43%
5°	Vietnã	420	450	523	520	680	0,43%
6°	Brasil	560	600	650	600	650	0,41%
7°	Coréia do Norte	320	350	365	365	350	0,22%
8°	Iran	110	120	125	120	110	0,07%
9°	Bangladesh	44,5	44	44	41	41	0,026%
10°	Turquia	32	30	32	30	30	0,019%
11°	Japão	30	30	32	20	20	0,013%
12°	Bulgária	8	8	9	10	10	0,006%



13°	Madagascar	15	5	6	7	7	0,004%
14°	Indonésia	10	8	4	2,5	2,5	0,0016%
15°	Filipinas	1,1	1,2	1,8	1,5	2	0,0013%
16°	Tunísia	4	3	2	2	2	0,0013%
17°	Egito	0,8	0,8	1,2	1,1	1,3	0,0008%
18°	Coréia do Sul	1	1	1	1	1	0,0006%
19°	Síria	0,5	0,3	0,25	0,3	0,25	0,00016%
20°	Colômbia	0,5	0,5	0	0	0	0,00%
	Total	178.057	202.073	162.512	177.507	159.648	100%

Fonte: adaptado de: <https://inserco.org/en/statistics> 22/08/2020

A criação do bicho-da-seda é uma alternativa de produção agropecuária que apresenta como características positivas, a possibilidade de obtenção de renda em ciclos mensais em áreas inferiores a 10,0 ha, o baixo custo de produção, a racionalização da mão de obra familiar e a pequena dependência climática, com a maior parte do produto final (seda) sendo destinada ao mercado internacional. Tais fatores favorecem a geração de renda e estimulam a fixação do homem no campo (KURIN, 2002; TAKAHASHI *et al.*, 2009), pois, esta atividade é desenvolvida, sobretudo, nas pequenas propriedades rurais, onde predomina o trabalho familiar, sendo uma alternativa importante para a melhoria da renda dessas propriedades e, contribuindo de forma significativa para a diminuição do êxodo rural (WATANABE *et al.*, 2000).

Com os primeiros registros de produção de casulos verdes ainda na década de 1930, foi a partir de 1970, com a chegada das indústrias processadoras, que a sericicultura paranaense se consolidou como importante componente da pauta de produção agropecuária do estado do Paraná. Devido à forte vinculação da atividade às características climáticas, edáficas e sociais o Paraná passou a ocupar no início dos anos 1980, a condição de maior produtor brasileiro de casulos verdes (WATANABE *et al.*, 2000), posição não abandonada desde então.

Na safra 2017/2018, o Paraná foi responsável por 83% do total (2.505 ton.) e permaneceu como o maior produtor nacional (Tab. 2). O estado de São Paulo e Mato Grosso do Sul, representaram 12 e 5% do total e 375 e 145 toneladas, respectivamente. No geral o crescimento da safra 2016/17 para 2017/18 foi de 1% (SEAB – DERAL, 2019).

**Tabela 2:** Produção de casulos verdes (kg e em %), por estado no Brasil. Safras de 2012/13 a 2017/2018.

Estados	Safra 2015/16		Safra 2016/17		Safra 2017/18		
	%	Produção de casulos verdes (Ton)	%	Produção de casulos verdes (Ton)	%	Produção de casulos verdes (Ton)	
Paraná	85	2.438	84	2.467	82	2.505	83
São Paulo	11	340	12	375	13	375	12
Mato Grosso do Sul	4	133	5	148	5	145	5
Santa Catarina				0	0	0	
Brasil	100	2.913	100	2.990	100	3.025	100

Fonte: adaptado de SEAB – BRATAC – Elaboração SEAB/DERAL

A seda é feita de proteínas secretadas no estado fluido como filamento único por uma lagarta, popularmente conhecida como bicho-da-seda. Existem oito espécies de bicho-da-seda, mas apenas duas são consideradas melhores. A *Bombycidae* e a *Saturniidae* são responsáveis pela totalidade de seda natural produzida no mundo, sendo que a primeira se alimenta de amoreira e a segunda de carvalho e outras plantas (FONSECA e FONSECA, 1988). No Brasil, é criado o bicho-da-seda *Bombix mori* L. (SEAB, 2010).

O bicho-da-seda é um inseto holometábolo, ou seja, apresenta metamorfose completa (o inseto jovem é completamente diferente do inseto adulto), apresenta um ciclo de vida com quatro estágios morfológicos distintos, isto é, ovo, larva, pupa e adulto (quando finalizada a metamorfose) (WATANABE *et al.*, 2000). Pupa é o estágio de repouso inativo do bicho-da-seda, que pode durar de 8 a 14 dias, inicialmente, a pupa é branca e macia, mas gradualmente torna-se marrom para marrom escuro e a pele da pupa fica mais dura (BUHROO, 2019).

Quando o bicho-da-seda entra na fase de pupa, ele constrói um casulo protetor feito de seda crua. No final da pupação, a pupa libera uma enzima que cria um buraco no casulo e a mariposa emerge. Para produzir seda, as pupas são sacrificadas por fervura, secagem ou imersão em NaOH antes de produzir a enzima (RAJAT e MADESH, 2005; JINTASATAPORN, 2012). Para cada 1 kg de seda crua produzida, são gerados como subprodutos 8 kg de pupas úmidas, que são altamente degradáveis e em algumas áreas de produção da seda, o descarte de grandes quantidades de pupas pode causar sérios problemas ambientais (WANGJ *et al.*, 2010; SHEIKH, 2018) tais como odores desagradáveis, deposição de extrato etéreo no solo, contudo, para cada 8 kg de pupas úmidas podem ser produzidos 2 kg de pupas secas (PATIL *et al.*, 2013) que podem ser moídas para obtenção da FPBS.

A estabilidade nos volumes de pupas do bicho-da-seda produzidos anualmente, a grande possibilidade de sinergia e consórcio entre a sericicultura e a avicultura agroecológica

(aproveitando os amoreirais como área de pastejo e sombreamento para as aves, que por sua vez contribuirão para “capina” e adubação do terreno) e o fato dessas atividades serem muito aderentes às características produtivas de pequenas propriedades rurais, justificam o desenvolvimento de pesquisas que aumentem o conhecimento científico sobre as potencialidades do uso da farinha de pupa do na alimentação das aves bem como seus limites de utilização nas rações de frangos, especialmente nas rações para aves caipiras e orgânicas.

### **3.3 Farinha de pupa do bicho-da-seda na nutrição animal**

Segundo Lima *et al.* (1990), a FPBS possui 93 % de MS, 54% de PB, e 28% de EE, em seu estudo Heuzé *et al.* (2017) encontraram de 81,1% - 97,5% de MS, 51,6% a 70,6% de PB, 2,5% - 5,8% de FB, 6,2% - 37,1% de EE e 3,3% a 10,6% de MM. Devido ao seu alto teor de proteína, a FPBS foi considerada adequada como alimento principalmente para animais monogástricos (aves, suínos e peixes), mas também para ruminantes (TRIVEDIY *et al.*, 2008) tendo grande potencial para utilização na produção de rações para alimentação animal.

As fontes convencionais de proteína usadas na ração de frangos de corte são a farinha de peixe e o farelo de soja, que são caras. FPBS é um ingrediente alimentar rico em proteínas de origem animal, de 50 a 80% PB em MS (FINKE, 2002), com alto valor nutricional sendo uma valiosa fonte alternativa de proteína mais barata que pode ser usada na alimentação das aves, embora sua qualidade seja ligeiramente inferior à de peixe (PENKOV *et al.*, 2020).

Segundo Ullah *et al.* (2017), além do alto teor de proteína (superior a 50%) possui um perfil de aminoácidos semelhante ao da farinha de peixe. Elas também são ricas em lipídios (cerca de 30%) representados pelos ácidos graxos poli-insaturados (AGP). Dentre eles, quase 40% é representado pelo ácido alfa-linolênico, que é um ácido graxo essencial (AG), precursor do n-3 AG (GUERRERO *et al.*, 2018). Além disso, as pupas de bicho-da-seda contêm vitaminas (principalmente do grupo B e vitaminas A e E) e minerais (principalmente potássio, fósforo e zinco).

Como outros insetos, a farinha do bicho-da-seda tem baixo nível de cálcio (Ca) e baixa relação Ca: fósforo (P). Os teores de lisina (6-7% da proteína bruta) e metionina (2-3% da proteína bruta) são particularmente elevados. No entanto, a proteína verdadeira (soma de aminoácidos) em bichos-da-seda corresponde a 73% do conteúdo de PB (FINKE, 2002), explicado pela presença de quitina, pois este componente possui nitrogênio, mas não é um aminoácido. Por outro lado, o índice de quitina na farinha das pupas é relativamente baixo, aproximadamente 3-4% na MS (FINKE, 2002). A presença de quitina que é insolúvel pode

também explicar o elevado valor de fibra em detergente ácido (FDA) entre de 6 a 12% em MS (FINKE, 2002).

As pupas não desengorduradas são ricas em gordura, até 37%. O óleo de bicho-da-seda contém uma alta porcentagem de ácidos graxos poli-insaturados, notavelmente ácido linolênico (18:3), com valores variando entre 11 a 45% do total de ácidos graxos (IOSELEVICH *et al.*, 2004), a FPBS é relativamente pobre em minerais (3-10% MS) em comparação com outros subprodutos animais, contudo possui aminoácidos importantes que lhe conferem excelente potencial para alimentação animal, conforme apresentado na tabela 3.

**Tabela 3:** Conteúdo mineral da farinha de pupa do bicho-da-seda.

<b>Aminoácidos</b>	<b>%</b>
Alanina	4,4 + 0,2
Arginina	5,1 + 0,3
Ácido aspártico	7,8 + 0,7
Cistina	0,8 + 0,5
Metionina	3,0 + 0,4
Lisina	6,1 + 0,4
Isoleucina	3,9 + 0,2
Leucina	5,8 + 0,2
Fenilalanina	4,4 + 0,3
Treonina	4,8 + 0,3
Triptofano	1,4 + 0,2
Ácido glutâmico	8,3 + 0,7
Histidina	2,6 + 0,1
Prolina	5,2
Serina	4,5 + 0,2
Glicina	3,7 + 0,3
Tirosina	5,5 + 0,2
Valina	4,9 + 0,2

n = 5 para todos os valores, exceto Cistina (n=4)

Fonte: Adaptado de SHEIKH (2018)

Investigando as possíveis limitações do uso da farinha de pupas de bicho-da-seda (DUTTA, DUTTA, KUMARI, 2012) não identificaram componentes tóxicos. A mortalidade de aves alimentadas com rações contendo farelo de bicho-da-seda é semelhante à de animais alimentados com fontes de proteína mais convencionais. Observou-se aumento linear na inclusão de farinha de pupas de bicho-da-seda em substituição a farinha de peixe na ração de aves, reduzindo os custos com alimentação, porém, a melhor eficiência de conversão alimentar

e o menor custo por kg de peso vivo foi encontrado no tratamento com 50% de substituição da farinha de peixe por farinha de pupa do bicho-da-seda (DUTTA, DUTTA, KUMARI, 2012).

Uma revisão feita por Sheikh (2018) indicou que a farinha de soja convencional ou farinha de peixe pode ser substituída pela farinha de pupa de bicho-da-seda na ração de bovinos e aves para produção econômica sem efeito adverso no desempenho produtivo da produção de gado e aves, conforme síntese das pesquisas recentes apresentada no quadro 1.

**Quadro 1:** Pesquisa realizada em diferentes países com farinha de pupas de bicho-da-seda

<b>País</b>	<b>Dietas para teste</b>	<b>Resultados</b>	<b>Referência</b>
Índia	Frango de Corte: Substituição 0-100% da farinha de peixe	A substituição da farinha de peixe por pupas de bicho-da-seda fermentadas ou pupas de bicho-da-seda frescas resultou em uma melhor taxa de conversão alimentar e ausência de odor de peixe na carne.	RAO <i>et al.</i> , 2011
Índia	Frango de corte: substituição 0-100% da farinha de peixe	A farinha do bicho-da-seda Tussore substituiu 50% da farinha de peixe, resultando em aumento da margem de lucro devido ao custo muito mais baixo da farinha de bicho-da-seda em comparação com a de peixe. Isso mostra que, com um aumento linear de incorporação de SWP na ração para aves, há uma diminuição correspondente no custo por unidade de ração.	SINHA <i>et al.</i> , 2009 DUTTA, DUTTA, KUMARI, 2012
Tailândia	Frango de corte: substituição 0-100% da farinha de peixe (0-20% da dieta)	Uma mistura de farinha de pupa de bicho-da-seda desengordurada e como base substituiu a farinha de peixe no nível de inclusão de 10% teve pouco efeito adverso no crescimento do frango, mas nenhum efeito adverso na porcentagem de rendimento muscular e teste sensorial. Níveis mais elevados de inclusão foram prejudiciais à conversão alimentar e à produção de músculo.	JINTASATAPORN, 2012
Paquistão	Frango: Substituição de farinha de soja a 0, 25,50,100% por farinha de pupa	O peso corporal, o consumo de ração, a produção diária da galinha (%), o peso do ovo, a taxa de conversão alimentar, o perfil sanguíneo e os	ULLAH <i>et al.</i> , 2017

		parâmetros de qualidade do ovo não diferiram significativamente. Concluiu-se que a farinha de bicho-da-seda pode ser usada efetivamente como fonte proteica alternativa ao farelo de soja, sem efeitos adversos nas camadas.	
Paquistão	Frango de corte: Substituição de farinha de soja a 0, 25,50,75 e 100% por farinha de pupa	O custo por kg de ração diminui gradualmente com o aumento do nível alimentar dos níveis de inclusão de SCM, indicando maior benefício econômico. Foi revelado que a substituição do farelo de soja pelo farelo de bicho-da-seda não afetou o desempenho dos frangos de corte e a qualidade da carcaça.	ULLAH <i>et al.</i> , 2017

Fonte: Adaptado de SHEIKH, I. 2018

Para avaliar dietas contendo farinha de pupa do bicho-da-seda em substituição ao farelo de soja na ração de aves, Ullah *et al.* (2017) e Ullah *et al.* (2020), efetuaram a substituição de até 100% do farelo de soja por farinha de pupa em galinhas poedeiras (White Leghorn). Em ambos os experimentos, níveis crescentes (0; 1,4%; 2,8%; 4,2% e 5,6% de inclusão total da dieta de inclusão de farinha de bicho-da-seda foram utilizados em substituição ao farelo de soja e concluíram que a farinha de pupa pode ser utilizada como ingrediente alternativo ao farelo de soja, sem afetar no desempenho produtivo, digestibilidade de nutrientes, perfil sanguíneo e qualidade de ovos. Também não encontraram nenhuma diferença significativa na saúde intestinal entre os grupos avaliados, sendo que os melhores resultados de produtividade foram obtidos com 50% de substituição do farelo de soja.

Ullah *et al.* (2017a), utilizaram em seus estudos níveis crescentes de inclusão de farinha de pupa do bicho-da-seda em substituição ao farelo de soja (0%, 25%, 50%, 75% e 100%, representando 0%, 2%, 4%, 6% e 8% respectivamente do total das dietas) na alimentação de frangos de corte linhagem ROSS 308 e avaliaram a fase final de criação (22 aos 42 dias), constatando que o melhor ganho de peso e consumo de ração foram observados com rações contendo 75% de inclusão de farinha de pupa do bicho-da-seda em substituição ao farelo de soja, de modo que a conversão alimentar e a qualidade da carcaça não foi influenciada pela inclusão de farinha de pupa. Os autores relataram ainda o benefício econômico da utilização da farinha de pupa do bicho-da-seda como ingrediente alimentar alternativo, demonstrando que a

inclusão proporcionou um declínio gradual no custo por kg de ração, onde foi possível identificar que o melhor retorno econômico (lucro por kg de carne) foi determinado com 75% de inclusão de farinha de crisálida.

Ullah *et al.* (2018) avaliaram o desempenho produtivo e a digestibilidade aparente na fase inicial de frangos de corte (1 aos 28 dias). Através dessa pesquisa os autores concluíram que a farinha de pupa do bicho-da-seda pode ser usada para substituir 75% (6% de inclusão na dieta) do farelo de soja na ração inicial de frangos de corte, apresentando um melhor desempenho e sem afetar a qualidade sensorial da carne. Segundo o pesquisador, a farinha de pupa demonstrou ser uma rica fonte de proteína bruta, gordura e aminoácidos essenciais, incluindo lisina e metionina.

Miah *et al.* (2020), utilizando rações contendo níveis crescentes (0, 25% e 50%) de inclusão de farinha de crisálida em substituição ao farelo e óleo de soja, representando níveis de 7% e 14% de inclusão total na dieta total de pintos (Rhode Island Red e mestiças Fayoumi), concluíram que o bicho-da-seda (*Bombyx mori*) é uma fonte rica em proteína bruta, fornecendo lipídeos com alta quantidade de ácidos graxos ômega-3 e que pode ser usado para substituir 25% do farelo de soja (7% de inclusão na dieta) na alimentação de frangos, proporcionando bom desempenho de crescimento e sem afetar as características de carcaça.

Dutta, Dutta, Kumari (2012) investigaram o desenvolvimento de pintinhos Rhode Island Red a partir de três dias de idade alimentados com rações contendo farinha de pupa do bicho-da-seda em cinco diferentes tratamentos em substituição a farinha de peixe e constataram que o melhor crescimento relativo foi observado na ração com 50% substituição do farelo de soja. O resultado mostrou que a farinha de pupa do bicho-da-seda é a mais barata e tem potencial para substituir farinha de peixe como fonte proteica na alimentação de aves.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Identificação e localização**

Este experimento foi submetido e aprovado em 2020 pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Maringá (CEUA/UEM), protocolo número 9215180520.

Foram utilizados 15 frangos de crescimento lento, machos da linhagem XL 44N, popularmente conhecida como Label Rouge, vacinados contra Marek e Bouda Aviária. Os mesmos foram criados em galpão convencional da empresa Frango Sabor Caipira LTDA (Frango Campollo) em Ivaiporã – PR. Após a fase inicial (28 dias), os frangos tiveram acesso livre aos piquetes de pastejo até os 51 dias de idade, em regime de criação agroecológico para frango caipira, colonial ou capoeira, em conformidade com a norma ABNT NBR 16389 de 2015. Aos 52 dias de idade os frangos foram transferidos para as gaiolas de ensaio de digestibilidade.

As pupas do bicho-da-seda utilizadas para produção da farinha de pupa foram fornecidas já desidratadas pela empresa Fiação de Seda Bratac S.A, de Londrina, estado do Paraná, o núcleo vitamínico para frangos, o milho e o farelo de soja foram adquiridos da empresa Polinutri Alimentos S.A. de Maringá – PR. As rações utilizadas no experimento foram fabricadas nas instalações da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Campus Avançado Jandaia do Sul, Paraná.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório Lucio Hackin (Polinutri Alimentos, Maringá - PR), Laboratório Aminolab (Evonik Nutrition & Care GmbH, São Paulo - SP), Laboratório da Universidade Federal do Paraná - Campus Avançado Jandaia do Sul e Laboratório de Tecnologias de Produtos Agropecuários vinculadas ao Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa (COMCAP) da Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná.

### **4.2 Experimento**

#### **4.2.1 Análises bromatológicas**

Após a coleta de amostras do milho e do farelo de soja, foi feito um procedimento de homogeneização manual em sacos plásticos transparentes de cada matéria prima e depois foram colocadas no equipamento quarteador tipo Jones de 16 canais 20 mm com três bandejas de 340 x 112 x 126 mm para obtenção amostras representativas, que foram corretamente identificadas e enviadas para o laboratório de análises Lucio Hackin, que analisou as amostras (na matéria natural – MN) de acordo com metodologia descrita no AOAC (1995) e o resultado da análise do milho está indicado na tabela 4.



**Tabela 4:** Análise bromatológica do milho (em MN)

<b>Parâmetro</b>	<b>Conteúdo</b>
Umidade em grãos	11,20%
Proteína Bruta Nirs	7,98%
Extrato Etéreo Nirs	4,01%
Cinzas Nirs	1,02%
Zearalenona	14,00 ppb
Impurezas e matéria estranha	0,78%
Grão quebrados	1,39%
Grão carunchados	0,19%
Grão chochos e imaturos	0,31%
Grãos ardidos	0,07%
Grão fermentados	0,00%
Grãos gessados	0,31%
Grão germinados	0,00%
Total de grãos avariados	2,27%
Total de grãos normais	96,95%
Teste lâmpada UV	negativo
Odor	normal
Aspecto	normal

Amostras do óleo vegetal foram coletadas utilizando um calador para líquidos e envidas para análise no Laboratório Lucio Hakin e estão apresentados na tabela 5:

**Tabela 5:** Análise bromatológica do óleo vegetal.

<b>Parâmetro</b>	<b>Conteúdo</b>
Umidade indireta	0,27%
Ácidos graxos totais	98,88%
Ácidos graxos livres	1,88%
Peróxido (meq / kg gord.)	1,73
Cor	normal
Odor	normal
Aspecto	normal

Amostras das pupas do bicho-da-seda desidratadas foram moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm e encaminhadas para laboratório Lucio Hakin para caracterização físico-bromatológica, que é mostrada juntamente com a análise do farelo de soja na tabela 6:

**Tabela 6:** Análise bromatológica da farinha de pupa do bicho-da-seda e do farelo de soja (em MN).

Parâmetro	Crisálida	F. Soja
	Cont. MN (%)	Cont. MN (%)
Umidade Indireta	4,08	12,47
Digestibilidade Pepsina - HCl 0,0	89,20	-
Proteína Bruta	53,58	45,18
Extrato Etéreo	30,74	2,13
Fibra Bruta	2,86	4,52
Cinzas	6,63	6,14
Cálcio	0,20	0,52
Fósforo	0,44	0,58
Acidez Alcoólica (meq NaOH/100g)	2,89	-

Uma amostra da farinha de pupa do bicho-da-seda foi enviada para o Laboratório Evonik, São Paulo – SP, para determinação do conteúdo de minerais, conforme tabela 7:

**Tabela 7:** Conteúdo de aminoácidos da farinha de pupa do bicho-da-seda (em MN).

Parâmetro	Conteúdo (%)	Conteúdo (%)*	Conteúdo (% em PB)
Matéria seca	95,17		
PB	52,61	48,65	
Metionina	1,522	1,407	2,893
Cistina	0,643	0,595	1,222
Metionina + Cistina	2,165	2,002	4,115
Lisina	3,158	2,92	6,003
Treonina	1,922	1,777	3,653
Arginina	2,407	2,226	4,575
Isoleucina	2,053	1,898	3,902
Leucina	3,349	3,097	6,366
Valina	2,467	2,281	4,689
Histidina	1,429	1,321	2,716
Fenilalanina	2,171	2,007	4,127
Glicina	1,914	1,77	3,638
Serina	1,977	1,828	3,758
Prolina	1,928	1,783	3,665
Alanina	2,150	1,988	4,087
Ácido aspártico	4,556	4,213	8,66
Ácido glutâmico	5,238	4,843	9,956
Taurina	<0,004	<0,004	
NH <sub>3</sub>	1,615	1,493	3,07
Total incluindo NH <sub>3</sub>	41,374	38,254	78,637
Total sem NH <sub>3</sub>	39,756	36,761	75,567

\*Padronizado para teor de matéria seca de 88% PB = Proteína bruta, baseado no método de combustão Dumas (PB fator 6,25)

Fonte: Laboratório Aminolab – Evonik

#### 4.2.2 Produção das rações experimentais

Para o experimento foi desenvolvida uma fórmula basal (ração controle) denominada tratamento T0, sem a inclusão da farinha de pupa do bicho-da-seda, com a inclusão de um núcleo vitamínico e estabelecido um nível mínimo aceitável de energia metabolizável. A partir dessa fórmula foi elaborada a fórmula denominada tratamento T35 com 35% de substituição do farelo de soja por crisálida farinha de pupa e a fórmula denominada T70 com 70% de substituição do farelo de soja por farinha de pupa.

Como o objetivo do experimento é avaliar a digestibilidade do conteúdo de proteína bruta da farinha de crisálida do bicho-da-seda em substituição ao farelo de soja, para produção das rações foi feita a troca de um ingrediente pelo outro, conforme percentuais indicados nos tratamentos, portanto não foram fixados níveis energéticos e níveis proteicos para as rações.

As formulações das rações utilizadas no experimento são mostradas na tabela 8:

**Tabela 8:** Composição das rações experimentais com diferentes níveis de inclusão de farinha de pupa do bicho-da-seda (FPBS) em substituição ao farelo de soja.

Ingredientes	Níveis de FPBS em substituição ao farelo de soja (%)		
	0,00	35,00	70,00
Milho 7,88%	52,90	54,40	54,40
Farelo de soja 45%	41,60	27,04	12,48
Farinha de pupa	0,00	14,56	29,12
Óleo vegetal	1,50	0,00	0,00
Suplemento Vit/min <sup>1</sup>	4,00	4,00	4,00
Total	100,00	100,00	100,00
Composição calculada			
Matéria seca (%)	89,19	89,95	90,48
EB (kcal/kg)	3.974	4.211	4.484
EMA (kcal/kg)	2.860	3.061	3.418
EMAn (kcal/kg)	2.779	2.967	3.288
Proteína bruta (%)	23,96	25,61	26,10
Extrato etéreo (%)	5,18	7,74	12,71
Fibra bruta (%)	2,28	2,48	2,69
Matéria mineral (%)	6,80	6,18	5,27
Cálcio (%)	1,116	0,795	0,475
Fósforo disponível (%)	0,500	0,479	0,458
Lisina total (%)	1,052	1,706	2,360
Metionina total (%)	0,585	0,873	1,160
Met + Cis total (%)	0,778	1,206	1,6358
Treonina total (%)	0,726	1,094	1,462

1- Níveis de garantia do suplemento vitamínico/mineral: Cálcio (mín): 150 g/kg, Cálcio (máx): 270 g/kg, Fósforo (mín): 35 g/kg, Metionina (mín): 24 g/kg, Ferro (mín): 1.250 mg/kg, Cobre (mín): 120 g/kg, Manganês (mín): 1.458 mg/kg, Selênio (mín): 7,50 mg/kg, Vitamina A (mín): 125.000 UI/kg, Vitamina D3 (mín): 25.000 UI/kg, Vitamina E (mín): 200 UI/kg, Vitamina K3

(mín): 18,5 mg/kg, Vitamina B1 (mín): 6 mg/kg, Vitamina B2 (mín): 75 mg/kg, Vitamina B6 (mín): 12 mg/kg, Vitamina B12 (mín): 400 mcg/kg, Niacina (mín): 550 mg/kg, Pantotenato de Cálcio (mín): 175 mg/kg, Ácido Fólico (mín): 40 mg/kg, Biotina (mín): 0,37 mg/kg, Cloreto de Colina (mín): 4.693 mg/kg, Fitase: 12.500 FTU/kg.

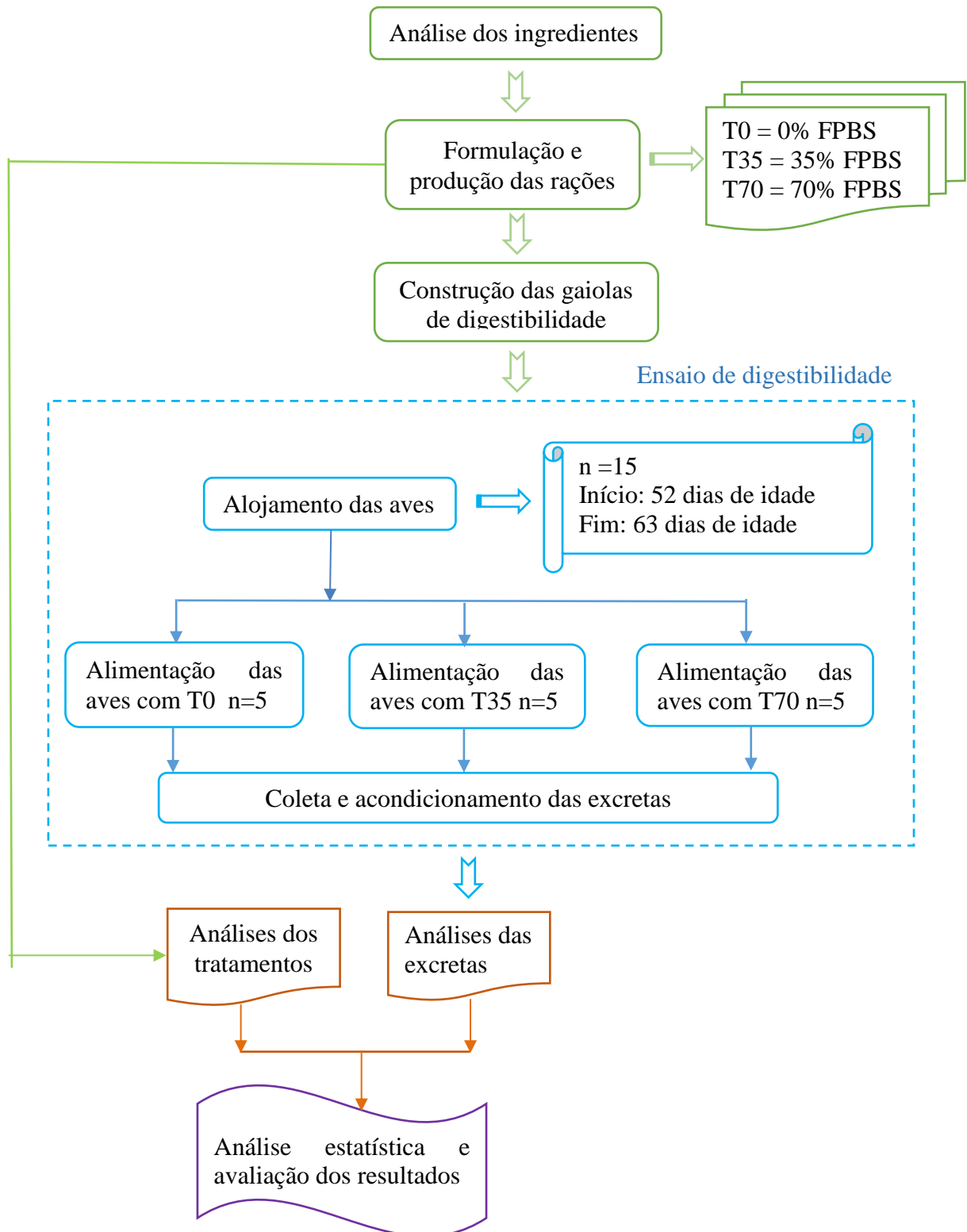
Para produção das rações, foram utilizados os seguintes materiais: Triturador Forrageiro Trf 80 2cv Trap<sup>®</sup>; balança digital Toledo<sup>®</sup> modelo 9097 com plataforma de 40x40cm, capacidade de pesagem de 50kg, resolução de 5g (10.000 divisões); betoneira CS 150 litros CSM<sup>®</sup>, capacidade de mistura 85L, rotação do tambor 29 rpm, ciclo de mistura 4 minutos (conforme indicado no catálogo técnico do fabricante).

Como o milho e o farelo de soja já foram adquiridos pré-moídos, a sequência de produção consistiu em:

- Pesagem: todos os macroingredientes (milho, farelo de soja e farinha de pupa), o óleo e núcleo, foram pesados na balança digital, de acordo com a fórmula do respectivo tratamento (T0, T35 e T70);
- Moagem conjunta: após terem sido pesados, os macroingredientes foram moídos no triturador com tela de furos de 3 mm de diâmetro para uniformizar o tamanho das partículas com um diâmetro geométrico médio (DPG) em torno de 850 microns (indicado para frangos de corte), e evitar a seleção pelas aves;
- Mistura: a ração para cada tratamento foi produzida na betoneira, adicionando primeiro os macroingredientes e depois o núcleo e cronometrando o tempo efetivo de mistura (3 minutos). No tratamento T0 foi respeitado o tempo de mistura seca de 60 segundos antes da adição do óleo vegetal, evitando assim a formação de grumos;
- Ensaque: as rações foram acondicionadas em embalagens de rafia e identificadas com o respectivo tratamento.

O diagrama da figura 1 esquematiza o fluxo de realização do experimento.

**Figura 1:** Diagrama do experimento.



#### 4.2.3 Ensaio de digestibilidade:

Para mensurar os valores digestíveis das rações foi efetuado um ensaio de digestibilidade. Foram alojados 15 frangos de corte de crescimento lento com 52 dias de idade, distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso em gaiolas de digestibilidade com área de 0,125 m<sup>2</sup>/aves, providas de comedouro tipo calha, bebedouro tipo chupeta (*nipple*) e acoplamento de bandeja adaptadas ao processo de coleta total de excretas individuais para cada unidade experimental, conforme pode ser visto na figura 2.

**Figura 2:** A) Galpão de alojamento B) Gaiolas de digestibilidade.



Fonte: Autor

Foi utilizado o método de coleta total de excretas desenvolvida por Hill e associados na Universidade de Cornell na década de 1950 e descrito por Sakomura e Rostagno (2016), o qual se baseia no princípio de mensurar o total de ração consumida e o total de excretas produzidas em um certo período de tempo. O experimento teve duração de 11 dias consecutivos, sendo 6 dias de adaptação as rações e 5 dias de coleta total das excretas.

No período de adaptação foi efetuada a inclusão gradativa de 20% ao dia das rações tratamentos para melhor adaptação as rações, sendo que as rações foram pesadas no início e no final do período de coleta, para quantificar o consumo por unidade experimental. As rações foram fornecidas *ad libitum*, porém disponibilizada duas vezes ao dia para evitar desperdício.

Para coleta das excretas foram utilizadas bandejas forradas com plástico, as quais foram acopladas as gaiolas de digestibilidade (figura 3), de forma que a coleta foi efetuada duas vezes ao dia, após eliminação de penas, resíduos de ração e outras fontes de contaminação, as excretas foram colocadas em embalagem plástica devidamente identificadas, pesadas e armazenadas em freezer a -10 °C para evitar a fermentação das mesmas.

**Figura 3:** Placa para coleta das excretas.



Fonte: Autor

Ao final do período de coleta de excretas, as amostras foram separadas de acordo com a unidade experimental, descongeladas à temperatura ambiente, homogeneizadas, colocadas em bandejas de alumínio (figura 4), pesadas e conduzidos para a realização da pré-secagem em estufa de circulação de ar forçado a 55 °C por 72 horas para determinação da matéria seca ao ar.

**Figura 4:** Preparação das excretas para análise.



Fonte: Autor

No Laboratório de Pesquisa da UFPR, as amostras foram submetidas a secagem definitiva em estufa de circulação forçada a 105 °C por 16 horas e foram moídas em moinho tipo facas com peneira de 1 mm para realização da análise de matéria seca, nitrogênio e energia bruta seguindo procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2005).

A determinação da proteína bruta (PB) foi realizada através do método de Kjeldahl onde ocorre o isolamento e quantificação do nitrogênio (N) na forma de amônia, a determinação de EE foi realizada por extração a quente sob refluxo, a MM foi determinada após a calcinação da matéria orgânica, conforme descrito por Silva e Queiroz (2005).

#### 4.2.4 Análise de energia:

A EB liberada na forma de calor é o produto da oxidação total (dióxido de carbono e água) da matéria orgânica de uma ração, medida em bomba calorimétrica (SAKAMURA e ROSTAGNO, 2016). A mensuração dos valores de EB tanto das rações como das excretas (tratamentos) foi realizada em bomba calorimétrica modelo Parr 6200 (figura 5), no Laboratório de Tecnologias de Produtos Agropecuários vinculadas ao COMCAP/UEM.

**Figura 5:** Bomba calorimétrica.



Fonte: Autor

#### 4.2.5 Digestibilidade das rações

Com base nos dados de consumo diário de ração e em análises laboratoriais e utilizando equações propostas por Matterson *et al.* (1965), descritas por Sakomura e Rostagno (2016), foi possível determinar MS, N e EB das rações e das excretas, digestibilidade biológica de minerais, coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) MS, PB, EE e MM, bem como a energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMAn) das rações.

- CDA:

$$\text{CDA (\%)} = \left( \frac{\text{Total ingerido (g)} - \text{Total excretado (g)}}{\text{Total ingerido (g)}} \right) \times 100$$

- EMA:

$$\text{EMA da ração} = \left( \frac{\text{EB ingerida} - \text{EM excretada}}{\text{MS ingerida (g)}} \right)$$

- Balanço de nitrogênio (BN):  $\text{BN} = \text{Nitrogênio ingerido} - \text{Nitrogênio excretado}$

- EMAn:

$$\text{EMAn da ração} = \left[ \frac{\text{EB ingerida} - (\text{EB excretado} - 8,22 \times \text{BN})}{\text{MS ingerida (g)}} \right]$$



### 4.3 - Análise econômica:

A análise econômica dos tratamentos foi feita de acordo com a metodologia utilizada por Dutta, Dutta e Kumari (2012), os preços de todos os ingredientes foram cotados nos principais fornecedores desses insumos e os valores, incluindo o frete na modalidade CIF (Cost, Insurance and Freight) foram considerados para entrega em Maringá – PR. Todos os valores obtidos foram os praticados na primeira semana de dezembro de 2020 e convertidos na moeda americana cotada em R\$5,12/US\$ em 04/12/2020.

O impacto econômico da substituição do farelo de soja por FPBS foi calculado em dois cenários, sendo um cenário com a utilização da FPBS comercializada no Brasil e outro cenário com a FPBS importada da Índia e, nesse caso, foram incluídos no preço final todos os custos relativos ao frete e taxas de importação, obtendo-se o preço final do produto colocado em Maringá.

O custo de cada tratamento foi calculado como:  $\text{Custo da ração (\$/kg)} = \text{custo unitário do ingrediente (\$/kg)} * \text{inclusão do ingrediente na ração (kg}_{\text{ing}}/\text{kg}_{\text{ração}})$

O custo médio com alimentação por ave foi calculado como:  $\text{Custo com alimentação (\$)} = \text{Custo da ração (\$/kg)} * \text{consumo médio de ração por ave (kg)}$

O custo médio da carne produzida foi calculado como:  $\text{O custo da carne (\$)} = \text{Custo médio com alimentação (\$)} * \text{ganho de peso médio por ave (kg)}$

Na análise econômica foram considerados apenas o custo dos ingredientes o consumo de ração e o ganho de peso nos diferentes tratamentos (T0; T35; T70) durante o período do experimento (52 aos 63 dias de idade), pois todos os demais custos foram idênticos para todos os tratamentos e não afetam a análise de viabilidade do uso da FPBS na nutrição de frangos de corte de crescimento lento.

### 4.4 - Análise estatística:

Uma análise estatística descritiva foi realizada para descrever o comportamento dos dados. Em seguida, uma análise de variância também foi realizada para as variáveis de digestibilidade, segundo um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em que os tratamentos comparados foram as três rações com diferentes níveis de substituição do farelo de soja por farinha de pupa do bicho-da-seda (0, 35 e 70%), com cinco repetições em cada tratamento, totalizando 15 unidades experimentais (aves).

Quando um efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) foi encontrado na análise de variância, um teste de Tukey foi usado para discriminar as médias, como também, uma análise de regressão foi realizada para checar em qual modelo (linear ou quadrático) que os dados melhor se ajustavam.

As análises descritiva, de variância e de regressão dos dados foram conduzidas respectivamente usando os procedimentos MEANS, MIXED e GLM do software Statistical Analysis System (SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA; versão 9.2).

## 5 – Resultados e Discussão

A Energia Metabolizável Aparente (EMA) aumentou significativamente com o aumento da substituição do farelo de soja por FPBS (2.860kcal/kg no T0, 3.061 kcal/kg no T35 e 3.418 kcal/kg no T70), conforme demonstrado na Tabela 8, página 28. Esse aumento na EMA é consistente com os achados de Harinder *et al.* (2014), Khan *et al.* (2016) Khan (2018) e pode ser devido ao alto teor de EE (30,74%) encontrado na FPBS, pois, o EE possui muita energia que é liberado quando o EE é oxidado (Adeniji, 2007).

Os dados dos coeficientes de digestibilidade foram submetidos a uma análise descritiva e de variância e estão apresentados resumidamente na tabela 9 e 10 respectivamente.

**Tabela 9:** Análise descritiva para as variáveis de digestibilidade em frangos de crescimento lento

Variável (%)	N	Média	DP	CV (%)	Mínimo	Máximo
CDAMS	15	68,6	3,24	4,7	63,6	75,2
CDAPB	15	35,9	7,29	20,3	23,9	52,2
CDAEE	15	81,9	6,58	8,0	63,3	88,7
CDAMM	15	20,5	6,75	33,0	13,6	38,6

**N:** número de observações; **DP:** desvio padrão; **CV:** coeficiente de variação; **CDAMS:** coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca; **CDAPB:** coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta; **CDAEE** coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo; **CDAMM:** coeficiente de digestibilidade aparente da matéria mineral.

**Tabela 10:** Efeito dos níveis de substituição do farelo de soja por FPBS na ração sobre as variáveis de digestibilidade em frangos de crescimento lento.

Variável (%)	Tratamento			EP	Valor de <i>P</i>
	T0	T35	T70		
CDAMS	68,0	67,0	70,7	1,35	0,1713
CDAPB	31,8 <sup>b</sup>	33,0 <sup>b</sup>	42,8 <sup>a</sup>	2,51	0,0174
CDAEE	83,5	83,9	78,3	2,90	0,3403
CDAMM	20,1	16,5	24,9	2,77	0,1418

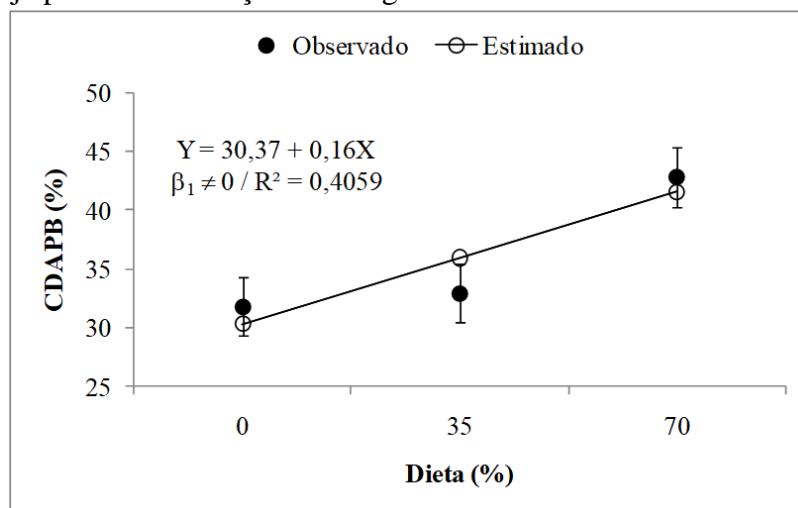
**EP:** erro padrão; **CDAMS:** coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca; **CDAPB:** coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta; **CDAEE** coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo; **CDAMM:** coeficiente de digestibilidade aparente da matéria mineral. <sup>a,b</sup>Médias seguidas por letras diferentes entre as rações diferem a uma probabilidade de 5% ou menor pelo teste de Tukey.

A inclusão de FPBS nas rações (Tabela 10) não afetou o CDAMS, CDAEE e CDAMM em nenhum dos níveis de inclusão avaliados, o que diverge de Khan (2018) que no seu estudo com substituição de farelo de soja por farinha de lava (mosca doméstica) relatou que a digestibilidade dos nutrientes da matéria seca, proteína bruta, matéria bruta fibra, extrato etéreo e cinzas foram significativamente maiores para o grupo com 60% de farinha de larva em comparação com o grupo de controle.

No presente estudo foi encontrado aumento significativo no CDAPB (Tabela 10) indicando o melhor resultado no T70, o que está alinhado com o estudo realizado por Penkov (2002) com gansos, no qual relatou alta digestibilidade de aminoácidos (lisina 94%, metionina 95%) em rações contendo FPBS em substituição ao farelo de soja. O aumento no CDAPB pode ser devido ao alto teor de gordura na FPBS, o que aumenta a digestibilidade da proteína, conforme indicado por Hwangbo *et al.* (2009).

Devido a variação no CDAPB foi realizada uma análise de regressão que apresentou um efeito linear ( $P \leq 0,05$ ) em resposta ao aumento da inclusão da farinha de pupa nos tratamentos ( $y = 30,37 + 0,16x$ ), como pode ser observado no gráfico 1.

**Gráfico 1:** Análise de regressão para o CDAPB em função dos níveis de substituição do farelo de soja por FPBS na ração de frangos de crescimento lento.



A representação gráfica da equação que descreve a variação do Coeficiente de Digestibilidade Aparente da Proteína Bruta, apresentada no Gráfico 1, indicou um aumento linear com o aumento da inclusão FPBS em substituição ao farelo de soja.

As rações apresentaram um aumento de custo com a inclusão da FPBS em substituição ao farelo de soja, tanto no cenário onde se utilizou a FPBS produzida no Brasil quanto no cenário em que se utilizou a FPBS produzida na Índia e precificada com o custo de aquisição e

todas as taxas de importação e frete considerando seu preço final em Maringá – PR, conforme demonstrado nas Tabelas 11 e 12.

Tabela 11: Custo das rações produzidas com FPBS nacional

Ingrediente	Custo (\$/kg)	T0		T35		T70	
		Inclusão	\$/kg	Inclusão	\$/kg	Inclusão	\$/kg
Milho moído	0,25	52,9%	0,13	52,9%	0,13	52,9%	0,13
F. soja 45%	0,53	41,6%	0,22	27,0%	0,14	12,5%	0,07
FPBS <sup>a</sup>	1,42	0,0%	0,00	16,1%	0,23	30,6%	0,44
Óleo vegetal	1,39	1,5%	0,02	0,0%	0,00	0,0%	0,00
Supl. vit/min	0,85	4,0%	0,03	4,0%	0,03	4,0%	0,03
Total		100,0%	0,41	100,0%	0,54	100,0%	0,67

FPBS<sup>a</sup>: produzida no Brasil e comercializada pela Bratac

Tabela 12: Custo das rações produzidas com FPBS importada

Ingrediente	Custo (\$/kg)	T0		T35		T70	
		Inclusão	\$/kg	Inclusão	\$/kg	Inclusão	\$/kg
Milho moído	0,25	52,9%	0,13	52,9%	0,13	52,9%	0,13
F. soja 45%	0,53	41,6%	0,22	27,0%	0,14	12,5%	0,07
FPBS <sup>b</sup>	0,68	0,0%	0,00	16,1%	0,11	30,6%	0,21
Óleo vegetal	1,39	1,5%	0,02	0,0%	0,00	0,0%	0,00
Supl. vit/min	0,85	4,0%	0,03	4,0%	0,03	4,0%	0,03
Total		100,0%	0,41	83,9%	0,42	69,4%	0,44

FPBS<sup>b</sup>: produzida na Índia, com todas as taxas de importação e frete colocado em Maringá

Esses resultados contrariam a conclusão de diversos pesquisadores, incluindo Dutta, Dutta e Kumari (2012) e Ullah *et al.* (2017) que nos seus estudos relataram que o custo por kg de ração diminui gradativamente com o aumento dos níveis de inclusão de FPBS em substituição ao farelo de soja. Essa contradição pode ser explicada pelo fato de o Brasil ser o maior exportador de soja do mundo (ABIOVE, 2019) e em muitos países como o Paquistão, a produção de soja é limitada e a maior parte da soja usada na produção de aves é importada de outros países, tornando-a muito caro (ULLAH *et al.*, 2017). Além disso, o Brasil produz apenas 0,41% da produção global de seda (ISC, 2020) e, o fornecimento da FPBS no Brasil é feito exclusivamente por uma única empresa, o que torna os custos da FPBS praticados no Brasil significativamente maiores que os preços praticados em países com maior oferta de FPBS como a Índia que responde por 22,09% da produção global de seda (ISC, 2020). Mesmo utilizando a FPBS importada da Índia, o preço desta FPBS no Brasil fica mais caro que o farelo de soja pois,

devido à taxa de câmbio da moeda americana, ao impacto das taxas de importação e a forte pressão do frete, a FPBS teve um sobre preço de 127% em relação ao seu custo na Índia.

Os dados de desempenho zootécnico como o ganho de peso e conversão alimentar, bem como o custo com alimentação e custo por kg de carne são mostrados na tabela 13.

Tabela 13: Desempenho zootécnico e econômico

Tratamento	Consumo ração (Kg/ave)	Ganho peso (Kg/ave)	CA	Custo aliment. <sup>a</sup> (\$)	Custo aliment. <sup>b</sup> (\$)	Custo carne <sup>a</sup> (\$/kg)	Custo carne <sup>a</sup> (\$/kg)
<b>T0</b>	1,716	0,591	2,90	0,70	0,70	1,19	1,19
<b>T35</b>	1,785	0,629	2,84	0,96	0,75	1,53	1,19
<b>T70</b>	1,696	0,615	2,76	1,14	0,75	1,85	1,22

Custo aliment.<sup>a</sup>: custo utilizando a FPBS produzida e comercializada no Brasil

Custo aliment.<sup>b</sup>: custo utilizando a FPBS produzida na Índia

Custo carne<sup>a</sup>: custo utilizando a FPBS produzida e comercializada no Brasil

Custo carne<sup>b</sup>: custo utilizando a FPBS produzida na Índia

Os resultados do presente estudo indicam melhora na conversão alimentar com o aumento da inclusão de FPBS na ração (T70), o que coincide com achado de Sengupta *et al.* (1995), Venkatchalam, *et al.* (1997) e Dutta, Dutta e Kumari (2012). O aumento do desempenho do crescimento de frangos de corte com o aumento do nível de FPBS na ração é suportado por muitos (CHAUDHARY *et al.* (1998); HOSSAIN *et al.* (1993); BORTHAKUR *et al.* (1998); NANDEESHA *et al.*, 1989; DUTTA, DUTTA, KUMARI (2012)).

O maior consumo de ração ocorreu no T35, o que está alinhado com Loselevich *et al.* (2004) que relataram que a FPBS tem sabor agradável e é palatável e aceitável tanto para frangos de corte quanto para aves poedeiras, a literatura sugere que o melhor desempenho dos frangos de corte com a substituição do farelo de soja por FPBS pode estar relacionado ao suprimento mais ideal do perfil de aminoácidos essenciais (particularmente triptofano), digestibilidade de nutrientes e uma taxa aumentada de acúmulo de proteína (KHAN *et al.*, 2015).

## 6 - CONCLUSÃO

A utilização da FPBS melhorou significativamente o CDAPB e os resultados zootécnicos indicaram a viabilidade do uso FPBS em até 30,6% (T70) da dieta total na alimentação de frangos de crescimento lento, sem aumentar significativamente o custo de produção da carne com a utilização da FPBS importada.

## REFERÊNCIAS

- ABIOVE, 2019 – **Brasil é o maior exportador de soja do mundo**. [https://abiove.org.br/wp-content/uploads/2019/07/Abiove\\_Exporta%C3%A7%C3%A3o.pdf](https://abiove.org.br/wp-content/uploads/2019/07/Abiove_Exporta%C3%A7%C3%A3o.pdf). Acesso em 19 dez. 2020
- ABREU, M. T. *et al.* Complexo enzimático à base de xilanase,  $\beta$ -glucanase e fitase em rações para poedeiras comerciais leves em pico de produção. **Boletim de Indústria Animal**, v. 75, 2018. <http://iz.sp.gov.br/bia/index.php/bia/article/view/1440>> Acesso em: 15 jun 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16389: **Avicultura – Produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira**. 2015. Rio de Janeiro.
- BAHADORI, Z. *et al.* The effect of earthworm (*Eisenia foetida*) meal with vermi-humus on growth performance, hematology, immunity, intestinal microbiota, carcass characteristics, and meat quality of broiler chickens. **Livestock Science**, [s.l.], v. 202, p.74-81, ago. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2017.05.010>.
- BEHSUDI, A. **Food Insecure**. Fundo Monetário Internacional. 2020. <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/2020/09/infographic-global-hunger-crisis-behsudi.htm>. Acesso em: 01 set. 2020
- BIASATO, I. *et al.* Effects of dietary *Tenebrio molitor* meal inclusion in free-range chickens. **Journal Of Animal Physiology And Animal Nutrition**, [s.l.], v. 100, n. 6, p.1104-1112, 23 mar. 2016. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jpn.12487>.
- BIASATO, I. *et al.* Yellow mealworm larvae (*Tenebrio molitor*) inclusion in diets for male broiler chickens: effects on growth performance, gut morphology, and histological findings. **Poultry Science**, [s.l.], v. 97, n. 2, p.540-548, fev. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pex308>
- BRASIL. **ABNT NBR 16389 Avicultura, produção, abate, processamento e identificação do frango caipira, colonial ou capoeira**. 2015. Brasília – DF.
- BRASIL. **Agricultura familiar do Brasil é 8ª maior produtora de alimentos do mundo**. 2019. <http://www.mda.gov.br/sitemda/noticias/agricultura-familiar-do-brasil-%C3%A9-8%C2%AA-maior-produtora-de-alimentos-do-mundo>. Acesso em 16 jun. 2019.
- BRASIL. **Conheça o Plano Safra da Agricultura Familiar 2017/2020**. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/plano-safra-da-agricultura-familiar-20172020>. Acesso em 16 jun. 2019.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 46, de 06 de outubro de 2011**. Diário Oficial da União, 2011. Brasília - DF.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ofício Circular DOI/DIPOA N° 060/99, de 04 de novembro de 1999**. Diário Oficial da União, 1999. Brasília - DF

BRASIL. IBGE. **Censo demográfico 2017**.

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 22 de out. 2019

BRIDI, A. M.; MUNIZ, C. A.; SAMPAIO, A. A. B. **Produção agroecológica de frangos**. UEL/PET-Zootecnia, 51 p. Londrina - PR, 2016. ISBN 978-85-7846-391-5.

<http://www.uel.br/grupoesquisa/gpac/pages/arquivos/Producao%20Agroecologica%20de%20frango1.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2019.

BRUZEGUEZ, J.L. **Programas de Alimentação com 5 fases para frangos de corte**.

<https://www.polinutri.com.br/upload/artigo/156.pdf>. Acesso em 29 out. 2019.

BUENO, C. F. D. **Comparação de programas de alimentação para frangos de corte: 4 e 14 fases**. 2014. 53 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2014.

CAMPESTRINI, E, et al. Utilização de enzimas na alimentação animal. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 2, n. 6, p. 254-267, 2005.

[http://www.nutritime.com.br/arquivos\\_internos/artigos/027V2N6P259\\_272\\_NOV2005](http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/027V2N6P259_272_NOV2005). Acesso em: 06 out. 2019.

CARDOSO, L. R., et al. **Atividade de inibidores de proteases em linhagens de soja geneticamente melhoradas**. Alimentos e Nutrição, Araraquara, v. 18, n. 1, p. 19-26, 2007.

CARTAXO, J. W. **Digestibilidade aparente da proteína de alimentos alternativos para o acará-disco** (*Symphysodon discus* Heckel, 1840). 2015. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa De Pós-Graduação Em Zootecnia, Universidade Federal De Sergipe, São Cristóvão – SE, 2015. [http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFS-2\\_ca194d1fe98cd6062f08f32f9b5d3015](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFS-2_ca194d1fe98cd6062f08f32f9b5d3015). Acesso em: 10 jun. 2019.

COLL, J. F. C. *et al.* Uso da farinha de crisálida do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L) como fonte de proteína na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 21, nº 3, Viçosa. 1992. ISSN 1806-9290. Disponível em:

<http://www.revista.sbz.org.br/artigo/visualizar.php?artigo=692>. Acesso em: 11 jun. 2019.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos Frango de Corte 2018**.

<https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/itemlist/category/410-planilhas-de-custos-de-producao-frango-de-corte>> Acesso em: 29 out. 2019.

CUNHA, R. M. **Análises técnica e energética da secagem combinada no processamento de casulo do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.)**. 2007. Dissertação (Mestrado em

Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, SP, 2007. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90708>. Acesso em: 11 jun. 2019.

DUTTA, A.; DUTTA, S.; KUMARI, S. Growth of poultry chicks fed on formulated feed containing silk worm pupae meal as protein supplement and commercial diet. Online **Journal of Animal and Feed Research**, v.2, p. 303-307, 2012. ISSN 2228-7701. <https://pdfs.semanticscholar.org/b7b4/27bfdff3fbd071d9a556055368a22723b54a.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2020.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Help Eliminate Hunger and Malnutrition**. 2019. <http://www.fao.org/3/ca3923en/ca3923en.pdf>. Acesso em: 26 ago. 2020.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Edible insects – Future prospects for food and feed security**. 2013. <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e.pdf>. Acesso em: 21 out. 2020

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Food security and nutrition for all**. 2020. <http://www.fao.org/food-security-and-nutrition-for-all/background/en/>. Acesso em: 10 de set. 2020

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Edible insects: future prospects for food and feed security**. 187 p. Roma, 2013. ISBN 978-92-5-107595-1. <http://www.fao.org/docrep/018/i3253e/i3253e00.htm>. Acesso em: 11 jun. 2019.

FENATA. **Agricultura familiar do Brasil é 8ª maior produtora de alimentos do mundo**. 2019. <https://www.fenata.com.br/site/index.php/noticias-gerais/596-agricultura-familiar-do-brasil-e-8-maior-produtora-de-alimentos-do-mundo>. Acesso em: 12 set. 2020.

FENG, Y. *et al.* Insetos Comestíveis na China: utilização e perspectivas. **Insect Science**. 2018., 25 (2), p. 184–198.

FENG, Y. *et al.* The common edible insects of Hemiptera and their nutritive value. **Forest Research**, 2000, p. 608–612.

FINKE, M. Complete nutrient composition of commercially raised invertebrates used as food for insectivores. **Zoo Biology**. 2002; n. 21, p.269-285

GUIDONI, A.L. **Alternativas para comparar tratamentos envolvendo o desempenho nutricional animal**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1994, 105p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1994.

GUIMARÃES, L. **Consumo mundial de carne de frango ultrapassa proteína bovina e suína pela primeira vez na história**. 2020. <https://www.avisite.com.br/index.php?page=noticias&subpage=noticiasclippings&id=38832>. Acesso em: 12 set. 2020.



HANBOONSONG, Y. *et al.* **Six-legged livestock: edible insect farming, collection on and marketing in Thailand.** 2018. <http://www.fao.org/3/i3246e/i3246e00.htm>. Acesso em: 26 ago. 2020.

HEUZÉ, V. *et al.* **Silkworm pupae meal.** 2017. A programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO. <https://www.feedipedia.org/node/199>. Acesso em: 20 fev. 2020.

HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Sci.**, v.49, p.447- 457, 1998.

IBGE. **Pesquisa Trimestral do Abate de Animais – Séries históricas.** 2020. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9203-pesquisas-trimestrais-do-abate-de-animais.html?=&t=series-historicas> Acesso em: 22 ago. 2020.

IJAIYA, A. T.; EKO, E. O. Effect of Replacing Dietary Fish Meal with Silkworm (*Anaphe infrecta*) Caterpillar Meal on Performance, Carcass Characteristics and Haematological Parameters of Finishing Broiler Chicken. **Pakistan Journal of Nutrition.** v.8. p. 850 – 855, 2009. ISSN 1680-5194. Disponível em: <https://scialert.net/abstract/?doi=pjn.2009.850.855>. Acesso em: 18 jul. 2019.

IMATHIU S. Benefícios e questões de segurança alimentar associadas ao consumo de insetos comestíveis. **NFS Journal**, volume 18, Março 2020, p. 1-11. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235236461930046X>. Acesso em: 26 ago. 2020.

IOSELIVICH, M. *et al.* Nutritive value of silkworm pupae for ruminants. VDLUFA Kongress, **Qualitätssicherung in landwirtschaftlichen Produktionssystemen**, Rostock. 2004; p. 116-108.

JÚNIOR, E. **Conheça os benefícios da carne de frango para a saúde.** <https://www.canalrural.com.br/programas/conheca-beneficios-carne-frango-para-saude-62005/>. Acesso em: 7 maio 2020.

KHAN, Sohail Hassan. Recent advances in role of insects as alternative protein source in poultry nutrition. **Journal Of Applied Animal Research**, [s.l.], v. 46, n. 1, p.1144-1157, jan. 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/09712119.2018.1474743>

KURBANOV, A. R. Effect of replacement of fish meal with silkworm (*Bombyx mori*) pupa protein on the growth of *Clarias gariepinus* fingerling. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies.** Uzbekistan. 2015. ISSN: 2347-5129. <http://www.fisheriesjournal.com/vol2issue6/Pdf/2-6-11.1.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2019.

LIMA, G. J. M. M. *et al.* **Valores de digestibilidade e composição química e bromatológica de alguns alimentos para suínos.** CT / 152 /EMBRAPA–CNPISA, Concórdia, abr. 1990. Disponível em: <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>. Acesso em: 11 jun. 2019.

MAES J. **Quantidade inacreditável de insetos é consumida por pássaros todos os anos.** 2018. <https://hypescience.com/insetos-aves/>. Acesso em: 28 ago. 2020.

MAKKAR, H. *et al.* State-of-the-art on use of insects as animal feed. November 2014 **Animal Feed Science and Technology**. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008  
Project: Feedipedia. [https://www.researchgate.net/publication/264287361\\_State-of-the-art\\_on\\_use\\_of\\_insects\\_as\\_animal\\_feed](https://www.researchgate.net/publication/264287361_State-of-the-art_on_use_of_insects_as_animal_feed). Consultado em 18 abr. 2020

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2017/18 a 2027/28 projeções de longo prazo.** 2018.  
<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/projecoes-do-agronegocio/projecoes-do-agronegocio-2018-2019-2028-2029/view>. Acesso em 05 jun. 2019

MATTERSON, L. *et al.* **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens.** University of Connecticut Storrs: Agricultural Experiment Station, 1965, v.11. 11p. Research Report.

MEGA, H. **A produção de seda no Brasil.**  
<http://www.usp.br/aunantigo/exibir?id=7780&ed=1361&f=8>. Acesso em 16 jun 2019.

MIAH, M. *et al.* **Efeito da suplementação alimentar com farinha do bicho-da-seda (*Bombyx mori* L.) sobre desempenho em crescimento e qualidade da carne de galinhas vermelhas Rhode Island x galinhas mestiças Fayoumi.** Italian Journal of Animal Science, 19: 1, 447-456, Itália. 2020. DOI: 10.1080 / 1828051X.2020.1752119

MITSUHASHI J. Entomophagy: Human consumption of insects. In J. L. Capinera (Ed.). **Encyclopedia of entomology**. 2008. p. 1341–1343. Heidelberg: Springer Science +Business Media B.V.

NANDEESHA, M. C. Effects of non-defatted silkworm-pupae in diets on the growth of common carp, *Cyprinus carpio*. **Biological Wastes**. v. 33, p. 17-23, Índia. 1990.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/026974839090118C>. Acesso em; 11 jun. 2019.

NOVODWORSKI, J.; GUEDIN, V. S.; SILVA, A. A. Utilização da farinha de pupa do bicho-da-seda na alimentação de animais monogástricos: revisão. In: AMARAL, Higo Forlan; SCHWAN-ESTRADA, Kátia Regina Freitas (org.). **Agricultura em bases agroecológicas e conservacionista**. Ponta Grossa - Pr: Atena, 2020. p. 14-25. DOI 10.22533/at.ed.0722021022. <https://www.atenaeditora.com.br/post-ebook/3030>. Acesso em: 29 fev. 2020.

OLIVEIRA, R. A. de; SANTOS, J. A. dos; BOROVIÉCZ, S. Análise do custo de produção e do processo produtivo da sericicultura: um estudo de caso no Paraná. **Revista do Desenvolvimento regional**. Universidade de Santa Cruz do Sul, v.22, n. 1, Rio de Janeiro, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.17058/redes.v22i1.6074>. Acesso em: 12 out. 2019.

OLIVEIRA, R. A.; SANTOS, J. A.; BOROVIECZ, S. Análise do custo de produção e do processo produtivo da sericicultura: um estudo de caso no Paraná. **Revista do Desenvolvimento regional**. Universidade de Santa Cruz do Sul, v.22, n. 1, Rio de Janeiro, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.17058/redes.v22i1.6074>. Acesso em: 11 jun. 2019.

PARANÁ (Estado). AEN - Agencia Estadual de Notícias. Pauta dia 25 – 10h: **36º Encontro Estadual de Sericicultura Em Iretama**. Curitiba, 24 jul. 2019. <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: 27 jul. 2019.

PARANÁ (Estado). DERAL- Departamento de Economia Rural. **Sericicultura No Estado Do Paraná Safra 2017/2018 - Relatório Takii**. nov. 2018. 49 p. Disponível em: [http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2019/sericicultura\\_2019\\_v1.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2019/sericicultura_2019_v1.pdf). Acesso em 28 jul. 2019.

PATIL, S. et al. **Utilization of silkworm litter and pupal waste-an eco-friendly approach for mass production of *Bacillus thuringiensis***. *Biores. Technol.* 2013; 131:545-547

PATIL, S.; SULERIA, H. A. R.; RAUF, A. **Edible insects as innovative foods: Nutritional and functional assessments**. 2019. *Trends in Food Science & Technology* In Press.

PENNACCHIO, H. L. Casulo de seda. Conab – Companhia Nacional de abastecimento. **Indicadores da Agropecuária. Observatório Agrícola, Ano XXV**, n. 10, p. 01 -1114, Brasília, out 2016. ISSN: 2317-7535.

PENKOV, D. et al. **Determination of the amino acid content and Protein** *News*. 2002; 3:2-2

QUINZEIRO, N. T. **Manual do Sistema de Produção Sustentável de Galinhas Caipiras – (Procap): Orientações básicas para a construção de galinheiros, manejo sustentável e equipamentos**. EMBRAPA Cocais, 82 p. Brasília – DF, 2017. ISBN: 978-85-7035-777-9. <http://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1085355&biblioteca=vazio&busca=1085355&qFacets=1085355&sort=&paginaAtual=1>. Acesso em: 11 jun. 2019.

RAHEEM, D. et al. Traditional consumption of and rearing edible insects in Africa, Asia and Europe. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. 2109. 59(14), p. 2169–2188.

RAJAT, D.; MADESH, N. **Global Silk Industry: A Complete Source Book**. Universal Publishers. Boca Raton – Florida – USA 2005, ISBN 1-58112-493-7, 411pág

RAO, P. Chemical composition and nutritional evaluation of spent silk worm pupae. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. 1994; n.42 p.2201-2203.

REIS, T.; DIAS A. **Farinha de Insetos na Alimentação de não Ruminantes** – Uma Alternativa Alimentar. 2020. <https://www.researchgate.net/publication/341193012>. Acesso em: 13 set. 2020.

ROSTAGNO, H; et al, **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e necessidades nutricionais**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2017.

SABBAG, O. J.; NICODEMO, D.; OLIVEIRA, J. E. M. **Custos e viabilidade econômica da produção de casulos do bicho-da-seda**. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 43, n. 2, p. 187-194, abr./jun. 2013. e-ISSN 1983-4063. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pat/v43n2/v43n2a04>. Acesso em: 11 jun. 2019.

SAKOMURA, N.; ROSTAGNO, H. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2016. 262p. ISBN: 978-85-7805-154-9.

SALES, M. N. G. **Criação de galinhas em sistemas agroecológicos**. Vitória – ES: INCAPER, 2005. 284 p. ISBN 85-89274-08-X. <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/791/1/livrocriacaodegalinhamarciasales.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2019.

SEARA 2020 - **Quais as substâncias benéficas presentes na carne de frango?** <https://www.hojetemfrango.com.br/dica/quais-as-substancias-beneficas-presentes-na-carne-de-frango/>. Acesso em: 23 ago. 2020.

SHEIKH, I. 2018. Utilization of silkworm pupae meal as an alternative source of protein in the diet of livestock and poultry: A review. **Journal of Entomology and Zoology Studies** 2018, Vol. 6, Issue 4, p. 1010-1016. [http://www.entomoljournal.com/archives/?year=2018&vol=6&issue=4&ArticleId=3966#:~:text=6%2C%20Issue%204-,Utilization%20of%20silkworm%20pupae%20meal%20as%20an%20alternative%20source%20of,livestock%20and%20poultry%3A%20A%20review&text=The%20Silkworm%20pupae%20commonly%20known%20by%20different%20names%20in%20different%20places.&text=Silkworm%20pupae%20meal%20\(SWPM\)%20is,with%20a%20high%20nutritional%20value](http://www.entomoljournal.com/archives/?year=2018&vol=6&issue=4&ArticleId=3966#:~:text=6%2C%20Issue%204-,Utilization%20of%20silkworm%20pupae%20meal%20as%20an%20alternative%20source%20of,livestock%20and%20poultry%3A%20A%20review&text=The%20Silkworm%20pupae%20commonly%20known%20by%20different%20names%20in%20different%20places.&text=Silkworm%20pupae%20meal%20(SWPM)%20is,with%20a%20high%20nutritional%20value). Acesso em: 15 out. 2020

SIBBALD, I.R.; SLINGER, S.J. A biological assay for metabolizable energy in poultry feed ingredients together with findings which demonstrate some of the problems with the evaluation of fats. **Poultry Science**, v.59, p.1275-1279, 1963.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa – MG: UFV, 2005. 235p. ISBN: 85-7269-105-7.

TAKAHASHI, R.; TAKAHASHI, K. M.; TAKAHASHI, L. S. **Sericicultura: uma promissora exploração agropecuária**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2009.

ULLAH, R. et al. Effect of replacement of soybean meal by silkworm meal on growth performance, apparent metabolizable energy and nutrient digestibility in broilers at day 28

post hatch. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, 2018. p. 1239-1246. ISSN: 1018-7081. Disponível em: <http://www.thejaps.org.pk/docs/v-28-05/03.pdf>. Acesso em 11 jun. 2019.

ULLAH, R. et al. Effect of replacement of soybean meal by silkworm meal on growth performance, apparent metabolizable energy and nutrient digestibility in broilers at day 28 post hatch. **The Journal of Animal & Plant Sciences**, 2018. p. 1239-1246. ISSN: 1018-7081. Disponível em: <http://www.thejaps.org.pk/docs/v-28-05/03.pdf>. Acesso em 11 jun. 2019.

ULLAH, R. *et al.* Replacement of soybean meal with silkworm meal in the diets of white leghorn layers and effects performance, apparent total tract digestibility, blood profile and egg quality. **International Journal of Veterinary and Health Science Research**. 2017. ISSN 2332-2748. <https://scidoc.org/>. Acesso em 11 jun. 2019.

United States Department of Agriculture Foreign Agricultural. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. 2019. [https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock\\_poultry.pdf](https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf). Acesso em: 10 out. 2019.

VALERINE, H. *et al.* **Silkworm pupae meal**. Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO, 2015.

WATANABE, J. K.; YAMAOKA, R. S.; BARONI, S. A. **Cadeia produtiva da seda: Diagnósticos e demandas atuais**. Londrina: IAPAR, 2000. 129 p.