



REBRAM

REVISTA BRASILEIRA MULTIDISCIPLINAR

e-ISSN: 2527-2675

Avanços da utilização de *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae) na alimentação animal: Uma revisão

Daniela da Costa e Silva; Andreas Köhler; Diego Prado de Vargas

Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC)

e-mail do Autor(a) correspondente: daniela-costa@outlook.com

Palavras-chave

bioconversão;
black soldier fly;
BSFL;
resíduos,
proteína.

Keywords

bioconversion,
black soldier fly,
BSFL,
waste,
protein.

Resumo: Nos últimos anos, *Hermetia illucens* tem despertado um interesse crescente como uma solução sustentável para a conversão de resíduos orgânicos. Suas larvas alimentam-se eficientemente de uma ampla variedade de substratos, incluindo resíduos alimentares, subprodutos agroindustriais e resíduos agrícolas, processando-os em um período significativamente mais curto do que a compostagem convencional. A bioconversão mediada pelas larvas de *H. illucens* (BSFL) surge como uma alternativa promissora para enfrentar dois desafios globais: a gestão sustentável de resíduos orgânicos e a crescente demanda por fontes de alimento. O uso de BSFL na alimentação animal tem ganhado destaque devido aos seus benefícios nutricionais, sustentabilidade e eficiência na produção de ingredientes para rações. Essas larvas representam uma alternativa viável para diversificar as fontes de proteína, reduzir a dependência de insumos limitados, como soja e farinha de peixe, e minimizar os impactos ambientais da produção convencional de ração. Nesta revisão sistemática, analisamos os principais aspectos do uso da BSFL na nutrição animal, incluindo suas características nutricionais, desafios e perspectivas futuras. A pesquisa bibliográfica foi conduzida nas bases Science Direct, Scopus e Web of Science (2014-2024), utilizando termos específicos combinados com operadores booleanos para refinar os resultados. Os artigos selecionados foram avaliados com base em sua relevância e qualidade metodológica, permitindo uma síntese abrangente sobre o tema.

Abstract: In recent years, *Hermetia illucens* has gained increasing attention as a sustainable solution for organic waste conversion. Its larvae efficiently feed on a wide range of substrates, including food waste, agro-industrial by-products, and agricultural residues, processing them in a significantly shorter period than conventional composting. Bioconversion through *H. illucens* (BSFL) emerges as a promising alternative to address two global challenges: sustainable organic waste management and the growing demand for food sources. The use of BSFL in animal feed has gained prominence due to its nutritional benefits, sustainability, and efficiency in producing feed ingredients. These larvae represent a viable alternative to diversify protein sources, reduce dependence on limited resources such as soybean and fishmeal, and minimize the environmental impact of conventional feed production. In this systematic review, we analyze the key aspects of BSFL utilization in animal nutrition, including its nutritional composition, challenges, and future perspectives. The literature search was conducted using Science Direct, Scopus, and Web of Science (2014-2024), applying specific keywords combined with Boolean operators to refine the results. The selected articles were evaluated based on their relevance and methodological quality, providing a comprehensive synthesis of the topic.



 [10.25061/2527-2675/ReBraM/2026.v29i2.2483](https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2026.v29i2.2483)

Introdução

O uso de larvas de *Hermetia illucens* (BSFL) como fonte de proteína animal é uma prática cada vez mais difundida e promissora na indústria de alimentos para animais. A principal vantagem da BSFL como fonte de proteína animal reside na sua composição nutricional. Elas são naturalmente ricas em proteínas de alta qualidade, com teores que podem variar de 35% a 60% de proteína bruta em sua matéria seca (Henry et al., 2015). Além disso, são uma fonte significativa de gorduras saudáveis, fibras e minerais essenciais. Essa composição a torna uma excelente opção para a formulação de rações destinadas a animais de produção, como aves, suínos e peixes (Nyakeri et al., 2017).

Outra vantagem importante do uso de larvas da BSFL é sua capacidade de transformar resíduos orgânicos em proteína de alta qualidade. Essas larvas são extremamente eficientes na degradação de matéria orgânica, o que significa que podem ser alimentadas com subprodutos agrícolas, resíduos de alimentos e outros materiais orgânicos que, de outra forma, seriam descartados ou teriam um impacto negativo no meio ambiente (Surendra et al., 2020). Isso se alinha com a tendência crescente de economia circular e redução de desperdício.

Além disso, o cultivo de BSFL para a produção de proteína animal pode ser realizado em espaços relativamente pequenos e de forma vertical, reduzindo a pressão sobre a terra e os recursos hídricos (Van Huis; Dicke; Van Loon, 2015). Isso contribui para uma pegada ambiental mais favorável em comparação com a produção convencional de proteína animal, que frequentemente envolve o desmatamento e o uso intensivo de recursos naturais.

No entanto, é importante destacar que existem desafios a serem superados, como questões regulatórias, técnicas de criação em larga escala e a aceitação do consumidor. Sendo assim, a presente revisão teve como objetivo fornecer uma visão abrangente e informada sobre a viabilidade e o potencial dessa abordagem inovadora para a produção de proteína animal, destacando os desafios e obstáculos como questões regulatórias e técnicas de criação em larga escala.

Material e métodos

Este estudo foi conduzido por meio de uma revisão sistemática da literatura, seguindo um protocolo estruturado para a seleção e análise das publicações. A busca por artigos foi realizada em bases de dados científicas reconhecidas, incluindo Science Direct, Scopus e Web of Science, abrangendo publicações no período de 2014 a 2024. Foram utilizados termos específicos relacionados ao tema, como "Black Soldier Fly", "Animal Feed", "Fatty Acid Profile" e "Application" combinados por meio de operadores booleanos para refinar os resultados. Após a triagem inicial, os artigos foram avaliados quanto à sua relevância, considerando a aderência ao tema e a qualidade metodológica. As informações extraídas foram organizadas e analisadas de forma comparativa, permitindo a síntese dos principais aspectos relacionados a utilização da BSFL na nutrição animal e os avanços ocorridos nos últimos anos nesse campo de estudo.

Para análise bibliométrica foi aplicado o software VOSviewer versão 1.6.19 na base de dados Web of Science, seguindo metodologia adaptada de (de Souza et al., 2019).

Resultados e discussão

Legislação para o uso como alimentação animal

A regulamentação do uso de insetos na alimentação animal varia de país para país e está sujeita a mudanças ao longo do tempo à medida que mais pesquisas são realizadas e a aceitação desses ingredientes cresce. É importante observar que a regulamentação está em constante evolução à medida que mais pesquisas são realizadas sobre os insetos e à medida que a demanda por alternativas sustentáveis de proteína cresce. Portanto, é fundamental verificar as regulamentações locais e manter-se atualizado sobre as mudanças que podem ocorrer em relação ao uso de insetos na alimentação animal em diferentes partes do mundo.

A seguir, apresentamos (Tabela 1) o resumo de alguns países que já estabeleceram regulamentações para o uso de insetos na alimentação animal, destacando seus enfoques e considerações específicas. Também apresentamos outros países que estão considerando ou desenvolvendo regulamentações semelhantes à medida que a pesquisa e a conscientização sobre esse tópico continuam a evoluir.

Tabela 1. Resumo legislativo do uso de insetos em países com regulamentações definidas.

SUBSTRATO	ANIMAIS PERMITIDOS
União Europeia	
Substrato vegetal, resto de alimento – matéria vegetal, laticínios, ovos e gordura fundida.	Animais de estimação, animais para extração de pele, aquicultura, aves e suínos.
Resto de alimentos - matéria vegetal, laticínios, ovos e gordura fundida.	Animais de estimação e animais para extração de pelos.
Australia	
Animais, matéria derivada de animais, mamíferos, partes/tecidos de mamíferos, aves e peixes.	Restrito para alimentação de ruminantes e suínos. Permitido para aquicultura e alimentação de aves.
Brasil	
Produtos derivados do sangue, proteínas hidrolisadas, incluindo as provenientes de couros e peles de ruminantes, gelatina e colágeno, ovos e derivados, leite, produtos à base de leite, produtos derivados do leite e do colostro, mel, gorduras fundidas, resíduos orgânicos de origem não ruminante, de outras naturezas, como produtos destinados ao consumo humano pré-consumo, como os com prazo de validade vencido, que retornaram do comércio, CEASA e supermercados, entre outros, subprodutos de origem vegetal provenientes das indústrias de alimentação humana e animal, outros produtos para rações animais, com qualidade ração animal, de empresas cadastradas no MAPA, incluindo coprodutos e farinhas e produtos gordurosos de origem animal, rações secas para cães e gatos e ainda que estejam desatualizadas.	Na forma de farinha ou desidratada, permitido para uso em todos os animais, exceto ruminantes.

Nos Estados Unidos, o uso de insetos na alimentação animal é considerado aditivo alimentar e está sujeito a regulamentações específicas. A alimentação para animais de criação e animais de estimação nos Estados Unidos é regulamentada conjuntamente pela Food and Drug Administration (FDA) e pela Association of American Feed Control Officials (AAFCO). A AAFCO é uma organização que desenvolve diretrizes e padrões voluntários para alimentos para animais e ingredientes utilizados em rações e alimentos para animais de estimação (Alagappan et al., 2022).

A AAFCO publica uma lista de ingredientes aprovados para rações regularmente. No caso da BSFL, tanto a farinha seca como as larvas inteiras secas têm sido consideradas como ingredientes utilizados na alimentação de animais, incluindo aquicultura, aves, suínos e aves silvestres. Além disso, o Comitê de Definições de Ingredientes (IDC) da AAFCO também aceitou o uso do óleo derivado da BSFL na alimentação de cães adultos, suínos e peixes (Sogari et al., 2019).

Essas aprovações e considerações da AAFCO indicam o reconhecimento crescente do valor nutricional da BSFL e a sua aceitação como um ingrediente viável na alimentação animal nos Estados Unidos.

Na América Latina, nos diversos países, são consumidas 775 espécies distintas de insetos como fonte de alimento ou suplementos alimentares (Costa-Neto, 2015). A região abriga um terço da população mundial de insetos comestíveis, com 57% dessa população concentrada no México. Apesar dessa significativa presença, o México não dispõe de regulamentações específicas ou legislações que abrangem o uso de insetos como alimento (Alagappan et al., 2022).

O consumo de insetos, conhecido como entomofagia, é uma tradição enraizada há muitos séculos em diversas comunidades em toda a Ásia. No entanto, apesar dessa longa história, os regulamentos e legislações relacionados ao uso de insetos como alimento e ração não estão amplamente estabelecidos em muitos países asiáticos (Gahukar, 2020).

A China estava em processo de elaboração de diretrizes para o consumo de insetos como fonte de alimento. Essas diretrizes abrangiam aspectos relacionados à segurança alimentar, métodos de produção e requisitos de rotulagem. No entanto, é importante destacar que a regulamentação estava em constante evolução e, portanto, sujeita a possíveis modificações. Além disso, é relevante mencionar que, apesar de ser um importante produtor de insetos em escala comercial, a Tailândia ainda não havia estabelecido normas específicas relacionadas a essa prática em sua legislação até o momento desta revisão (Alagappan et al., 2022).

A entomofagia é uma tradição duradoura em todo o continente africano, onde várias espécies de insetos são consumidas como alimentos e, em alguns casos, utilizadas como medicamentos devido ao seu valor nutricional e composição química (Raheem et al., 2019).

No entanto, é importante observar que as leis relacionadas a alimentos e rações nos países africanos são principalmente regidas por entidades como a União Africana (UA), o Codex Alimentarius e outras organizações, como o Mercado Comum para o Leste e África Austral (COMESA), Países da África Oriental (EAC), Comunidade de Desenvolvimento da África Austral (SADC) e Comunidade Econômica dos Estados da África Ocidental (CEDEAO). Atualmente, os insetos comestíveis na África não são regulamentados dentro do contexto de alimentos para consumo humano ou animal (Grabowski et al., 2020).

Em Uganda, que faz parte da Comunidade da África Oriental (EAC), não existem regulamentações específicas que abordem o uso deliberado de insetos como alimento para consumo humano. No entanto, a legislação e a política nacionais relacionadas à alimentação em Uganda indicam a importância de buscar fontes alternativas de proteína para melhorar a saúde e a nutrição dos animais, como mencionado em um relatório da FAO de 2005.

Por outro lado, a África do Sul adotou medidas para desenvolver um quadro regulatório mais abrangente para o estoque de alimentos destinados aos animais. Esse quadro enfatiza a importância de considerar alimentos não convencionais, como insetos, e estabelecer critérios de segurança para esses alimentos, conforme mencionado em um relatório da FAO de 2008. Isso sugere que a África do Sul está aberta à exploração do uso de insetos como fonte de alimento para animais e reconhece a necessidade de regulamentação nesse contexto.

Produção em escala industrial

Já existem empresas que produzem BSFL em larga escala para fabricar a sua farinha. A empresa Protix (Países Baixos) é uma das empresas líderes na criação de *Hermetia illucens* em grande escala. Eles têm uma abordagem integrada, desde a criação das larvas até a produção de produtos, como ração animal.

Outras empresas que se destacam são: Enterra Feed Corporation (Canadá), AgriProtein (África do Sul e Reino Unido), Hermetia Baruth (Alemanha), BioflyTech (Espanha), InnovaFeed (França), EnviroFlight (EUA), Grubblly Farms (EUA), Entobel (Vietnã) e Feed for Future (Chile) (Costa, 2019).

Produção em escala industrial

Já existem empresas que produzem BSFL em larga escala para fabricar a sua farinha. A empresa Protix (Países Baixos) é uma das empresas líderes na criação de *Hermetia illucens* em grande escala. Eles têm uma abordagem integrada, desde a criação das larvas até a produção de produtos, como ração animal.

Outras empresas que se destacam são: Enterra Feed Corporation (Canadá), AgriProtein (África do Sul e Reino Unido), Hermetia Baruth (Alemanha), BioflyTech (Espanha), InnovaFeed (França), EnviroFlight (EUA), Grubblly Farms (EUA), Entobel (Vietnã) e Feed for Future (Chile) (Costa, 2019).

Caracterização nutricional da BSFL

A caracterização nutricional das Black Soldier Fly Larvae (BSFL), ou larvas da mosca soldado negro, é fundamental para entender o potencial dessas larvas como fonte de alimento para animais e até mesmo para humanos. Essa caracterização envolve a análise detalhada da composição química das BSFL, incluindo proteínas, lipídios, vitaminas, minerais e outros componentes essenciais.

As BSFL são notáveis por sua riqueza em proteínas, constituindo uma das características mais marcantes de sua composição. Com teores de proteína que frequentemente excedem 40% de sua matéria seca, essas larvas oferecem um suprimento de proteína de alta qualidade. Além disso, a relação equilibrada de aminoácidos essenciais torna suas proteínas altamente biodisponíveis e nutritivas (Barragan-Fonsec Barragan-Fonseca; Dicke; Van Loon, 2017).

Outro componente nutricional importante nas BSFL é o lipídeo. Elas contêm quantidades significativas de lipídios, muitas vezes com teores de 30% ou mais em sua matéria seca. A presença de ácidos graxos essenciais, como o ácido linoleico e o ácido linolênico, faz com que as BSFL sejam uma fonte valiosa de gorduras saudáveis (Lu et al., 2022).

Além disso, as BSFL são uma fonte rica em minerais e vitaminas essenciais para o crescimento e a saúde dos animais. Elas contêm minerais como cálcio, fósforo e ferro, bem como vitaminas B complexas, como a niacina e a riboflavina. Esses nutrientes desempenham papéis cruciais na manutenção de funções biológicas vitais e no desenvolvimento adequado dos animais (Barragan-Fonsec Barragan-Fonseca; Dicke; Van Loon, 2017).

A caracterização nutricional das BSFL também inclui a análise de outros compostos bioativos, como antioxidantes e peptídeos bioativos, que podem conferir benefícios adicionais à saúde dos animais que as consomem.

Uso na aquicultura

A importância da farinha e do óleo de peixe na aquicultura é bem conhecida, porém existe uma concorrência com a demanda por peixes para consumo humano, podendo gerar o esgotamento da pesca, e como consequência aumentar os custos, levando os pescadores a buscar alternativas (Li et al., 2016).

A farinha de BSFL tem sido avaliada como ingrediente para rações de peixes de aquicultura, principalmente em espécies de água doce. Essa farinha possui alta concentração de lipídios e a gordura proveniente de sua produção é rica em ácidos graxos, os quais desempenham um papel importante no desenvolvimento das células e na saúde geral dos peixes; essa alimentação também pode contribuir para a melhoria da coloração dos peixes, especialmente em espécies de peixes ornamentais (Lu et al., 2022).

Esses ingredientes também têm valor biológico quando usados na alimentação de peixes, são altamente palatáveis, são fonte de fibras, minerais e gorduras e são uma fonte significativa de ferro, magnésio, selênio, zinco e cobre, promovendo um crescimento mais rápido e saudável, contribuindo para o aumento do tamanho e do peso dos peixes (Van Huis; Dickie; van loon, 2015).

Comparada ao farelo de soja, a farinha BSFL possui maior teor de proteína, e quando comparada à farinha de peixe, os teores de proteína são equivalentes, indicando que a farinha BSFL pode ser um excelente substituto, considerando também o alto valor comercial da farinha de peixe (Sánchez-Muros; Barroso; Manzano-Agugliaro, 2014).

Em um estudo realizado em um ambiente comercial na Noruega, salmões foram alimentados por 21 semanas com dietas contendo 4% e 8% de farinha desengordurada de BSFL. Os resultados mostraram que a inclusão de BSFL sustentou o desempenho zootécnico dos peixes, sem comprometer a saúde intestinal. Observou-se um aumento na diversidade microbiana do intestino distal, com maior abundância das famílias *Lactobacillaceae* e *Bacillaceae*, além da modulação de processos metabólicos relacionados a lipídios, resposta a estrogênios e atividades imunológicas. Nenhuma alteração histopatológica foi observada, evidenciando a segurança e o potencial da BSFL como ingrediente proteico alternativo, com possibilidade de inclusão nas dietas de salmões em sistemas de cultivo industrial (Eide et al., 2024).

BSFL já foram testadas em uma variedade de espécies de peixes em estudos de alimentação. Algumas das espécies de peixes que foram objeto de pesquisa incluem: Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), Carpa Comum (*Cyprinus carpio*), rita Arco-Íris (*Oncorhynchus mykiss*), Robalo Europeu (*Dicentrarchus labrax*), Dourada (*Sparus aurata*), Salmão (*Salmo salar*) e Peixes Ornamentais (Tabela 2).

Tabela 2. Pesquisa científica sobre substituição da farinha de peixe pela farinha BSFL em dietas para aquicultura

Espécies	Tratamentos*	Resultados	Autores
<i>Oreochromis niloticus</i>	25, 50, 75, 100%	Melhor desempenho zootécnico na dieta com 50% BSFL, demais tratamentos não diferiram da dieta padrão**	Muin <i>et al.</i> , 2017
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	25 e 50%	Melhor desempenho zootécnico na dieta com 50% BSFL, demais tratamentos não diferiram da dieta padrão**	Sealey <i>et al.</i> , 2011
<i>Psetta maxima</i>	17, 33, 49, 64 e 76%	Os melhores resultados foram obtidos no tratamento de 33%.	Kroeckel <i>et al.</i> , 2012
<i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	48, 50 e 100%	Todos os tratamentos não diferiram da dieta padrão **	Xiao <i>et al.</i> , 2018
<i>Cyprinus carpio</i>	48, 50 e 100%	Todos os tratamentos não diferiram da dieta padrão **	Zhou <i>et al.</i> , 2018
<i>Dicentrarchus labrax</i>	15, 30 e 45%	Todos os tratamentos não diferiram da dieta padrão **	Magalhães <i>et al.</i> , 2017
<i>Sparus aurata</i>	100%	Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que o BSFL pode ser utilizado com sucesso sem afetar negativamente o desempenho e o bem-estar dos peixes.	Randazzo <i>et al.</i> , 2021
<i>Salmo salar</i>	100%	A substituição total da farinha de peixe pela farinha de BSFL não comprometeu a saúde intestinal dos peixes.	Li <i>et al.</i> , 2020

* Níveis de substituição de farinha BSFL, ** Farinha de peixe

Uso na avicultura

Existem muitos insetos que podem ser aplicados na alimentação da avicultura, porém BSFL tem se destacado devido às respostas positiva aos efeitos na qualidade da carne e no crescimento do animal. Poucos estudos foram feitos sobre postura de ovos de aves, no entanto, os estudos realizados até o momento já mostram resultados significantes (Braga; Prates; da Costa, 2023).

Diversos estudos demonstram que a utilização de BSFL na avicultura pode melhorar diversos parâmetros biológicos como: maior absorção de cálcio no intestino, massa de ovos, maior proporção de gema, menor quantidade de colesterol, maior atividade de enzimas no trato digestivo (Braga; Prates; da Costa, 2023).

Conforme Tabela 3, os estudos demonstram que a BSFL pode ser um ótimo substituto para o farelo de soja, que é um dos principais ingredientes como fonte de proteína em dietas na alimentação animal; porém a sua demanda é muito crescente, causando intensivas variações no preço conforme o mercado internacional, fazendo com que a inclusão de fontes proteicas alternativas que não comprometam a o desempenho do animal sejam estudadas (Souza et al., 2010).

Tabela 3. Pesquisas científicas sobre o uso de BSFL na substituição e complemento nutricional da avicultura.

Táxon	Tratamento*	Resultado	Autor
Frango de corte	5, 10 e 15%	A substituição não prejudicou o desempenho produtivo e nem a digestibilidade dos nutrientes ofertados na dieta em nenhum tratamento**	Da Silva, 2020
Frango de corte	4, 8 e 12%	Viável até um nível de inclusão de 8%. A qualidade geral da carne de frango foi nutricionalmente satisfatória**	Mlaga <i>et al.</i> , 2022
Frango de corte	12,5, 25, 50 e 100%	A substituição de 12,5% ou 25% podem ser incorporados para aumentar o crescimento dos frangos***	Fruci <i>et al.</i> , 2023
Frango de corte	4, 8 e 12%	Adição de 4% sem comprometer o desempenho e a saúde dos parâmetros sanguíneos das aves.	Mat <i>et al.</i> , 2022
Galinha poedeira	25 e 50%	A substituição de 25% foi mais adequada**	Moniello <i>et al.</i> , 2019
Galinha poedeira	25 e 50%	A substituição de 25% foi mais adequada**	Bovera <i>et al.</i> , 2018
Galinha poedeira	100%	Galinhas produziram ovos com maior proporção de gema e com maior coloração, e com menor quantidade de colesterol***	Secci <i>et al.</i> , 2018
Galinha poedeira	50 e 100%	A substituição total não afetou negativamente o desempenho produtivo, a qualidade do ovo, a composição nutricional ou os níveis de colesterol nos ovos***	Kim <i>et al.</i> , 2022
Galinha poedeira	7,5%	A adição melhorou a qualidade da casca significativamente, sendo justificado com a maior absorção de cálcio no intestino das galinhas**	Mwanink; Neijat; Kiarie, 2018
Codorna	10 e 15%	BSFL pode ser considerado um possível ingrediente alternativo em rações para codornas em postura, até o nível de 15% de inclusão***	Dalle Zotte <i>et al.</i> , 2019
Cordona	15, 20 e 25%	BSFL pode ser considerado um possível ingrediente alternativo em rações para codornas em postura, até o nível de 25% de inclusão***	Mat <i>et al.</i> , 2021

*níveis de substituição por farinha de BSFL, **comparado dieta padrão (farelo de soja, farelo de trigo e milho), ***comparado com dieta a base de soja.

Uso na Suinocultura

O farelo de soja é a principal proteína utilizada na pecuária, o que resulta em uma alta demanda, e as vezes uma baixa oferta, gerando preocupações na competição alimento, ração, combustível e desmatamento, além de ocasionar preços altos. Sendo assim, é necessário encontrar novas fontes alternativas e sustentáveis de substituição de proteína para alimentação animal (Yu *et al.*, 2019).

Praticamente todos os estudos com suínos são predominantemente nutricionais, porém alguns autores demonstram que fornecer BSFL vivas também serviria como enriquecimento ambiental, beneficiando o bem-estar dos suínos, pois além de consumir, os porcos podem manipular e realizar comportamento exploratório, resultando em menos estresse nos currais (Ipema *et al.*, 2021).

Os autores mostram também, que outro ganho na utilização da BSFL é a redução do estresse no desmame de leitões, que é considerado um período gerador de perdas econômicas. O desmame é um período estressante na vida do animal, envolvendo a separação da porca e mudanças nutricionais que podem prejudicar a integridade intestinal dos animais, sendo que para minimizar esse estresse oxidativo intestinal é importante que seja utilizado uma proteína com composição de aminoácidos facilmente digerida, na qual se enquadraria a BSFL (Yu et al., 2020).

Os resultados apresentados na Tabela 4, são um resumo de trabalhos anteriores, que enfocaram os efeitos da farinha de BSFL usada na alimentação de suínos em diferentes estágios de vida.

Tabela 4. Pesquisas científicas sobre o uso de BSFL no complemento nutricional da suinocultura.

Táxon	Tratamento	Resultado	Autor
Suínos em confinamento	Palatabilidade	Os porcos são altamente motivados a consumir e interagir com BSFL vivo e preferem BSFL vivo a uma variedade de outros alimentos e itens de enriquecimento.	Ipema <i>et al.</i> , 2021
Suínos em terminação	4 e 8%	A inclusão de 4% de BSFL melhora parcialmente as características da carcaça e a composição química do músculo	Yu <i>et al.</i> , 2019
Leitões desmamados	1, 2 e 4%	A inclusão na dieta de 2% de farinha integral de BSFL para substituir parcialmente a farinha de peixe em leitões desmamados	Yu <i>et al.</i> , 2020
Suínos jovens	Substituição da farinha de peixe (5%) por farinha de BSFL (7%)	A dieta não teve impacto negativo no uso de cálcio e fósforo pelos animais. Assim BSFL pode ser considerada uma alternativa racional	Nekrason <i>et al.</i> , 2019
Leitões desmamados	2,5 e 5%	A adição de 2,5% de BSFL pode reduzir a suscetibilidade da gordura suína ao processo de oxidação e melhorar sua vida útil.	Szczpanik <i>et al.</i> , 2023
Suínos em crescimento e terminação	33 e 66%	A substituição de até 66% do farelo de soja por farinha de larva BSF parcialmente desengordurada não revelou nenhum efeito negativo	Ortuño <i>et al.</i> , 2021

Uso em ruminantes

As tentativas de usar insetos como alimentos para ruminantes ainda são escassas. Embora os ruminantes comam principalmente gramíneas, legumes e subprodutos agrícolas, eles geralmente precisam de suplementos de proteína para otimizar seu nível de produção. Apesar da potência da BSFL como alternativa, até o momento, são escassos os estudos que investiguem tal substituição na dieta de ruminantes (Jayanega et al., 2017).

É importante observar que o uso de BSFL na alimentação de ruminantes ainda está em estágios iniciais de pesquisa e adoção em comparação com seu uso em outras espécies. A falta de estudos com ruminantes pode ser justificada principalmente pela legislação, onde, em muitos países, ruminantes estão excluídos da lista de animais que podem ser alimentados com BSFL.

Até o momento, o estudo de Fukuda et al., (2022) é o primeiro ensaio de alimentação in vivo avaliando a adequação do BSFL como suplemento proteico para bovinos, onde os autores concluíram que BSFL pode ser fornecido a bovinos que consomem forragem de baixa qualidade sem sacrificar a digestibilidade ou a fermentação ruminal.

Conclusões

Conclui-se que o elevado teor de proteína das larvas de *Hermetia illucens* (BSFL) oferece um considerável potencial como fonte de proteína em dietas destinadas a aves, suínos e peixes, e que as informações sobre sua aplicação em dietas para ruminantes ainda são limitadas. Embora os estudos sobre os efeitos das BSFL sejam recentes, não foram registrados efeitos adversos das BSFL nos animais estudados. Essa evidência respalda a perspectiva de que as BSFL podem servir como substituto viável para a farinha de soja ou a farinha de peixe como fonte de proteína alimentar.

Perspectivas futuras

As perspectivas futuras sobre o uso de BSFL na alimentação animal são bastante promissoras e apontam para uma crescente adoção dessa prática em diversas áreas da produção animal.

Atualmente, os principais obstáculos ao uso em larga escala de BSFL na alimentação animal são as regulamentações legais relacionadas à segurança alimentar.

A indústria de ração animal depende muito de farinha de peixe e farelo de soja como matérias-primas de alimentação, que acabam trazendo uma maior pressão ambiental sobre o uso da terra e da água. Existem muitas iniciativas tomadas para tornar a nutrição animal mais sustentável, e a utilização de insetos alimentados com resíduos orgânicos é um método inovador.

Existem muitas melhorias e modificações a se fazerem, sobretudo na perspectiva de tornar a BSFL um processo contínuo, com todas suas etapas bem avaliadas. À medida que a pesquisa avança, a regulamentação se desenvolve e a aceitação aumenta, podemos esperar que as BSFL desempenhem um papel cada vez mais importante na alimentação de animais, contribuindo para a segurança alimentar, a eficiência na produção e a preservação dos recursos naturais.

Referências

- ALAGAPPAN, S.; ROWLAND, D.; BARWELL, R.; MANTILLA, S.; MIKKELSEN, D.; JAMES, P.; HOFFMAN, L. C. Legislative landscape of black soldier fly (*Hermetia illucens*) as feed. **Journal of Insects as Food and Feed**, 8, n. 4, p. 343-355, 2022. <https://doi.org/10.3920/JIFF2021.0111>
- BARRAGAN-FONSECA, K. B.; DICKE, M.; VAN LOON, J. J. Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed—a review. **Journal of Insects as Food and Feed**, 3, n. 2, p. 105-120, 2017. <https://doi.org/10.3920/JIFF2016.0055>

- BRAGA, Y. C.; PRATES, J. V. S.; DA COSTA, D. V. Farinha de insetos como alternativa na alimentação de galinhas poedeiras. **Research, Society and Development**, 12, n. 1, p. e23412139556-e23412139556, 2023. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i1.39556>
- BOVERA, F.; LOPONTE, R.; PERO, M. E.; CUTRIGNELLI, M. I. CALABRÒ, S.; MUSCO, N.; MONIELLO, G. Laying performance, blood profiles, nutrient digestibility and inner organs traits of hens fed an insect meal from *Hermetia illucens* larvae. **Research in Veterinary Science**, 120, p. 86-93, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.09.006>
- COSTA-NETO, E. M. Anthro-po-entomophagy in Latin America: an overview of the importance of edible insects to local communities. **Journal of Insects as Food and Feed**, 1, n. 1, p. 17-23, 2015. <https://doi.org/10.3920/JIFF2014.0015>
- DALLE ZOTTE, A.; SINGH, Y.; MICHIELS, J.; CULLERE, M. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) as dietary source for laying quails: live performance, and egg physico-chemical quality, sensory profile and storage stability. **Animals**, 9, n. 3, p. 115, 2019. <https://doi.org/10.3390/ani9030115>
- EIDE, L. H.; ROCHA, S. D.; MORALES-LANGE, B.; KUIPER, R. V.; DALE, O. B.; DJORDJEVIC, B.; ØVERLAND, M. Black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) meal is a viable protein source for Atlantic salmon (*Salmo salar*) during a large-scale controlled field trial under commercial-like conditions. **Aquaculture**, 579, 740194, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740194>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2005. National animal feeds policy Uganda. FAO, Rome, Italy. Available at: <http://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC181883/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2008. South African policy on animal feeds. FAO, Rome, Italy. Available at: <http://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC171004/>
- FRUCI, M.; KITHAMA, M.; KIARIE, E. G.; SHAO, S.; LIU, H.; TOPP, E.; DIARRA, M. S. Effects of partial or complete replacement of soybean meal with commercial black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) meal on growth performance, cecal short chain fatty acids, and excreta metabolome of broiler chickens. **Poultry Science**, 102, n. 4, p. 102463, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.102463>
- FUKUDA, E. P.; COX, J. R.; WICKERSHAM, T. A.; DREWERY, M. L. Evaluation of Black Soldier Fly larvae (*Hermetia illucens*) as a protein supplement for beef steers consuming low-quality forage. **Translational Animal Science**, 6, n. 1, p. txac018, 2022. <https://doi.org/10.1093/tas/txac018>
- GAHUKAR, R. T. Edible insects collected from forests for family livelihood and wellness of rural communities: A review. **Global Food Security**, 25, p. 100348, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100348>
- GRABOWSKI, N. T.; TCHIBOZO, S.; ABDULMAWJOOD, A.; ACHEUK, F.; M'SAAD, G. M.; SAYED, W. A.; PLÖTZ, M. Edible insects in Africa in terms of food, wildlife resource, and pest management legislation. **Foods**, 9, n. 4, p. 502, 2020. <https://doi.org/10.3390/foods9040502>
- HENRY, M.; GASCO, L.; PICCOLO, G.; FOUNTOULAKI, E. Review on the use of insects in the diet of farmed fish: past and future. **Animal Feed Science and Technology**, 203, p. 1-22, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2015.03.001>

- IPEMA, A. F.; GERRITS, W. J.; BOKKERS, E. A.; KEMP, B.; BOLHUIS, J. E. Live black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) provisioning is a promising environmental enrichment for pigs as indicated by feed-and enrichment-preference tests. **Applied Animal Behaviour Science**, 244, p. 105481, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2021.105481>
- JAYANEGARA, A.; NOVANDRI, B.; YANTINA, N.; RIDLA, M. Use of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) to substitute soybean meal in ruminant diet: An in vitro rumen fermentation study. **Veterinary world**, 10, n. 12, p. 1439, 2017. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2017.1439-1446>
- KIM, B.; KIM, M.; JEONG, J. Y.; KIM, H. R.; JI, S. Y.; JUNG, H.; PARL, S. H. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae oil as an alternative fat ingredient to soybean oil in laying hen diets. **Animal Bioscience**, 35, n. 9, p. 1408-1417, 2022. <https://doi.org/10.5713/ab.22.0052>
- KROECKEL, S.; HARJES, A.-G.; ROTH, I.; KATZ, H.; WUERTZ, S.; SUSENBETH, A.; SCHULZ, C. When a turbot catches a fly: Evaluation of a pre-pupae meal of the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as fish meal substitute—Growth performance and chitin degradation in juvenile turbot (*Psetta maxima*). **Aquaculture**, 364, p. 345-352, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2012.08.041>
- LI, S. L.; JI, H.; ZHANG, B. X.; TIAN, J. J.; ZHOU, J.; YU, H. Influence of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae oil on growth performance, body composition, tissue fatty acid composition and lipid deposition in juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). **AQUACULTURE**, 465, p. 43-52, DEC 1 2016. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.08.020>
- LI, Y.; KORTNER, T. M.; CHIKWATI, E. M.; BELGHIT, I.; LOCK, E. J.; KROGDAHL, A. Total replacement of fish meal with black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal does not compromise the gut health of Atlantic salmon (*Salmo salar*). **Aquaculture**, 520, p. 734967, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.734967>
- LU, S.; TAETHAISONG, N.; MEETHIP, W.; SURAKHUNTHOD, J.; SINPRU, B.; SROICHAL, T.; PAENGKOUM, P. Nutritional composition of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) and its potential uses as alternative protein sources in animal diets: A review. **Insects**, 13, n. 9, p. 831, 2022. <https://doi.org/10.3390/insects13090831>
- MAGALHÃES, R.; SÁNCHEZ-LÓPEZ, A.; LEAL, R. S.; MARTÍNEZ-LLORENS, S.; OLIVA-TELES, A.; PERES, H. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) pre-pupae meal as a fish meal replacement in diets for European seabass (*Dicentrarchus labrax*). **Aquaculture**, 476, p. 79-85, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.04.021>
- MAT, K.; MOHAMAD, N.; RUSLI, N.; RAHMAN, M. M.; HASNITA, C. H.; AL-AMSYAR, S. M.; MAHMUD, M. Preliminary study on the effect of feeding Black Soldier Fly Larvae (BSFL) on growth and laying performance of Japanese Quail (*Cortunix japonica*). **International Journal of Agricultural Technology**, 2021.
- MAT, K.; KARI, Z. A.; RUSLI, N. D.; RAHMAN, M. M.; HARUN, H.C.; AL-AMSYAR, S. M.; HASSAN, A. M. Effects of the inclusion of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) meal on growth performance and blood plasma constituents in broiler chicken (*Gallus gallus domesticus*) production. **Saudi Journal of Biological Sciences**, 29, n. 2, p. 809-815, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2021.10.027>
- MLAGA, K.; AGBOKA, K.; ATTIVI, K.; TONA, K.; OSSEYI, E. Assessment of the chemical characteristics and nutritional quality of meat from broiler chicken fed black soldier fly (*Her-*

- metia illucens) larvae meal. **Heliyon**, 8, n. 11, p. e11718, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11718>
- MONIELLO, G.; ARIANO, A.; PANETTIERI, V.; TULLI, F.; OLIVOTTO, I.; MESSINA, M.; BOVERA, F. Intestinal morphometry, enzymatic and microbial activity in laying hens fed different levels of a *Hermetia illucens* larvae meal and toxic elements content of the insect meal and diets. **Animals**, 9, n. 3, p. 86, 2019. <https://doi.org/10.3390/ani9030086>
- MUIN, H.; TAUFEEK, N.; KAMARUDIN, M.; RAZAK, S. Growth performance, feed utilization and body composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) fed with different levels of black soldier fly, *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758) maggot meal diet. **Iranian Journal of Fisheries Sciences**, 16, n. 2, p. 567-577, 2017. <https://doi.org/20.1001.1.15622916.2017.16.2.10.3>
- MWANIKI, Z.; NEIJAT, M.; KIARIE, E. Egg production and quality responses of adding up to 7.5% defatted black soldier fly larvae meal in a corn-soybean meal diet fed to Shaver White Leghorns from wk 19 to 27 of age. **Poultry science**, 97, n. 8, p. 2829-2835, 2018. <https://doi.org/10.3382/ps/pey118>
- NEKRASOV, R.; CHABAEV, M.; ZELENCHENKOVA, A.; BASTRAKOV, A. I.; USHAKOVA, N. A. Nutritional properties of *Hermetia illucens* L., a new feed product for young pigs (*Sus scrofa domestica* erleben). **Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya**, 54, n. 2, p. 316-325, 2019. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.2.316eng>
- NYAKERI, E. M.; OGOLA, H. J.; AYIEKO, M. A.; AMIMO, F. A. An open system for farming black soldier fly larvae as a source of proteins for smallscale poultry and fish production. **JOURNAL OF INSECTS AS FOOD AND FEED**, 3, n. 1, p. 51-56, 2017. <https://doi.org/10.3920/JIFF2016.0030>
- ORTUÑO, J.; BALL, E.; LINTON, M.; MUNS, R.; MCKILLEN, J. GILMAN, A.; THEODORIDOU, K. Effect of soymeal replacement by Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) meal in grower-finisher pig diets on productive performance and body composition. **Animal-science proceedings**, 12, n. 1, p. 33, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.anscip.2021.03.044>
- RAHEEM, D.; CARRASCOSA, C.; OLUWOLE, O. B.; NIEUWLAND, M.; SARAIVA, A.; MILLÁN, R.; RAPOSO, A. Traditional consumption of and rearing edible insects in Africa, Asia and Europe. **Critical reviews in food science and nutrition**, 59, n. 14, p. 2169-2188, 2019. <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1440191>
- RANDAZZO, B.; ZARANTONIELLO, M.; CARDINALETTI, G.; CERRI, R.; GIORGINI, E.; BELLONI, A.; OLIVOTTO I. *Hermetia illucens* and Poultry by-Product Meals as Alternatives to Plant Protein Sources in Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) Diet: A Multidisciplinary Study on Fish Gut Status. **ANIMALS**, 11, n. 3, MAR 2021. <https://doi.org/10.3390/ani11030677>
- SÁNCHEZ-MUROS, M.-J.; BARROSO, F. G.; MANZANO-AGUGLIARO, F. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review. **Journal of Cleaner Production**, 65, p. 16-27, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.11.068>
- SEALEY, W. M.; GAYLORD, T. G.; BARROWS, F. T.; TOMBERLIN, J. K.; MCGUIRE, M. A.; ROSS, C. ST-HILAIRE, S. Sensory Analysis of Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*, Fed Enriched Black Soldier Fly Prepupae, *Hermetia illucens*. **Journal of the World Aquaculture Society**, 42, n. 1, p. 34-45, 2011. Article. <https://doi.org/10.1111/j.1749-7345.2010.00441.x>

- SECCI, G.; BOVERA, F.; NIZZA, S.; BARONTI, N.; GASCO, L.; CONTE, G.; PARISI, G. Quality of eggs from Lohmann Brown Classic laying hens fed black soldier fly meal as substitute for soya bean. **Animal**, 12, n. 10, p. 2191-2197, 2018. <https://doi.org/10.1017/S1751731117003603>
- SOGARI, G.; AMATO, M.; BIASATO, I.; CHIESA, S.; GASCO, L. The potential role of insects as feed: A multi-perspective review. **Animals**, 9, n. 4, p. 119, 2019. <https://doi.org/10.3390/ani9040119>
- SOUZA, V.; ALMEIDA, R.; SILVA, D.; PIEKARSKI, P. R. B.; JESUS, C. P.; PEREIRA, M. N. Substituição parcial de farelo de soja por ureia protegida na produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 62, p. 1415-1422, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352010000600018>
- SURENDRA, K.; TOMBERLIN, J. K.; VAN HUIS, A.; CAMMACK, J. A.; HECKMANN L. H. L.; KHANAL, S. K. Rethinking organic wastes bioconversion: Evaluating the potential of the black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.))(Diptera: Stratiomyidae)(BSF). **Waste Management**, 117, p. 58-80, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.07.050>
- SZCZEPANIK, K.; FURGAŁ-DIERŻUK, I.; GALA, Ł.; ŚWIĄTKIEWICZ, M. Effects of *Hermetia illucens* Larvae Meal and Astaxanthin as Feed Additives on Health and Production Indices in Weaned Pigs. **Animals**, 13, n. 1, p. 163, 2023. <https://doi.org/10.3390/ani13010163>
- VAN HUIS, A.; DICKE, M.; VAN LOON, J. J. Insects to feed the world. Wageningen Academic Publishers. 1: 3-5 p. 2015. <https://doi.org/10.3920/JIFF2015.x002>
- XIAO, X.; JIN, P.; ZHENG, L.; CAI, M.; YU, J.; ZHANG, J. Effects of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal protein as a fishmeal replacement on the growth and immune index of yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). **Aquaculture research**, 49, n. 4, p. 1569-1577, 2018. <https://doi.org/10.1111/are.13611>
- 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, p. 107837, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.05.008>
- 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, p. 114431, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114431>
- ZHOU, J.; LIU, S.; JI, H.; YU, H. Effect of replacing dietary fish meal with black soldier fly larvae meal on growth and fatty acid composition of Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). **Aquaculture nutrition**, 24, n. 1, p. 424-433, 2018. <https://doi.org/10.1111/anu.12574>