

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

FACULDADE DE AGRONOMIA

CURSO DE ZOOTECNIA

ALEXANDRA MÖLLER ALVES

**UTILIZAÇÃO DE INSETOS COMO ALIMENTO ALTERNATIVO NAS
DIETAS DE SUÍNOS: UMA ABORDAGEM SISTEMÁTICA**

PORTO ALEGRE

2021

ALEXANDRA MÖLLER ALVES

**UTILIZAÇÃO DE INSETOS COMO ALIMENTO ALTERNATIVO NAS
DIETAS DE SUÍNOS: UMA ABORDAGEM SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para obtenção
do grau de Bacharel em Zootecnia,
Faculdade de Agronomia, Universidade
Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador (a): Ines Andretta

Coorientador (a): Nathalia de Oliveira
Telesca Camargo

Porto Alegre

2021

ALEXANDRA MÖLLER ALVES

**UTILIZAÇÃO DE INSETOS COMO ALIMENTO ALTERNATIVO NAS
DIETAS DE SUÍNOS: UMA ABORDAGEM SISTEMÁTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito para obtenção do grau em Bacharel em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Data de aprovação: 02 / 12 / 2021.

Ines Andretta, Prof. Dra. - UFRGS

Orientadora

Nathalia de Oliveira Telesca Camargo, Zootecnista, MSc. – UFRGS

Coorientadora

Rodrigo Borille, Prof. Dr. – UFSM

Membro da Banca

Lucas de Marques Vilella, Zootecnista, MSc. – UFRGS

Membro da Banca

AGRADECIMENTOS

“A jornada de mil quilômetros começa com o primeiro passo” (Rei Leão), e nessa longa jornada tive o privilégio de conhecer pessoas maravilhosas que tiveram e ainda tem um papel importantíssimo na minha vida. É impossível começar os agradecimentos sem fazer uma pequena homenagem para uma grande mulher: Cristina Möller, também conhecida por “mãe”, com toda a certeza desse mundo posso dizer que grande parte do que sou hoje devo a ti. Gostaria de agradecer meu pai, Paulino Alves, por todo o apoio de sempre e por todas as vezes que pedi para revisar meus trabalhos. Aos meus irmãos, Gabriel e Matheus, que de alguma forma sempre me mostraram o lado bom das coisas e me incentivam a buscar o meu melhor. Só tenho a agradecer a minhas avós, primos, tios e tias por sempre acreditarem no meu potencial e me apoiarem nos momentos mais difíceis dessa jornada.

É gratificante olhar para trás e perceber quantos laços foram possíveis de se criar durante esse ciclo. As minhas amigas de longa data: Roberta, Laura, Giulia e Gabriela, agradeço pelos anos de amizade, por me incentivarem a cada fase dessa jornada e por sempre estarem comigo mesmo com a distância estando presente em nossas vidas. Aos meus amigos de faculdade que se tornaram parte da minha família: João Ricardo, Ranieri, Karen e Eduardo que estiveram comigo desde o início dessa caminhada e que mesmo cada um seguindo o seu destino, de alguma forma permanecemos juntos, um apoiando o outro. Agradeço, também, as amigas que fiz dentro da UFRGS: Ariane, Danieli e Francine, vocês tornaram a faculdade muito mais leve e com certeza quero levar vocês para a vida.

Gostaria de agradecer a equipe do Laboratório de Ensino Zootécnico (LEZO), em especial a minha orientadora, Ines Andretta, por todas as oportunidades e ensinamentos passados, e a minha coorientadora Nathalia Camargo, que se tornou não apenas uma colega de pesquisa, mas também uma grande amiga e agora também coorienta a minha vida.

Meus dois últimos agradecimentos são para pessoas muito especiais em minha vida. Meu namorado, Mateus Goulart, que apesar de termos nos conhecido no final desse ciclo, sempre esteve do meu lado nos momentos de acertos e conquistas, mas também, e principalmente, nos momentos de dúvidas e frustrações. E por fim, gostaria de agradecer a meu avô, Mauro Möller, que infelizmente não pode ver essa conquista, mas que com certeza está vibrando por mim onde quer que esteja, muito obrigada por ser minha base para tudo.

RESUMO

No cenário atual do Brasil, a alimentação é responsável por mais de 70% dos custos da produção de suínos, sendo que o milho e o farelo de soja compõem a base das dietas de animais monogástricos. Devido a oscilação dos preços de mercado, é essencial buscar alimentos alternativos com um menor valor e que não diminua o desempenho e a qualidade do produto final. Dentre estes ingredientes, as farinhas de insetos são provavelmente as mais promissoras. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar, através de uma revisão sistemática, o efeito da utilização de insetos em dietas para suínos em diferentes fases de produção, a fim de observar seus índices de desempenho zootécnico. A pesquisa dos estudos foi realizada em bases indexadoras (PubMed, Scopus e Web of Science) seguindo o método PICO. Os estudos selecionados apresentavam comparações entre variáveis de desempenho de suínos alimentados com dietas controle e dietas contendo inseto em sua composição. Ao total, foram incluídos na base de dados 13 artigos, totalizando 1.388 suínos analisados. Após, as variáveis de desempenho como ganho de peso médio diário, consumo médio diário e conversão alimentar foram analisadas. A maior parte dos estudos, 12 deles, incluíram os insetos em fase de larva nas dietas avaliadas. Entre os artigos selecionados foram utilizadas 5 variedades de insetos, sendo o principal a mosca soldado negro. A utilização deste inseto promoveu uma crescente linear quanto ao CMD, GMD e na relação de ganho de peso/consumo quando comparados ao tratamento controle. Em síntese, a utilização de insetos na composição das dietas de suínos é uma boa alternativa para ser incorporada neste setor produtivo, porém é indispensável a realização de mais estudos nesta área.

Palavras-chave: Alimentos alternativos. Insetos comestíveis. Suinocultura.

ABSTRACT

In the current scenario in Brazil, feed is responsible for more than 70% of the costs of swine production, with corn and soybean meal being the basis of diets for monogastric animals. Due to fluctuating market prices, it is essential to seek alternative foods with a lower value and that do not reduce the performance and quality of the final product. Among these ingredients, insect meal are probably the most promising. Thus, the objective of this study was to evaluate, through a systematic review, the effect of using insects in diets for swine at different stages of production, in order to observe their performance indices. The research of studies was carried out in indexing databases (PubMed, Scopus and Web of Science) following the PICO method. The selected studies presented comparisons between performance variables of pigs fed on control diets and diets containing insects in their composition. In total, 13 articles were included in the database, totalizing 1,388 pigs analyzed. Afterwards, performance variables such as average daily gain, average daily feed intake and feed conversion were analyzed. Most of the studies, 12 of them, included insects in the larval stage in the evaluated diets. Among the selected articles, 5 varieties of insects were used, the main one being the black soldier fly. The use of this exemption promoted a linear increase in ADFI, ADG and in the feed efficiency when compared to the control treatment. In summary, the use of insects in the composition of swine diets is a good alternative to be incorporated in this productive sector, but further studies in this area are essential

.Keywords: Alternative foods. Edible insects. Pig production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pré-pupa mosca soldado negro (<i>Hermetia illucens</i>)	14
Figura 2. Larva tenébrio comum (<i>Tenebrio molitor</i>)	15
Figura 3. Larva tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>)	16
Figura 4. Larva mosca doméstica (<i>Musca doméstica</i>)	17
Figura 5. Diagrama de fluxo PRISMA descrevendo o processo de identificação dos estudos sobre a utilização de insetos nas dietas para suínos.....	19
Figura 6. Peso médio final dos animais em cada experimento.....	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização dos estudos sobre a utilização de insetos na alimentação de suínos em termos de país e ano de publicação, periódico, código utilizado na base, insetos e doses utilizadas.	20
Tabela 2. Média dos resultados referentes ao ganho de peso médio diário, consumo médio diário e conversão alimentar.	22
Tabela 3. Resumo dos resultados apresentados em cada artigo	23
Tabela 4. Média dos resultados referentes ao ganho de peso médio diário, consumo médio diário e conversão alimentar.	25
Tabela 5. Resumo dos resultados apresentados no artigo 3.....	26
Tabela 6. Processos realizados para a fabricação das farinhas de inseto.	26
Tabela 7. Outras avaliações realizadas nos artigos selecionados	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GMD	Ganho de peso médio diário
CMD	Consumo médio diário
CA	Conversão alimentar
Cu	Cobre
Fe	Ferro
Mg	Magnésio
P	Fósforo
Se	Selênio
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 Produção de insetos	12
2.2 Tipos de insetos utilizados na produção animal	13
2.2.1. Mosca soldado negro (<i>Hermetia illucens</i>)	14
2.2.2. Tenébrio comum (<i>Tenebrio molitor</i>).....	15
2.2.3. Tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>).....	15
2.2.4. Mosca doméstica (<i>Musca doméstica</i>)	16
3. METODOLOGIA	17
3.1 Construção do banco de dados.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30

INTRODUÇÃO

O crescente aumento populacional impacta a demanda mundial por proteína. Assim, a possibilidade de escassez de recursos proteicos, tanto para a alimentação humana quanto para a animal, se torna cada vez mais real. Nos últimos anos, o acréscimo na renda dos países em desenvolvimento introduziu, no cenário mundial, um grupo de consumidores dispostos a investir parte de sua renda no consumo diário de proteínas de origem animal (GANDHI & ZHOU, 2014; MOTTET et al., 2017). Para garantir o crescimento sustentável da proteína animal, assim como a rentabilidade deste setor, é preciso suprir as necessidades de alimento para a produção de rações, o que dá margem para que os insetos possam abastecer essa crescente demanda em substituição a fontes comuns de alimentação.

Na nutrição de suínos, a principal fonte proteica é o farelo de soja, ingrediente que possui alta digestibilidade e um ótimo perfil de aminoácidos. Porém, este é um produto que está em constante elevação de preço de mercado, impactando nos custos de produção (CONAB, 2021). Considerando que mais de 70% dos custos totais da produção animal são oriundos diretamente da alimentação, somado ao fator de escassez de recursos proteicos, pode-se entender a importância da busca por alimentos alternativos a essas cadeias de produção. Neste contexto, o uso de subprodutos de insetos tem se tornado uma possibilidade cada vez mais promissora.

Atualmente, há cerca de um milhão de espécies de insetos conhecidas, tendo uma diversidade global aproximada em 80 milhões, com diferentes estágios de desenvolvimento e perfis de aminoácidos (REIS & DIAS, 2020). Desta grande variedade de espécies, cerca de 1.900 são utilizadas como fonte de alimento para humanos e animais (VAN HUIS et al., 2013), sendo mais comumente consumidos os besouros (Coleoptera - 31%), lagartas (Lepidoptera - 18%), abelhas, vespas e formigas (Hymenoptera - 14%) (VILELLA, 2018).

De modo geral, os animais invertebrados possuem grande potencial para conversão de biomassa vegetal em biomassa animal, pois não utilizam muita energia para se manter aquecidos. Assim, e estima-se que 1 kg de biomassa de insetos possa ser produzido a partir de 2 kg de alimento (COLLAVO et al., 2005). A criação de insetos não requer grandes áreas e altos investimentos tecnológicos (ALLEGRETTI, 2017) quando comparados a outros sistemas de produção animal, além disso, podem consumir

subprodutos do campo ou da indústria (REIS & DIAS, 2020), se tornando uma boa alternativa por apresentarem efeitos positivos na área econômica e ambiental.

Em sua composição corpórea os insetos são ricos em macro e micronutrientes, além de conterem entre 30 e 70% de proteína (VELDKAMP et al., 2012), podendo assim ser considerada uma fonte alimentar de qualidade quando incluídos em dietas para a produção animal. No que se refere à composição de aminoácidos essenciais, as farinhas de insetos possuem composição proteica semelhante à soja, porém apresentam baixos níveis de histidina, lisina e triptofano quando comparadas a farinha de peixe e ao farelo de soja (SÁNCHEZ-MUROS, 2014). Segundo Oliveira (2018), níveis mais altos de aminoácidos essenciais foram encontrados na farinha composta por tenébrio gigante (*Zophobas morio*).

Porém, por se tratar de um assunto novo, esse tipo de estudo ainda é muito recente na suinocultura, o que resulta em limitações para a utilização de insetos nas dietas de suínos. Desta forma, este trabalho foi desenvolvido com o propósito de estudar sistematicamente os resultados e informações disponíveis na literatura científica sobre diferentes farinhas de inseto, a fim de analisar a utilização desta fonte proteica na alimentação de suínos e sua influência nas variáveis de desempenho zootécnico.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produção de insetos

A produção de insetos pode ser realizada em pequenos espaços e com a utilização de resíduos orgânicos (VELDKAMP et al., 2012), sendo uma boa forma de reduzir a contaminação ambiental, através da conversão de alimentos potencialmente poluentes em um recurso alimentar de boa qualidade. Entre as espécies de insetos com uma melhor conversão alimentar, encontramos a mosca soldado negro (*Hermetia illucens*), a mosca doméstica (*Musca doméstica*) e o tenébrio comum (*Tenebrio Molitor*).

A criação de insetos, de forma geral, requer menos água quando comparada a outros sistemas de produção animal (referencia). Outra vantagem da produção de insetos é a baixa emissão de gases de efeito estufa (GEEs) e de amônia (VILELLA, 2018).

A produção é finalizada na “colheita” dos insetos, e após, se inicia a etapa de processamento para posterior consumo. Para a fabricação de farinhas e/ou farelos, o processamento se inicia com a moagem ou trituração dos insetos mortos e secos, etapa

esta que facilita a mistura na produção das dietas, tornando este ingrediente mais palatável, pois assim se tem a exclusão de partes mais rígidas do corpo do inseto como pernas e exoesqueleto.

2.2 Tipos de insetos utilizados na produção animal

Quando falamos em produção em massa, as espécies de insetos devem possuir determinadas características, sendo elas: um curto ciclo de desenvolvimento; alta sobrevivência de imaturos e alta taxa de oviposição; um elevado potencial de aumento de massa (ganho de peso por dia); uma alta taxa de conversão (kg de biomassa ganho por kg de matéria-prima); a capacidade de viver em altas densidades (kg de biomassa por m²) e baixa vulnerabilidade a doenças (VILELLA, 2018).

Para escolher a espécie a ser utilizada para dietas de animais de produção, deve-se observar a fase de fisiológica do animal em questão, principalmente por conta da capacidade de digestibilidade da proteína. Além do estágio fisiológico, há também fatores antinutricionais que interferem na digestibilidade do ingrediente, sendo a quitina o mais influente deles. A quitina está presente no exoesqueleto dos insetos artrópodes e, conseqüentemente, nas dietas compostas por esse ingrediente, prejudicando a absorção e digestão de proteínas. A presença da quitina no trato gastrointestinal de frangos ocasionou aumento da atividade do sistema imunológico (AL-QUAZZ, 2016).

Além de uma ótima fonte de proteína, as farinhas de insetos também são fontes de lipídios. Os grilos, por exemplo, apresentam cerca de 13% de lipídios, enquanto larvas de besouros possuem cerca de 40%. As fibras e os minerais (Cu, Fe, Mg, P, Se e Zn) se apresentam em grandes concentrações nas farinhas de insetos (RUMPOLD & SCHLÜTER, 2020), porém, são observadas baixas quantidades de cálcio (Ca) em sua composição (MAKKAR et al., 2014).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) juntamente com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) não normatizam, a partir do Codex Alimentarius, as especificações para a utilização de insetos na produção de alimentos para dietas humanas ou animais. Assim, ainda há a necessidade da definição de especificações para a criação, alimentação e padrões nutricionais dos insetos.

2.2.1. Mosca soldado negro (*Hermetia illucens*)

A mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) pertence à família *Stratiomyidae*, sendo nativa de zonas tropicais, subtropicais e temperadas quentes da América. Quando em fase de larva, esta mosca possui uma cor esbranquiçada e opaca (DICLARO & KAUFMAN, 2009), ficando mais escura durante seu desenvolvimento (Figura 1), e pode atingir até 27 mm de comprimento e pesar cerca de 220 mg. Já em sua fase adulta, a mosca soldado negro adquire uma coloração preta e seu tamanho varia entre 15 e 20 mm de comprimento.



Figura 1. Pré-pupa mosca soldado negro (*Hermetia illucens*)

Fonte: Whitney Cranshaw, Colorado State University, Bugwood.org

A alimentação das larvas contempla um amplo conjunto de materiais orgânicos em decomposição, sendo necessário o fornecimento de 25 a 500 mg de matéria seca/larva/dia para suprir suas exigências nutricionais (VILELLA, 2018). A alimentação adequada nesta fase de produção é de suma importância, pois durante a fase adulta a mosca soldado negro depende apenas da gordura armazenada no decorrer da fase larval (DICLARO & KAUFMAN, 2009). A falta da necessidade por cuidados nutricionais durante a fase adulta é a principal vantagem da utilização da mosca soldado negro, além do fato da espécie não ser um vetor de doenças conhecidas.

As larvas da mosca soldado negro podem ser facilmente secas para um armazenamento mais longo (VELDKAMP et al., 2012), facilitando os processos necessários para a fabricação de sua farinha. Esta farinha pode ser feita a partir das larvas, pré-pupas e moscas adultas, sendo mais comum a fase pré-pupa (VILELLA, 2018).

Em termos nutricionais, as larvas se apresentam como uma ótima fonte de proteínas (40 a 44%), gordura (15 a 35%), cálcio (5 a 8%) e fósforo (0,6 a 1,5% na matéria

seca (MS)). Os teores de lisina também são elevados (6 a 8% da proteína bruta), assim como o teor de MS em larvas frescas (35 a 45%) (VILELLA, 2018).

2.2.2. Tenébrio comum (*Tenebrio molitor*)

O tenébrio comum (*Tenebrio molitor*) é um besouro pertencente à família *Tenebrionidae* e tem sua origem na Europa. Por conta da sua facilidade de reprodução e alimentação, o tenébrio comum ganhou espaço na alimentação do mercado pet, assim como na alimentação de animais de zoológicos. Sua larva (Figura 2) possui cor amarelo-castanho claro e seu comprimento varia entre 20 e 32 mm, podendo chegar a 160 mg. As larvas do tenébrio comum são onívoras e sua dieta exige cerca de 20% de proteína na MS (RAMOS-ELORDUY et al., 2002) e oferecimento de uma fonte de água.



Figura 2. Larva tenébrio comum (*Tenebrio molitor*)

Fonte: Clemson University - USDA Cooperative Extension Slide Series, Bugwood.org

A composição das larvas é de entre 47 e 60% de proteína bruta (PB), 31 e 43% de gordura. As larvas quando frescas possuem cerca de 60% de água. As larvas do tenébrio comum possuem um baixo teor de Ca, ocasionando uma relação muito baixa de cálcio e fósforo (VILELLA, 2018).

2.2.3. Tenébrio gigante (*Zophobas morio*)

O tenébrio gigante (*Zophobas morio*) pertence à família *Tenebrionidae*, assim como o tenébrio comum (*Tenebrio molitor*), sendo nativo de locais com clima tropicais.

Suas larvas possuem coloração marrom claro com anéis mais escuros ao longo do corpo (Figura 3), e podem atingir até 6 cm.



Figura 3. Larva tenébrio gigante (*Zophobas morio*)

Fonte: Wageningen Academic Publisher

O tenébrio gigante possui em sua composição cerca de 49% de proteína e entre 14 e 43% de gordura. Assim como o tenébrio comum, o tenébrio gigante também apresenta baixos níveis de Ca, mas apresenta um teor de ferro (Fe) relativamente alto (ANDRADE et al., 2021).

2.2.4. Mosca doméstica (*Musca doméstica*)

A mosca doméstica (*Musca doméstica*), pertencente à família *Muscidae*, é um dos insetos mais comuns e está associado como um vetor de diversas doenças. Esta mosca se reproduz em matéria vegetal podre ou em fezes de animais, adquirindo e transmitindo patógenos aos alimentos (VILLEGAS, 2017).

As larvas da mosca doméstica possuem coloração branca e cerca de 9 mm de tamanho (Figura 4), sua maturação durante estações quentes se dá entre três e sete dias, enquanto que em estações frias este período pode se estender em até 8 semanas. Quando em fase adulta, a mosca doméstica pode atingir cerca de 7,5 mm.



Figura 4. Larva mosca doméstica (*Musca doméstica*)

Fonte: *Jim Baker, North Carolina State University, Bugwood.org*

METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido utilizando uma revisão sistemática e a busca de publicações, determinadas pelo método “PICo”, abreviatura para população – interesse – contexto. Esta busca foi realizada em diferentes bancos de dados digitais (PubMed, Scopus e Web of Science) utilizando uma chave de busca com a combinação e variação de palavras em inglês para definir população (‘pig’, ‘piglets’, ‘swine’, ‘sows’), interesse (‘insect’, ‘insect powder’, ‘mealworm’, ‘insect meal’) e contexto (‘performance’, ‘body weight’, ‘average daily gain’, ‘weight gain’, ‘average daily feed intake’, ‘feed intake’, ‘feed consumption’, ‘feed conversion’, ‘feed to gain’, ‘feed : gain’, ‘feed efficiency’, ‘gain to feed’, ‘gain : feed’).

Todas as referências obtidas foram exportadas para o software EndNote X9, onde o título e o resumo de cada referência foram revisados e avaliados a partir dos critérios de seleção. Para serem selecionados, os artigos deveriam, obrigatoriamente: (1) avaliar suínos domésticos; (2) ser publicado em revistas científicas; (3) utilizar alguma espécie de inseto na alimentação animal; (4) apresentar um tratamento controle (dieta basal sem inseto) e um tratamento com adição de insetos; (5) e apresentar os resultados de desempenho zootécnico (ganho de peso, consumo médio diário, conversão alimentar).

Todos os artigos selecionados foram avaliados quanto à sua qualidade e significância, considerando os objetivos do trabalho. As referências bibliográficas listadas nas publicações selecionadas foram também revisadas, a fim de buscar estudos que não estavam presentes nas pesquisas nas bases indexadoras.

3.1 Construção e análise do banco de dados

Após a seleção final, os estudos adequados aos critérios de seleção foram incluídos em planilha do Microsoft Excel. As informações relacionadas ao objetivo do estudo (desempenho zootécnico) e outras variáveis adicionais (tipo de inseto utilizado, informações bibliográficas, genética, sexo, composição nutricional e outras características relevantes do experimento) foram incluídas no banco de dados, onde cada linha representou um tratamento e cada coluna representou uma variável. Os resultados encontrados nos artigos selecionados foram considerados para posterior análise gráfica e descrição crítica completa dos estudos disponíveis na área de pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a busca nas bases indexadoras, 221 referências foram encontradas e exportadas para o endnoteX9. Seguindo o diagrama de fluxo prisma, foram excluídos 23 artigos duplicados. Na etapa de exclusão pelo título e resumo, outros 181 trabalhos foram retirados, por não apresentarem utilização de insetos em sua metodologia. Por último, mais 4 artigos foram desqualificados por não possuírem dados de desempenho em seus resultados. Ao final, 13 estudos foram incluídos na base de dados (Figura 5).

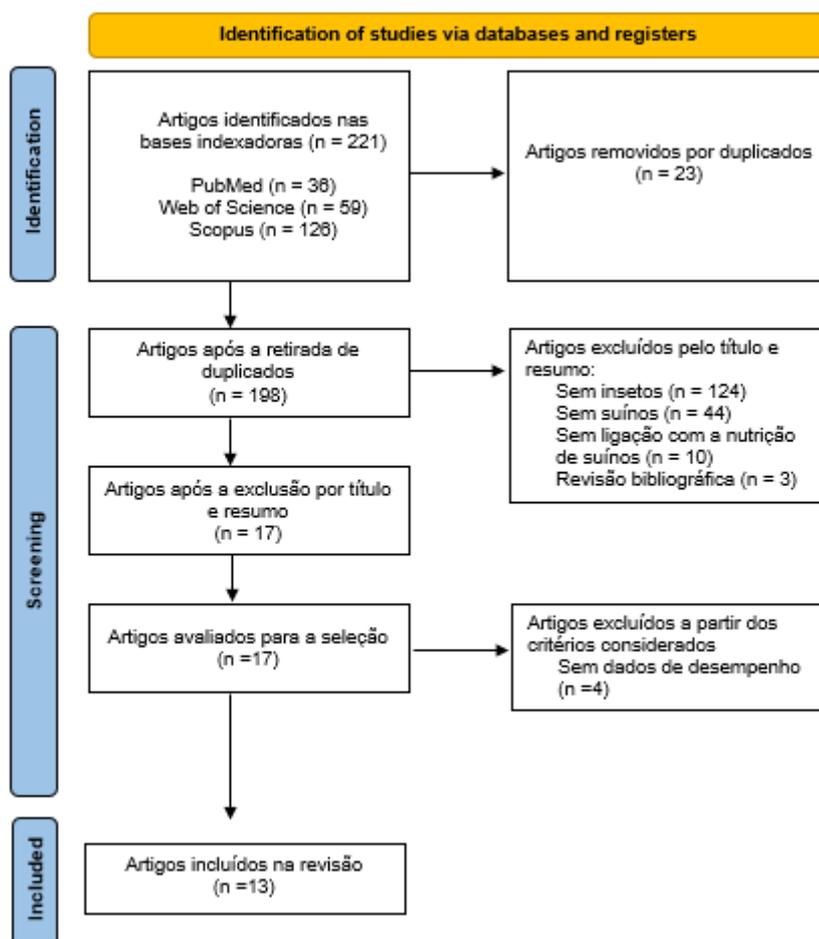


Figura 5. Diagrama de fluxo PRISMA descrevendo o processo de identificação dos estudos sobre a utilização de insetos nas dietas para suínos.

Fonte: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372: n71. doi: 10.1136/bmj.n71

Os estudos encontrados foram identificados com códigos de acordo com o ano de publicação. Conforme a Tabela 1, o primeiro estudo identificado na base de dados foi no ano de 2016, confirmando que ainda são poucos e recentes os estudos com o uso de farinha de insetos na alimentação de suínos (DI GIACOMO & LEURY, 2019).

Da mesma maneira, foi possível observar os países de origem destes estudos, sendo predominante na China e Coreia do Sul, com 5 e 4 artigos respectivamente, onde a utilização de insetos para consumo humano e animal já é mais consolidada.

Tabela 1. Caracterização dos estudos sobre a utilização de insetos na alimentação de suínos, quanto a sua autoria, ano e periódico de publicação, código utilizado na base de dados e inseto e dosagem utilizada pelo o estudo.

Autor principal	Ano	Periódico	Código Utilizado	Inseto	Dose
-----------------	-----	-----------	------------------	--------	------

Y. J. Ji	2016	Animal Science	1	<i>Tenebrio molitor/ Musca domestica/ Zophobas morio</i>	5%
X. H. Jin	2016	Asian Australas. J. Anim. Sci.	2	<i>Tenebrio molitor</i>	1,5 / 3 / 4,5 / 6%
T. Spranghers	2017	Animal Feed Science and Technology	3	<i>Hermetia illucens</i>	4 / 8 / 5,4%
X. Ao	2019	Livestock Science	4	<i>Ptecticus tenebrifer</i>	1 / 2%
I. Biasato	2019	Journal of Animal Science and Biotechnology	5	<i>Hermetia illucens</i>	5 / 10%
S. Y. Chia	2019	Animals	6	<i>Hermetia illucens</i>	9 / 12%/ 14,5 / 18,5%
Biao L.	2019	Wiley	7	<i>Musca domestica</i>	8%
M. Yu (2)	2019	Animal Science and Biotechnology / Meat Science	8 e 9	<i>Hermetia illucens</i>	4 / 8%
X. Ao	2020	Livestock Science	10	<i>Tenebrio molitor</i>	1 / 2%
H. Ko	2020	Journal of Animal Science and Technology	11	<i>Tenebrio molitor</i>	1,5 / 2,5 / 3 / 5%
M. Yu (2)	2020	Animal Feed Science and Technology / Animal of Science	12 e 13	<i>Hermetia illucens</i>	1 / 2 / 4%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os 13 trabalhos selecionados para compor a base de dados foram avaliados quanto aos fatores que poderiam influenciar o desempenho zootécnico dos animais. Quando avaliada a espécie do inseto, foi observado que a mosca soldado negro (*Hermetia illucens*) e o tenébrio comum (*Tenebrio molitor*) foram os insetos mais utilizados pelos estudos, estando presente em sete e em quatro artigos, respectivamente, enquanto a mosca doméstica (*Musca doméstica*) foi encontrada em dois trabalhos e o tenébrio gigante (*Zophobas morio*) e a mosca soldado (*Ptecticus tenebrifer*) em apenas 1 artigo.

Um fator que interfere diretamente no desempenho zootécnico de suínos é a fase de produção do animal, pois a idade tem influência no desenvolvimento fisiológico do trato gastrointestinal e, por consequência, na sua capacidade de digerir nutrientes. A maior parte dos estudos incluídos na base foram realizados na fase de creche com 11 trabalhos, seguido pela fase de crescimento com 2 trabalhos e a fase de terminação com 1 artigo.

Segundo MORES (1993), durante a fase de aleitamento os problemas que ocasionam maiores perdas econômicas são a mortalidade de leitões por ocorrência de diarreias e o surgimento de leitões com pouco desenvolvimento (refugos). Entre os artigos que trabalharam com a fase de creche, dois deles apresentaram resultados referentes ao escore de diarreia dos leitões. Ji et al. (2016) concluíram que a utilização de farinha de inseto nas dietas causou a redução da taxa de diarreia em leitões desmamados precocemente, sem afetar o desempenho. Porém, Yu et al. (2020) não encontraram diferença significativa nesta mesma avaliação.

A partir dos dados apresentados pelos estudos selecionados, foi possível realizar a avaliação dos índices zootécnicos. Para isso, as espécies de insetos foram separadas de acordo com seu estado fisiológico (larva, pré-pupa, pupa e adulto), não sendo separado quanto a fase de produção dos suínos. Apenas o trabalho realizado com a mosca doméstica foi realizado em fase de terminação e um trabalho com a mosca soldado negro foi realizado em fase de crescimento, por esse motivo apresentam valores mais distintos dos demais nas avaliações realizadas.

Quando observadas as médias dos dados de peso médio final dos animais, pode-se aferir que os trabalhos apresentaram resultados semelhantes (Figura 6), ou seja, o oferecimento de dietas com insetos causa o mesmo efeito no peso final dos animais quando comparado com dietas comerciais, não afetando seu desempenho de crescimento e sua digestibilidade de nutrientes (BIASATO, 2019). Dos 13 artigos selecionados, dois não apresentaram dados de peso inicial ou final e 1 trabalho não apresentou nenhum dado sobre essa variável.

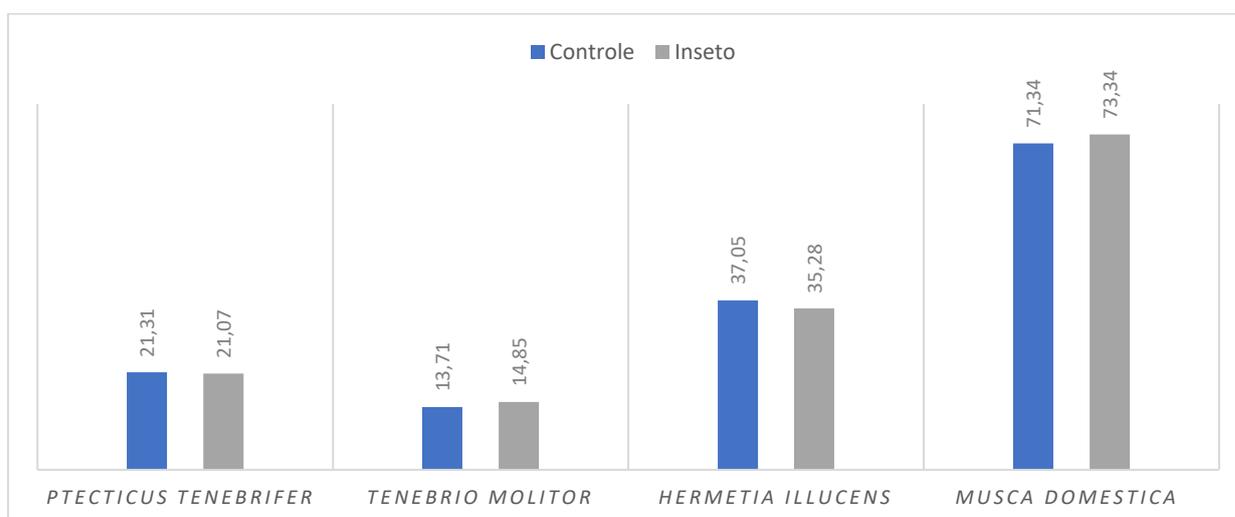


Figura 6. Peso médio final dos animais (kg) em cada dieta.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Da mesma forma, foram observados os dados de ganho de peso médio diário (GMD), consumo médio diário (CMD) e a conversão alimentar (CA) dos animais (Tabela 2), que não apresentaram diferenças estatísticas. Os resultados expostos sobre essas variáveis estão apresentados na Tabela 3. Os trabalhos referentes a utilização de tenébrio comum demonstraram um aumento no peso médio diário e uma melhoria numérica no ganho de peso/consumo quando houve uma substituição de 50% de farinha de peixe por farinha de inseto (KO et al., 2020). No trabalho de Ao et al. (2020) os autores identificaram a diminuição do GMD quando incluído 1% de farinha de inseto na dieta.

Nos artigos relacionados a inclusão de mosca soldado negro, Biasato et al. (2019) não identificaram diferenças estatísticas entre os tratamentos, porém foi observado uma crescente linear quanto ao CMD na segunda fase do experimento, quando houve maiores índices de inclusão da farinha de inseto. Esse resultado foi semelhante ao descrito por Jin et al. (2016), que encontraram uma crescente nas avaliações de GMD e na relação de ganho de peso/consumo quando houve o aumento da inclusão de farinha de inseto. Ambos os artigos concluíram que esse resultado se deve ao aumento da palatabilidade da ração.

Os trabalhos que avaliaram a utilização de mosca doméstica obtiveram diferentes resultados. Enquanto Ji et al. (2016) identificaram uma redução no CMD, Baiao et al. (2016) não encontraram diferença estatística nessa avaliação e ainda observaram um aumento do GMD durante todo o experimento. Essas diferenças provavelmente se devem pelas doses distintas de inclusão da mosca doméstica nos trabalhos, 5 e 8% respectivamente.

Quando avaliada a inclusão de 1% da mosca soldado (*Ptecticus tenebrifer*), foi observada a diminuição do GMD, porém sua utilização em 2% não apresentou diferença estatística quando comparada ao tratamento controle, podendo ser utilizada sem prejuízos nutricionais (AO et al., 2019).

Tabela 2. Média e número de observações (entre parênteses) referentes ao ganho de peso médio diário, consumo médio diário e conversão alimentar.

Espécie	GMD (g/d)		CMD (g/d)		CA (g : g)	
	Controle	Inseto	Controle	Inseto	Controle	Inseto
<i>Ptecticus tenebrifer</i> (1)	425	410	575	570	1,37	1,39
<i>Tenebrio molitor</i> (4)	426	425	715	723,5	1,35	1,38
<i>Hermetia illucens</i> (5)	600	570	940	790	2,51	1,66

<i>Musca domestica</i> <i>Larva (2)</i>	460	565	1942,9	2106,4	4,2	3,7
--	-----	-----	--------	--------	-----	-----

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 3. Resumo dos resultados apresentados em cada artigo

Estudo	Inseto	Dose	Resultado
1	<i>Tenebrio molitor</i>	5%	Inclusão de 5% de farinha reduziu o CMD
	<i>Musca domestica</i>	5%	Inclusão de 5% de farinha reduziu o CMD
	<i>Zophobas morio</i>	5%	Inclusão de 5% de farinha aumentou o CMD no período de 15 a 56 dias
2	<i>Tenebrio molitor</i>	1,5%	
	<i>Tenebrio molitor</i>	3%	
	<i>Tenebrio molitor</i>	4,5%	
	<i>Tenebrio molitor</i>	6%	O aumento da inclusão de insetos aumentou de forma linear o GMD e tende a melhorar a relação ganho/consumo
4	<i>Ptecticus tenebrifer</i>	1%	Inclusão de 1% de farinha reduziu o GMD
	<i>Ptecticus tenebrifer</i>	2%	Inclusão de 2% de farinha de não teve diferença estatística
5	<i>Hermetia illucens</i>	5%	Inclusão de 5% de farinha não teve diferença estatística

	<i>Hermetia illucens</i>	10%	Inclusão de 10% de farinha não teve diferença estatística
6	<i>Hermetia illucens</i>	9%	Substituição de 25% de farinha de peixe por farinha de inseto melhorou a CA
	<i>Hermetia illucens</i>	12%	Substituição de 50% de farinha de peixe por farinha de não teve diferença estatística
	<i>Hermetia illucens</i>	14,5%	Substituição de 75% de farinha de peixe por farinha de não teve diferença estatística
	<i>Hermetia illucens</i>	18,5%	Substituição de 100% de farinha de peixe por farinha de não teve diferença estatística
7	<i>Musca domestica</i>	8%	Inclusão de 8% de farinha aumentou o GMD
8	<i>Hermetia illucens</i>	4%	Inclusão de 4% de farinha de <i>Hermetia illucens</i> aumentou o GMD e melhorou CA
	<i>Hermetia illucens</i>	8%	Inclusão de 8% de farinha de <i>Hermetia illucens</i> foi inferior a inclusão de 4%
9	<i>Hermetia illucens</i>	4%	Inclusão de 4% de farinha de <i>Hermetia illucens</i> aumentou o GMD e melhorou CA
	<i>Hermetia illucens</i>	8%	Inclusão de 8% de farinha de <i>Hermetia illucens</i> foi inferior a inclusão de 4%
10	<i>Hermetia illucens</i>	1%	Inclusão de 1% de farinha não teve diferença estatística
	<i>Hermetia illucens</i>	2%	Inclusão de 2% de farinha melhorou a CA e aumentou o GMD
	<i>Hermetia illucens</i>	4%	Inclusão de 4% de farinha aumentou o GMD
11	<i>Tenebrio molitor</i>	1,50%	Substituição de 50% de farinha de peixe por farinha aumentou o GMD e melhorou a relação ganho/consumo

	<i>Tenebrio molitor</i>	2,50%	Substituição de 50% de farinha de peixe por farinha aumentou o GMD e melhorou a relação ganho/consumo
	<i>Tenebrio molitor</i>	3%	Substituição de 100% de farinha de peixe por farinha não teve diferença estatística
	<i>Tenebrio molitor</i>	5%	Substituição de 100% de farinha de peixe por farinha não teve diferença estatística
12	<i>Hermetia illucens</i>	1%	Inclusão de 1% de farinha não teve diferença estatística
	<i>Hermetia illucens</i>	2%	Inclusão de 2% de farinha aumentou o GMD e melhorou a relação ganho/consumo
	<i>Hermetia illucens</i>	4%	Inclusão de 4% de farinha diminuiu a relação ganho/consumo

Fonte: Elaborado pelo autor.

Diferentemente dos artigos apresentados anteriormente que trabalharam com as larvas dos insetos, há um estudo (código 3) que foi realizado com a pré-pupa de mosca soldado negro (*Hermetia illucens*), assim, seus resultados de GMD, CMD e CA foram analisados separadamente (Tabela 4). O estudo apontou que a alimentação de leitões pode conter quantidades consideráveis de farinha de mosca soldado negro, com ou sem gordura, sem causar efeitos adversos no seu desempenho (SPRANGHERS et al., 2017) (Tabela 5).

Tabela 4. Média dos resultados e número de observações (entre parênteses) referentes ao ganho de peso médio diário, consumo médio diário e conversão alimentar.

Tratamento	GMD (g/d)	CMD (g/d)	CA (g:g)
Controle	221	299	1,36
<i>Hermetia illucens</i> (1)	202	262	1,24

Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 5. Resumo dos resultados apresentados no artigo 3.

Código	Inseto	Dose	Resultados
3	<i>Hermetia illucens</i>	4%	Inclusão de 4% de farinha não teve diferença estatística
	<i>Hermetia illucens</i>	5%	Inclusão de 5% de farinha não teve diferença estatística
	<i>Hermetia illucens</i>	8%	Inclusão de 8% de farinha não teve diferença estatística

Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro dado observado foi o processamento realizado para a fabricação das farinhas (Tabela 6) para sua posterior incorporação nas dietas. Informações como substrato utilizado para a alimentação dos insetos, período da “colheita” e tipo de fornecimento da ração não estavam presentes na maioria dos estudos. A temperatura utilizada para o processo de secagem e desidratação dos insetos foi fornecida por 8 estudos e o tamanho da peneira utilizada no processo foi informada por 6 trabalhos. Os processos informados se apresentaram muito semelhantes e não alteram a composição nutricional dos insetos nas dietas.

Tabela 6. Processos realizados para a fabricação das farinhas de inseto em cada estudo.

Código	Inseto	Fase	Processamento
1	<i>Tenebrio molitor</i>	Larva	Para a destruição enzimática, as larvas maduras foram tratadas em estufa a 105 ° C por 15 min e depois a 65 ° C por 24 h. Após umedecimento ao ar por 24 horas, as larvas foram desintegradas por um triturador e trituradas com malha de 100 mm.
2	<i>Tenebrio molitor</i>	Larva	Larvas colhidas com 2 meses e 10 dias de idade. As larvas de <i>Tenebrio molitor</i> secas ao ar foram obtidas do Instituto Nacional de Ciências Agrárias (Wanju, Coréia). As larvas foram moídas totalmente por moedor para o tipo de pó de larva da farinha.
3	<i>Hermetia illucens</i>	Pré-pupa	Lotes de mosca soldado negro integral e desengordurado originários da mesma cultura de BSF foram obtidos de Hermetia Deutschland GmbH & Co KG (Baruth / Mark, Alemanha). As pré-pupas foram tratadas termicamente a 80 °C por 30 minutos e secas ao ar. A farinha de BSF desengordurada foi obtida após extração mecânica (nenhum solvente foi usado).

4	<i>Ptecticus tenebrifer</i>	Larva	Larvas foram colhidas com 3,5 meses de idade. Larvas foram secadas com secador de ar quente e moídas totalmente por moedor para o tipo de pó de larva da farinha. Dietas oferecidas em pellet.
5	<i>Hermetia illucens</i>	Larva	A farinha de larva foi parcialmente desengordurada por meio de um processo mecânico que foi realizado usando alta pressão e sem quaisquer solventes.
6	<i>Hermetia illucens</i>	Larva	As larvas foram criadas em substrato de resíduos de cervejaria. Após colhidas, as larvas passam por um banho esterilizante em água quente (84 °C) por 10 minutos e secas em forno usando um modelo comercial de máquina de secagem de aço inoxidável para secagem de frutas/vegetais/carne/peixe. As larvas secas foram moídas em farinha larval usando um moinho de martelo.
7	<i>Musca domestica</i>	Larva	Substrato de dejetos de gado
8	<i>Hermetia illucens</i>	Larva	Larvas de <i>H. illucens</i> foram adquiridas de Guangzhou AnRuiJie Tecnologia de Proteção Ambiental Co., Ltd. (Guangzhou, Guangdong, China). As larvas foram secas a 80 °C por 30 min e, em seguida, secas ao ar. Larvas secas foram trituradas até virar pó em um tubo de 1,0 mm e, a seguir, mantidas em local bem fechado e resistente à luz.
9	<i>Hermetia illucens</i>	Larva	Larvas de <i>H. illucens</i> foram adquiridas de Guangzhou AnRuiJie Tecnologia de Proteção Ambiental Co., Ltd. (Guangzhou, Guangdong, China). As larvas foram secas a 80 °C por 30 min e, em seguida, secas ao ar. Larvas secas foram trituradas até virar pó em um tubo de 1,0 mm e, a seguir, mantidas em local bem fechado e resistente à luz.
10	<i>Tenebrio molitor</i>	Larva	Larvas foram colhidas com 3,5 meses de idade. Larvas foram secadas com secador de ar quente e moídas totalmente por moedor (1,0 mm) para o tipo de pó de larva da farinha. Dietas oferecidas em pellet.
11	<i>Tenebrio molitor</i>	Larva	A farinha de <i>T. molitor</i> desengordurada com teor de gordura bruta de aproximadamente 6% (como alimento) foi adquirida de um fabricante comercial (recurso Se-in, Anseong, Coréia). O <i>T. molitor</i> foi alimentado com subprodutos de cereais. As larvas produzidas foram secas em um forno (20h à 60 °C) e moídas em seguida.

12	<i>Hermetia illucens</i>	Larva	Larvas de <i>H. illucens</i> foram adquiridas de Guangzhou AnRuiJie Tecnologia de Proteção Ambiental Co., Ltd. (Guangzhou, Guangdong, China). As larvas foram secas a 80 °C por 30 min e, em seguida, secas ao ar. Larvas secas foram trituradas até virar pó em um tubo de 1,0 mm e, a seguir, mantidas em local bem fechado e resistente à luz.
13	<i>Hermetia illucens</i>	Larva	Larvas de <i>H. illucens</i> foram adquiridas de Guangzhou AnRuiJie Tecnologia de Proteção Ambiental Co., Ltd. (Guangzhou, Guangdong, China). As larvas foram secas a 80 °C por 30 min e, em seguida, secas ao ar. Larvas secas foram trituradas até virar pó em um tubo de 1,0 mm e, a seguir, mantidas em local bem fechado e resistente à luz.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto a composição das dietas, 4 trabalhos tiveram a inclusão de farinha de peixe em sua dieta controle, enquanto os demais não apresentaram inclusões alternativas de fontes proteicas, utilizando apenas o farelo de soja. Os trabalhos selecionados também apresentaram outras avaliações além do desempenho zootécnico (Tabela 7), sendo consideradas avaliações importantes para o sistema produtivo.

Tabela 7. Outras avaliações realizadas nos artigos selecionados

Estudo	Outras Avaliações
1	Digestibilidade
2	Perfil sanguíneo, emissão de gases nocivos fecais e digestibilidade
3	Perfil sanguíneo e sorológicos e histologia intestinal.
4	Características sanguíneas, perfil sanguíneo e de lipídios séricos e análises econômicas.
5	Escore fecal, perfil sanguíneo e digestibilidade ileal.
6	Digestibilidade aparente e perfil sanguíneo.
7	Digestibilidade aparente do trato total, perfil sanguíneo e avaliação da integridade morfológica (intestino delgado).
8	Perfil sanguíneo (imunologia) e coleta de espécimes fecais para sequenciamento de múltiplas marcas do amplicon de DNA ribossômico 16S.
9	Parâmetros bioquímicos e imunológicos séricos, morfologia intestinal e escore fecal.
10	Digestibilidade ileal e cecal, Isolamento de DNA bacteriano e PCR quantitativo, análise de expressão gênica qPCR do epitélio ileal, análises de concentração de imunoglobulina e citocina na mucosa ileal.
11	Extração de DNA, PCR quantitativo, extração de RNA da mucosa do cólon.
12	Medição das características de carcaça e qualidade da carne, análises químicas da dieta e dos músculos, extração de RNA e PCR quantitativo.
13	Avaliação in vitro das propriedades antimicrobianas da gordura BSF

Fonte: Elaborado pelo autor.

A variedade de resultados apresentados pelos artigos selecionados impossibilita maiores comparações entre eles, visto que não há uma padronização nas quantidades de inclusão ou substituição nas dietas, além disso, pela pequena quantidade de artigos e a diversidade e de insetos utilizados, alterando a composição nutricional das dietas.

CONCLUSÃO

A utilização de insetos em dietas para suínos se mostra uma ótima alternativa de fonte proteica, sem efeitos antinutricionais quando em determinadas dosagens, além de ser uma alternativa promissora no atendimento da futura demanda mundial por alimentos. Porém, ainda são necessários mais estudos sobre a inclusão de insetos na alimentação animal, para padronizar a dose e a fase ideal de desenvolvimento de cada inseto nas dietas e, também, determinar normativas sobre sua utilização, principalmente nos quesitos de desenvolvimento técnico e de biossegurança. Com isso, será possível gerar informações acerca do uso de insetos como fonte alternativa de proteína e ampliar o conhecimento científico, que será útil para nutricionistas e outros profissionais da cadeia de produção, em relação à tomada de decisão da utilização desta fonte proteica em dietas de suínos, afim de suprir parcialmente esta demanda mundial.

REFERÊNCIAS

ALLEGRETTI, G. **Insect as feed: uma análise bioeconômica do uso de insetos como fonte proteica alternativa à avicultura de corte brasileira.** 2017.

AL-QUAZZAZ MF, ISMAIL DB. **Insect meal as a source of protein in animal diet.** *Anim Nutr Feed Technol.* 2016. 16(3). 527-47. doi: <https://doi.org/10.5958/0974-181X.2016.00038.X>

ANDRADE, R. C., de CARVALHO ALVES, J., & ROSELINO, M. N. **A review of Zophobas morio: chemical, nutritional and functional characteristics.** *Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos.* 2021. – v. 3, c. 39. doi: 10.37885/210203200

AO, X., & KIM, I. H. (2019). **Effects of dietary dried mealworm (*Ptecticus tenebrifer*) larvae on growth performance and nutrient digestibility in weaning pigs.** *Livestock Science*, 230. 2019. doi:10.1016/j.livsci.2019.09.031

AO, X., YOO, J. S., WU, Z. L., & KIM, I. H. **Can dried mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae replace fish meal in weaned pigs?** *Livestock Science*, 239. 2020 doi:10.1016/j.livsci.2020.104103

BENZERTIHA, A., KIERONCZYK, B., RAWSKI, M., MIKOLAJCZAK, Z., URBANSKI, A., NOGOWSKI, L., & JOZEFIAK, D. **Insect fat in animal nutrition - a review.** *Annals of Animal Science*, 20(4), p. 1217-1240. 2020. doi:10.2478/aoas-2020-0076

BIASATO, I., RENNA, M., GAI, F., DABBOU, S., MENEGUZ, M., PERONA, G., GASCO, L. **Partially defatted black soldier fly larva meal inclusion in piglet diets: effects on the growth performance, nutrient digestibility, blood profile, gut morphology and histological features.** *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 10. 2019 doi:10.1186/s40104-019-0325-x

CHIA, S. Y., TANGA, C. M., OSUGA, I. M., ALARU, A. O., MWANGI, D. M., GITHINJI, M., DICKE, M. **Effect of Dietary Replacement of Fishmeal by Insect Meal**

on Growth Performance, Blood Profiles and Economics of Growing Pigs in Kenya.

Animals, 9(10). 2019. doi:10.3390/ani91007057

COLLAVO A, GLEW RH, HUANG YS, CHUANG LT, BOSSE R, PAOLETTI MG.

House cricket smallscale farming. *Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails.* p. 519-44. 2005.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Preços agrícolas, da**

sociobio e da pesca. Disponível em: <<http://sisdep.conab.gov.br/precosiagroweb/>>
acesso em: outubro de 2021.

COSTA-NETO, E. M. **Insetos como fontes de alimentos para o homem: valoração de recursos considerados repugnantes.** *Interciência*, v 28. Cap. 3. p. 136-140. 2003.

DICLARO, J.; KAUFMAN, P. E. **Black soldier fly *Hermetia illucens* Linnaeus (Insecta: Diptera: Stratiomyidae).** *Uf University of Florida IFAS Extension*, p. 1- 4, 2009.

DI GIACOMO K., LEURY, B. J. **Insect meal: a future source of protein feed for pigs?**

Animal, 13(12). p- 3022-30. 2019. doi: <https://doi.org/10.3390/ani9050201>.

GANDHI, V.P.; ZHOU, Z. **Food demand and the food security challenge with rapid economic growth in the emerging economies of India and China.** *Food Research International*. v. 63, p. 108-124. 2014.

HARDOUIN, J.; MAHOUX, G. **Zootecnie d'insectes-Elevage et utilisation au bénéfice de l'homme et de certains animaux.** 2003.

HONG, J., HAN, T., & KIM, Y. Y. **Mealworm (*Tenebrio molitor* Larvae) as an Alternative Protein Source for Monogastric Animal: A Review.** *Animals (Basel)*, 10(11). 2020 doi:10.3390/ani10112068

Jl, Y. J., LIU, H. N., KONG, X. F., BLACHIER, F., GENG, M. M., LIU, Y. Y., & YIN, Y. L. **Use of insect powder as a source of dietary protein in early-weaned piglets.** *Journal of Animal Science*. v. 94, p - 111-116. 2016 doi:10.2527/jas.2015-9555

JIN, X. H., HEO, P. S., HONG, J. S., KIM, N. J., & KIM, Y. Y. **Supplementation of Dried Mealworm (*Tenebrio molitor* larva) on Growth Performance, Nutrient Digestibility and Blood Profiles in Weaning Pigs.** *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(7). p. 979-986. 2016 doi:10.5713/ajas.15.0535

KO, H., KIM, Y., & KIM, J. **The produced mealworm meal through organic wastes as a sustainable protein source for weanling pigs.** *Journal of Animal Science and Technology*, 62(3), p. 365-373. 2020. doi:10.5187/jast.2020.62.3.365

LI, B., ZENG, Q., SONG, Y., GAO, Z., JIANG, L., MA, H., & HE, J. **The effect of fly maggot in pig feeding diets on growth performance and gut microbial balance in Ningxiang pigs.** *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 104(6), p. 1867-1874. 2020. doi:10.1111/jpn.13248

MAKKAR HPS, TRAN G, HEUZÉ V, ANKERS P. **State-of-the-art on use of insects as animal feed.** *Anim Feed Sci Technol*; 197. p. 1-33. 2014. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>.

MORES, N. **Fatores que limitam a produção de leitões na maternidade.** Periódico Técnico – Informativo, n. 09, p. 6 Concórdia: Embrapa-CNPSA. 1993.

MOTTET, A. et al. **Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate.** *Global Food Security*. 2017.

NEUMANN, C., VELTEN, S., & LIEBERT, F. **N Balance Studies Emphasize the Superior Protein Quality of Pig Diets at High Inclusion Level of Algae Meal (*Spirulina platensis*) or Insect Meal (*Hermetia illucens*) when Adequate Amino Acid Supplementation Is Ensured.** *Animals*, 8(10). 2018. doi:10.3390/ani8100172

RAMOS-ELORDUY, J. et al. **Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens.** *Journal of Economic Entomology*, v. 95, n. 1, p. 214-220, 2002. ISSN 0022- 0493.

REIS, T.L., DIAS, A.C.C. **Farinha de insetos na alimentação de não ruminantes, uma alternativa alimentar.** *Veterinária e Zootecnia*. 2020.

RUMPOLD BA, SCHLÜTER OK. **Insect-based protein sources and their potential for human consumption: Nutritional composition and processing.** *Anim Front*, 5(2). p. 20-4. 2015.

SÁNCHEZ-MUROS MJ, BARROSO FG, MANZANO-AGUGLIARO F. **Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review.** *J Clean Prod.*, 65. p.16-27. 2014. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.068>.

SPRANGHERS, T., MICHIELS, J., VRANCX, J., OVYN, A., EECKHOUT, M., DE CLERCQ, P., & DE SMET, S. **Gut antimicrobial effects and nutritional value of black soldier fly (*Herrnetia illucens* L.) prepupae for weaned piglets.** *Animal Feed Science and Technology*, 235, p. 33-42. 2018. doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.08.012

VAN DER HEIDE, M. E., STODKILDE, L., NORGAARD, J. V., & STUDNITZ, M. **The Potential of Locally-Sourced European Protein Sources for Organic Monogastric Production: A Review of Forage Crop Extracts, Seaweed, Starfish, Mussel, and Insects.** *Sustainability*, 13(4). 2021. doi:10.3390/su13042303

VAN HUIS A, VAN ITTERBEECK J, KLUNDER H, MERTENS E, HALLORAN A, MUIR G, et al. **Edible insects: future prospects for food and feed security.** *Food and Agriculture Organization of the United Nations*; 2013.

VELDKAMP, T. et al. **Insects as a Sustainable Feed Ingredient in Pig and Poultry Diets: a Feasibility Study.** *Wageningen UR Livestock Research*. 2012.

VILLEGAS, H. **Mosca Domestica Biología y Control.** *Artrópodos y Salud*. v 8 n. 2. 2017.

VILELLA, L.D.M. **Produção de insetos para uso na alimentação animal.** 2018.

YU, M., LI, Z., CHEN, W., RONG, T., WANG, G., LI, J., & MA, X. **Use of *Hermetia illucens* larvae as a dietary protein source: Effects on growth performance, carcass traits, and meat quality in finishing pigs.** *Meat Science*, 158. 2019. doi:10.1016/j.meatsci.2019.05.008

YU, M., LI, Z., CHEN, W., RONG, T., WANG, G., & MA, X. ***Hermetia illucens* larvae as a potential dietary protein source altered the microbiota and modulated mucosal immune status in the colon of finishing pigs.** *J Anim Sci Biotechnol*, 10, 50. 2019. doi:10.1186/s40104-019-0358-1

YU, M., LI, Z., CHEN, W., RONG, T., WANG, G., WANG, F., & MA, X. **Evaluation of full-fat *Hermetia illucens* larvae meal as a fishmeal replacement for weanling piglets: Effects on the growth performance, apparent nutrient digestibility, blood parameters and gut morphology.** *Animal Feed Science and Technology*, 264. 2020. doi:10.1016/j.anifeedsci.2020.114431

YU, M., LI, Z. M., CHEN, W. D., RONG, T., WANG, G., & MA, X. Y. ***Hermetia illucens* larvae as a potential dietary protein source altered the microbiota and modulated mucosal immune status in the colon of finishing pigs.** *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 10. 2019. doi:10.1186/s40104-019-0358-1

YU, M., LI, Z. M., CHEN, W. D., WANG, G., RONG, T., LIU, Z. C., MA, X. Y. ***Hermetia illucens* larvae as a Fishmeal replacement alters intestinal specific bacterial populations and immune homeostasis in weanling piglets.** *Journal of Animal Science*, 98(3). 2020. doi:10.1093/jas/skz395