

CONECTANDO A NUTRIÇÃO COM A INOVAÇÃO: O POTENCIAL DOS INSETOS COMESTÍVEIS NA ALIMENTAÇÃO DE CÃES E GATOS

CONNECTING NUTRITION WITH INNOVATION: THE POTENTIAL OF EDIBLE INSECTS IN FEEDING DOGS AND CATS

CONECTANDO NUTRICIÓN CON INNOVACIÓN: EL POTENCIAL DE LOS INSECTOS COMESTIBLES EN ALIMENTOS PARA PERROS Y GATOS

PAULINO, Pietro Ragozzino

Discente do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN). Centro de Lasers e Aplicações (CELAP), Avenida Lineu Prestes, 2.242, São Paulo, Brasil.

SARKIS, Jorge Eduardo de Souza

Docente do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN/CNEN). Centro de Lasers e Aplicações (CELAP), Avenida Lineu Prestes, 2.242, São Paulo, Brasil.

COCATO, Maria Lucia

Pesquisadora Chefe, Metamorphosis Biotechnology Pesquisas Científicas Eireli, Rua Dom Bernardo Nogueira, 778, São Paulo, Brasil.

Resumo

Este artigo de revisão aborda a compreensão dos hábitos nutricionais de cães e gatos, avaliando sua ancestralidade e destacando como as diferenças entre as espécies podem refletir na sua preferência alimentar. Aliado a isso, discutem-se aspectos relacionados ao sucesso da inserção de uma matéria-prima na composição de um produto, evidenciando a influência de parâmetros físicos, químicos e sensoriais na aceitabilidade de ambas as espécies. A discussão se estende à escolha da fonte proteica na dieta de cães e gatos, apresentando estudos que destacam o aumento do consumo e da preferência por este macronutriente. A conexão entre os hábitos alimentares e a busca por inovações na alimentação de pets é estabelecida ao abordar a viabilidade da utilização de insetos comestíveis como fonte de matéria-prima proteica, revisando demandas nutricionais e considerações ambientais. O artigo traz estudos que demonstram a segurança e efetividade da inclusão de insetos na alimentação de animais de estimação, além de evidenciar quais são as empresas atualmente presentes no cenário competitivo. O trabalho conclui atestando a viabilidade e sustentabilidade da utilização de insetos na alimentação destes animais. Entretanto, ressalta-se a necessidade de maiores esclarecimentos quanto a questões como aceitação, atendimento das necessidades nutricionais, biodisponibilidade dos nutrientes e os custos envolvidos na produção e utilização de insetos como matéria-prima proteica para alimentação de cães e gatos.

Palavras-chave: Cães; Gatos; Insetos Comestíveis; Sustentabilidade; Preferência Alimentar.

Abstract

This review article addresses the understanding of the nutritional habits of dogs and cats, assessing their ancestry and highlighting how differences between species can reflect on their food preferences. In addition, it discusses aspects related to the success of incorporating a raw material into the composition of a product, emphasizing the influence of physical, chemical, and sensory parameters on the acceptability of both species. The discussion extends to the choice of protein source in the diet of dogs and cats, presenting studies that highlight the increased consumption and preference for this macronutrient. The connection between eating habits and the search for innovations in pet food is established by addressing the feasibility of using edible insects as a source of protein raw material, reviewing nutritional demands, and environmental considerations. The article presents studies demonstrating the safety and feasibility of including insects in pet food, as well as highlighting the companies present in the competitive landscape. The work concludes by affirming

the viability and sustainability of using insects in pet food. However, it emphasizes the need for further clarification regarding issues such as acceptance, meeting nutritional needs, nutrient bioavailability, and costs involved in the production and use of insects as a protein raw material for the feeding of dogs and cats.

Keywords: Dogs; Cats; Edible Insects; Sustainability; Food Preference.

Resumen

En este artículo de revisión se aborda la comprensión de los hábitos nutricionales de perros y gatos, evaluando su ancestralidad y destacando cómo las diferencias entre las especies pueden reflejarse en sus preferencias alimentarias. Además, se discuten aspectos relacionados con el éxito de la inserción de una materia prima en la composición de un producto, evidenciando la influencia de parámetros físicos, químicos y sensoriales en la aceptabilidad de ambas especies. La discusión se extiende a la elección de la fuente proteica en la dieta de perros y gatos, presentando estudios que destacan el aumento del consumo y la preferencia por este macronutriente. La conexión entre los hábitos alimentarios y la búsqueda de innovaciones en la alimentación de mascotas se establece al abordar la viabilidad de utilizar insectos comestibles como fuente de materia prima proteica, revisando demandas nutricionales y consideraciones ambientales. El artículo presenta estudios que demuestran la seguridad y eficacia de la inclusión de insectos en la alimentación de animales de compañía, además de evidenciar qué empresas están presentes en el escenario competitivo. El trabajo concluye atestiguando la viabilidad y sostenibilidad del uso de insectos en la alimentación de estos animales. Sin embargo, se destaca la necesidad de mayores aclaraciones en cuestiones como aceptación, satisfacción de las necesidades nutricionales, biodisponibilidad de los nutrientes y costos involucrados en la producción y utilización de insectos como materia prima proteica para la alimentación de perros y gatos.

Palabras-clave: Perros; Gatos; Insectos Comestibles; Sostenibilidad; Preferencia Alimentaria.

INTRODUÇÃO

Fatores como a ampliação da população humana, bem como o aumento de seu padrão de vida devido aos processos de urbanização em países em desenvolvimento impulsionam a demanda e a competição por matérias-primas proteicas destinadas ao consumo humano e animal (Aiking, 2011; Boland *et al.*, 2013). Neste cenário, a indústria de alimentos para animais de estimação está fortemente interligada com a indústria alimentícia humana, competindo pelos mesmos recursos e também sendo uma importante utilizadora de subprodutos (Swanson *et al.*, 2013; Colgrave *et al.*, 2021), tais como a farinha de vísceras de aves, farinha de carne e ossos, farinha de penas, dentre outros. Considerando que em 2022 a população de animais de estimação no país somou aproximadamente 167,6 milhões e, deste total, por volta de 67,8 milhões são compostos por cães e 33,6 milhões compostos por gatos (Abinpet, 2022), a busca por fontes alternativas de proteína intensifica-se de forma crescente (Aiking, 2011; Boland *et al.*, 2013).

A utilização da proteína a base de insetos surge como uma das alternativas viáveis às já existentes. Cerca de 1.900 espécies já foram relatadas como comestíveis, podendo ser utilizadas na alimentação animal (Van Huis *et al.*, 2013). Sua inclusão, na dieta, justifica-se tendo em vista que os insetos possuem excelente valor nutritivo, tendo sido propostos como uma fonte proteica alimentar de alta qualidade, eficiente e sustentável (Bosch *et al.*, 2014). Estes artrópodes apresentam uma elevada eficiência de conversão alimentar, baixos requisitos de consumo e

utilização de água e uso de terras, trazendo vantagens sobre o sistema pecuarista tradicional (Poma et al., 2017; Van Huis 2013; Chaves 2020).

Diante do apresentado, essa revisão foca no valor dos insetos utilizados como fonte de matéria-prima na alimentação de cães e gatos, considerando suas especificidades nutricionais e fatores que afetam sua preferência alimentar. Ao fazer isso, enfatizamos como este novo ingrediente pode ser seguramente incluído nas dietas destes animais, bem como as normas e legislações atuais que envolvem as questões abordadas.

ESPECIFICIDADES NUTRICIONAIS DE CÃES E GATOS

Para compreender os hábitos nutricionais destes animais de estimação, é necessário avaliar sua ancestralidade (Barreto *et al.*, 2021). Cães e gatos são membros da classe Mammalia e da ordem Carnivora, sendo esta última uma clara alusão à preferência alimentar dessas espécies. No entanto, estes animais pertencem a superfamílias distintas, tendo herdado preferências e comportamentos alimentares singulares (Ogoshi *et al.*, 2015). A superfamília Canoidea é composta por seres de hábitos alimentares onívoros, herbívoros e carnívoros, estando os cães representados pela família Canidae, que se destacam pelo comportamento social e alimentação em excesso, podendo consumir de 10 a 20% de seu peso corporal de uma só vez. Enquanto isso, a superfamília Feloidea é composta por famílias estritamente carnívoras, estando os gatos representados pela família Felidae (gatos), onde se destacam por um comportamento solitário, predileção por presas menores e maior frequência de alimentação (Case *et al.*, 2011; Mentzel, 2013; Ramos, 2014).

Devido ao compartilhamento de alguns pontos em comum filogeneticamente, cães e gatos podem ser classificados como animais anatomicamente carnívoros, com dois pares de dentes caninos bem desenvolvidos, ausência de amilase salivar e trato gastrointestinal apto para a digestão de proteínas (Murgas *et al.*, 2004). No entanto, de acordo com Ogoshi *et al.* (2015), a história evolutiva do cão sugere uma dieta predominantemente onívora, enquanto a história do gato indica que a espécie consumia uma dieta baseada em carnes, reforçando as diferenças nutricionais entre as espécies (Tabela 1).

Tabela 1. Exemplos de diferenças nutricionais entre cães e gatos.

Nutriente	Cães	Gatos
Carboidratos	Maior adaptação à digestão de carboidratos devido a uma dieta ancestral mais onívora	Menor adaptação à digestão de carboidratos devido a uma dieta ancestral estritamente carnívora
	Menor tolerância à lactose	Maior tolerância à lactose
Proteínas	Menor requerimento proteico	Maior requerimento proteico

	Não necessitam de taurina dietética	Necessitam de taurina dietética
	Capazes de converter triptofano em niacina	Incapazes de converter triptofano em niacina
	Menor sensibilidade à deficiência de arginina	Maior sensibilidade à deficiência de arginina
Lipídeos	Possuem enzimas capazes de converter ácido linoléico em ácido araquidônico	Não possuem enzimas capazes de converter ácido linoléico em ácido araquidônico
Vitaminas	São capazes de converter beta-caroteno em vitamina A	Não são capazes de converter beta-caroteno em vitamina A

Fonte: Adaptado de Case *et al.* (2011).

FATORES QUE AFETAM A PREFERÊNCIA ALIMENTAR

Aspectos relacionados ao sucesso da inserção de uma matéria-prima na composição de um produto são de suma importância na determinação de sua palatabilidade. A textura do produto pode ser determinada através de uma associação entre o formato, densidade, tamanho das partículas e umidade do alimento. Em adição, tem-se que a umidade é crucial para a palatabilidade, havendo uma preferência de cães por alimentos úmidos (30 a 84% de umidade), seguidos pelos semi-úmidos (12 a 30% de umidade) e secos (até 12% de umidade), respectivamente (Kitchell, 1972; ANFAL Pet, 2009). Isso ocorre porque o processamento de alimentos secos trata-se de um procedimento termodinâmico, sendo capaz de resultar na desnaturação de proteínas, alteração estrutural de carboidratos, oxidação de lipídios e reações de Maillard, podendo afetar negativamente o sabor e a aceitação do alimento (Tran *et al.*, 2008; Bourgeois, 2004; Rokey, 1995).

O tipo de proteína utilizada também é responsável por interferir na palatabilidade do produto final. Existe uma preferência de cães à proteína de origem animal, quando comparada à proteína de origem vegetal. Além disso, dentre as distintas fontes de proteína animal, existem particularidades quanto à escolha referente à origem da proteína animal e ao teor de gordura da mesma (Haupt *et al.*, 1978) (Tabela 2). Estudos de palatabilidade conduzidos por Carvalho (2006) revelam um aumento do consumo e da preferência de cães por alimentos com maiores níveis de proteína, reforçando a importância deste macronutriente na dieta.

Por outro lado, também existem fatores que determinam a escolha de um alimento para gatos (Hullar, 2001). Assim como os cães, estes animais têm preferência por fontes de gordura de origem animal em relação às de origem vegetal, além de optar por alimentos ácidos e que contenham aminoácidos livres, como alanina, prolina e lisina (NRC, 2006). Ademais, a escolha de um alimento pela espécie está associada a fatores ambientais, experiências passadas e no consumo alimentar da mãe durante o desenvolvimento do neonato (Koppel, 2014). De acordo com

Hullar (2001), gatos utilizam de aspectos como odor e sabor na escolha de um alimento, resultando em um efeito mais agradável quanto este apresenta os peptídeos e textura adequados (Menolli, 2018). Segundo Beaver (2005), os felinos apresentam uma maior aceitação por alimentos mais úmidos (30 a 84% de umidade), havendo uma queda da preferência à medida que o alimento se torna mais seco. Além disso, questões como o nível de aquecimento do produto fornecido também interferem diretamente em sua aceitabilidade por parte dos gatos (Mentzel, 2013) (Tabela 3).

Tabela 2. Preferências alimentares dos cães.

Cães preferem	Em relação à
Carne bovina	Carne de frango
Gordura animal	Gordura vegetal
Açúcares simples	Açúcares compostos
Carne cozida	Carne crua
Alimentos adocicados	Alimentos ácidos
Alimentos mornos	Alimentos frios
Dietas com elevado teor de gordura	Dietas com baixo teor de gordura

Fonte: Adaptado de Saad e Saad (2004).

Tabela 3. Preferências alimentares dos gatos.

Gatos preferem	Em relação à
Carne de aves	Carne bovina
Gordura animal	Gordura vegetal
Carne cozida	Carne crua
Alimentos ácidos	Alimentos adocicados
Alimentos mornos	Alimentos frios
Dietas com elevado teor de gordura	Dietas com baixo teor de gordura

Fonte: Elaborado pelo autor.

A INCLUSÃO DA FARINHA DE INSETOS NA DIETA DE CÃES E GATOS

A análise da ancestralidade e preferências nutricionais de ambas as espécies é intrínseca à formulação de alimentos que atendam não apenas às suas necessidades biológicas, mas também à sua aceitação sensorial. Esta compreensão torna-se ainda mais relevante quando se considera que em 2009 a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura estimou que no

ano de 2050 a população do planeta estará em cerca de 9.15 bilhões de pessoas para alimentar (FAO, 2009), sendo projetado um consumo de proteína animal duas vezes maior que o consumido atualmente. Como consequência, faz-se necessário a busca por novas fontes proteicas que garantam a segurança alimentar tanto para humanos quanto para animais (FAO, 2011). Nesse cenário, o uso de proteínas oriundas da criação de insetos comestíveis torna-se uma importante alternativa, quer sob o ponto de vista nutricional, quer para preservação do meio ambiente.

A viabilidade da farinha de insetos como matéria-prima tem espaço para o seu desenvolvimento, uma vez que pode substituir ingredientes de alto valor agregado também destinados à alimentação humana. De acordo com Carvalho *et al.* (2016), o mercado Pet permite a inclusão de ingredientes mais custosos na formulação de alimentos e a inserção da farinha de insetos nas composições pode ser feita sem grandes perdas econômicas. Levando essa questão em consideração, os autores estudaram a viabilidade dessa inclusão como matéria-prima na fabricação de alimentos para cães e gatos. Com a elevada produção de alimentos para animais de estimação, há também um grande consumo de fontes proteicas, tais como farinha de vísceras, farinha de carne e ossos, farelo de soja e outros. Neste viés, o estudo conclui que tal viabilidade se dá pela composição nutricional dos insetos, configurando interessantes substitutos de ingredientes de elevado valor. Ademais, a inclusão destes na dieta de pets também pode auxiliar na diminuição da pegada de carbono produzida por cães e gatos.

Lisenko (2017) demonstrou que a substituição de componentes proteicos por farinhas de insetos em alimentos para cães e gatos fornece evidências de que tais farinhas podem ser seguramente incluídas em suas dietas. Para tanto, o trabalho conduzido visou fornecer a seis cães da raça Beagle e a seis gatos sem raça definida três farinhas de insetos (barata de Madagascar, barata cinérea e tenébrio gigante) em níveis de 7,5 e 15%. Lisenko constatou, após avaliar a digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), quitina (Q) e extrato etéreo em hidrólise ácida (EEHA), que não houve diferenças em relação aos parâmetros da dieta controle (sem a inclusão das farinhas).

Seguindo o mesmo viés, Bosch *et al.* (2016) avaliaram a biodisponibilidade de aminoácidos nas larvas da mosca-soldado-negro (*Hermetia illucens*), mosca-doméstica (*Musca domestica*) e tenébrio molitor (*Tenebrio molitor*), estudando as características fermentativas das frações não digeríveis pela microbiota canina das espécies selecionadas. Métodos *in vitro* foram aplicados para simular os processos digestivos no estômago, intestino delgado e intestino grosso de cães, concluindo que todas as espécies de insetos apresentaram elevadas quantidades de proteína biodisponível e aminoácidos essenciais.

Lerliche *et al.* (2017) estudaram a tolerância digestiva de felinos adultos alimentados com dieta seca contendo farinha de *T. molitor* como fonte proteica. Os autores relataram que não houve mudança no escore fecal, na quantidade e no odor fecal. A dieta foi considerada palatável por 74% dos tutores. Quando questionados sobre a pelagem dos animais, 70% dos tutores relataram que

esta permaneceu inalterada, enquanto 26% relataram que a dieta contribuiu para uma melhora na condição da mesma.

Gonçalves (2019) conduziu análises de composição centesimal da farinha de *Zophobas morio* (tenébrio gigante) e propôs sua inclusão na formulação de um petisco comercial para cães. O estudo comparou o produto desenvolvido com outros disponíveis no mercado pet e demonstrou que a farinha analisada compreende por uma fonte com elevado teor de proteína. Dessa forma, a autora conclui que a farinha de *Z. morio* pode ser considerada como uma alternativa viável na substituição de ingredientes proteicos na formulação de petiscos para cães, abrindo perspectivas para aplicações futuras.

De acordo com Beynen (2018), na Europa, já foram relatados ao menos 12 alimentos secos para cães que contêm insetos na sua formulação. Apesar das espécies utilizadas não serem comumente nomeadas, parte significativa dos alimentos apresentam preparações de larvas de larvas da mosca-soldado-negro (*H. illucens*) e tenébrio molitor (*T. molitor*). Todos os alimentos estão classificados como hipoalergênicos, enquanto oito destes destacam os insetos como sinônimo de “sustentabilidade”. Essa avaliação vai de encontro com novas tendências buscadas por tutores de pets, onde opções mais sustentáveis e alimentos que fujam do aspecto industrial são uma crescente, demonstrando o avanço do uso de insetos na alimentação canina.

Entretanto, a percepção dos tutores do animal também compreende um aspecto definitivo na viabilidade da utilização dos insetos como ingredientes em formulações para animais de companhia. Com este propósito, Lavach *et al.* (2018) procuraram entender a percepção dos consumidores acerca da utilização de insetos nas dietas de seus animais e o quanto conheciam a respeito deste tipo de alimentação. Para isso, questionários foram entregues aos tutores de cães e gatos e os resultados demonstraram que mais de 90% dos entrevistados nunca ouviram falar sobre a inclusão de insetos na alimentação de animais de estimação. Ademais, aproximadamente 93% dos entrevistados afirmaram não conhecer os benefícios desta inclusão. Quando perguntados se forneceriam alimentos que continham insetos na formulação para seus animais, cerca de 47% das pessoas afirmaram positivamente, demonstrando uma aceitação significativa deste ingrediente.

Os resultados indicam que a inclusão de insetos como fonte alternativa nutricional tem maior aceitação quando esta é referente à alimentação animal, onde a aversão à classe relatada por Looy *et al.* (2014) aparentemente diminui. Ademais, o sucesso da introdução de insetos como matéria-prima é dependente, dentre outros fatores, da palatabilidade associada ao alimento e do atendimento às exigências nutricionais dos animais de companhia (Veldkamp; Bosch, 2015).

NORMAS E LEGISLAÇÕES

Embora o consumo de insetos já seja uma realidade em diversos países, ainda não existem aspectos regulatórios sobre seu uso na nutrição animal. Na União Europeia, a liberação da utilização

de insetos para a alimentação animal ocorreu em 2017, onde sete espécies foram autorizadas como alimento destinado à piscicultura, sendo essas: a mosca-doméstica (*M. domestica*), a mosca-soldado-negro (*H. illucens*), exemplares de besouros (*T. molitor*, *Alphitobius diaperinus*) e grilos (*Acheta domesticus*, *Gryllodes sigillatus*, *Gryllus assimilis*). Mais recentemente, em agosto de 2021, foi publicado no Diário Oficial da União Europeia uma autorização para o uso de insetos para a alimentação de aves e suínos, o que configura um grande avanço para os setores. Enquanto isso, a utilização de insetos na América do Norte já é permitida para peixes, aves e pets (da Costa, 2021).

No Brasil, a alimentação de animais com base em insetos é permitida, havendo apenas a proibição da sua utilização na alimentação de ruminantes em todo o país, assim como consta na Instrução Normativa 08/2004. De acordo com a Instrução Normativa 110/2020, publicada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), as espécies e formas de insetos – *Nauphoeta cinerea* (barata cinérea), *G. assimilis* (grilo-preto), *H. illucens* (mosca-soldado-negro), *T. molitor* (tenébrio comum), *Z. morio* (tenébrio gigante) e crisálidas (pupas de insetos da ordem Lepidoptera) – foram aprovadas como ingredientes na alimentação animal (Tabela 4).

Tabela 4. Lista de insetos aprovados como ingredientes para o uso na alimentação animal.

Identificação da matéria-prima	Descrição	Identificação do ingrediente
Barata cinérea (<i>Nauphoeta cinerea</i>)	Barata cinérea comercializada na fase adulta desidratada, podendo ou não ser moído.	Adulta desidratada
Grilo-preto (<i>Gryllus assimilis</i>)	Grilo-preto comercializado na fase adulta desidratada, podendo ou não ser moído.	Adulto desidratado
Mosca-soldado-negro (<i>Hermetia illucens</i>)	Mosca-soldado-negro obtida na fase larval e posteriormente desidratada e moída.	Farinha das larvas desidratadas
Tenébrio comum (<i>Tenebrio molitor</i>)	Tenébrio comum comercializado na fase larval desidratada, podendo ou não ser moído.	Larvas desidratadas
Tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>)	Tenébrio gigante comercializado na fase larval desidratada, podendo ou não ser moído.	Larvas desidratadas
Crisálidas	Crisálidas após processamento	Farinha de crisálidas

Fonte: Adaptado de Instrução Normativa 110/2020 (MAPA).

Entretanto, a ausência de normas e legislações que orientem o uso destes insetos como matéria-prima para a alimentação de animais no Brasil ainda tem grande impacto na limitação do seu desenvolvimento industrial. O Artigo 12 da Instrução Normativa 15/2009, também publicada pelo MAPA, sugere que os insetos podem ser enquadrados na categoria de “ingrediente ou matéria-prima”, assim como de acordo com a Instrução Normativa 110/2020 previamente citada. Isso significa que estes configuram constituintes de qualquer combinação ou mistura utilizada na alimentação animal, tendo ou não valor nutricional considerável. Ademais, o Artigo 18 da mesma

Instrução Normativa reafirma a obrigatoriedade de tais ingredientes em expressar nos níveis de garantia, os parâmetros aprovados pelo MAPA, de acordo com a Instrução Normativa 30/2009 (Tabela 5).

Tabela 5. Lista de parâmetros aprovados pelo MAPA relativos a cada tipo de matéria-prima.

Identificação da matéria-prima	Garantia obrigatórias
Barata cinérea (<i>Nauphoeta cinerea</i>)	Umidade (máx.); Proteína Bruta (mín.); Extrato Etéreo (mín.); Matéria Mineral (máx.)
Grilo-preto (<i>Gryllus assimilis</i>)	Umidade (máx.); Proteína Bruta (mín.); Extrato Etéreo (mín.); Matéria Mineral (máx.)
Mosca-soldado-negro (<i>Hermetia illucens</i>)	Umidade (máx.); Proteína Bruta (mín.); Extrato Etéreo (mín.); Matéria Mineral (máx.)
Tenébrio comum (<i>Tenebrio molitor</i>)	Umidade (máx.); Proteína Bruta (mín.); Extrato Etéreo (mín.); Matéria Mineral (máx.)
Tenébrio gigante (<i>Zophobas morio</i>)	Umidade (máx.); Proteína Bruta (mín.); Extrato Etéreo (mín.); Matéria Mineral (máx.)
Crisálidas	Umidade (máx.); Proteína Bruta (mín.); Extrato Etéreo (mín.); Acidez em mg NaOH/g (máx. de 3,0); Índice de Peróxido em meq/1.000g (máx. de 10,0)

Fonte: Adaptado de Instrução Normativa 30/2009 e Instrução Normativa 110/2020 (MAPA).

Outrossim, para fabricar, manipular ou comercializar os insetos em território nacional, o estabelecimento deverá estar obrigatoriamente registrado no MAPA, conforme o regulamento aprovado pelo Decreto nº 6.296 de dezembro de 2007, e pela Instrução Normativa 15/2009. Tal regulamento traz questões que abrangem desde a responsabilidade técnica do estabelecimento para com o ingrediente, tal qual acrescentado pelo Decreto nº 7.045 de dezembro de 2009, até questões de controle da qualidade e boas práticas de fabricação, com o objetivo de assegurar a conformidade da matéria-prima. Dessa maneira, fica claro que ainda existem diversos aspectos que devem ser levados em consideração no que se refere à utilização de insetos para fins alimentícios (Lucas, 2021).

CENÁRIO COMPETITIVO

O mercado de produção de insetos voltados para a alimentação de animais é altamente fragmentado. Em um panorama geral, muitas empresas estão envolvidas com a produção e comercialização *in natura* de insetos ou na fabricação de farinhas provindas das larvas desidratadas de algumas espécies. Essa produção existe, em sua maior parte, para suprir as demandas alimentares de grandes criações de peixes, aves e suínos. Apesar disso, o principal objetivo das

empresas do ramo é a produção de uma matéria-prima alternativa, altamente nutritiva e ambientalmente benéfica, baseada na alimentação dos insetos em resíduos orgânicos (Research and Markets, 2020). Tal propósito pode ser enquadrado no moderno conceito de “economia circular”, além de alinhar-se com diversos objetivos de desenvolvimento sustentáveis (ODS) propostos pela FAO (ONU, 2020).

A economia circular é baseada na recuperação inteligente dos recursos naturais de maneira a otimizar os processos de fabricação e trazer uma menor dependência da matéria-prima virgem, havendo a priorização de insumos recicláveis. Dessa maneira, os materiais podem ser aproveitados de forma cíclica na cadeia, valorizando os recursos de todas as etapas do processo produtivo, reduzindo os custos e aumentando a competitividade e geração de valor por parte das empresas envolvidas (CNI, 2019). Neste cenário, a criação de insetos é utilizada como exemplo por atender aos três princípios fundamentais da economia circular: adição, restauração e regeneração de valor dos recursos naturais. Estes princípios podem ser exemplificados pela utilização dos resíduos orgânicos gerados pela produção agrícola na alimentação dos insetos. Estes, por sua vez, serão destinados à produção de farinha, que poderá ser incluída na alimentação de outros animais. Dessa forma, quando insetos se tornam recursos, estes podem contribuir efetivamente para fechar o ciclo de nutrientes da cadeia produtiva alimentar, evitando perdas através do não reaproveitamento dos alimentos (Ranta et al., 2018). Considerando as possibilidades envolvendo o aumento de faturamento, o número de companhias trabalhando no ramo da biotecnologia “amarela” ou de insetos está aumentando de maneira constante (Albert, 2022). Empresas como Ÿnsect, Protix Biosystems, BioPhero, Smart Resilin e Algenex configuram nomes importantes no cenário atual.

A Ÿnsect é uma empresa francesa fundada em 2011 que cria insetos com o objetivo de produzir ingredientes com elevadas taxas proteicas e destiná-los à alimentação de animais e à aquacultura. A companhia foi responsável por criar uma tecnologia de fazenda vertical em que os insetos da espécie *T. molitor* são cultivados, permitindo a fabricação sustentável de novas fontes de matéria-prima. Em 2019, a Ÿnsect arrecadou cerca de 110 milhões de euros em um fundo de investimentos de Série C, onde o objetivo é focar no escalonamento de empresas, através do fornecimento de recursos para garantir um crescimento rápido e bem-sucedido. Tal quantia foi classificada como o maior investimento já realizado na biotecnologia de alimentos fora dos Estados Unidos da América. Em 2020, o fundo foi estendido para cerca de 343 milhões de euros, somando um investimento total de aproximadamente 391 milhões de euros (Albert, 2022).

Já a holandesa Protix Biosystems, fundada em 2009, utiliza uma combinação envolvendo alta tecnologia para controle de sistemas, inteligência artificial e robótica, de forma a produzir fontes proteicas e lipídicas a partir da larva da mosca-soldado-negro (*H. illucens*). Em 2019, a companhia inaugurou sua primeira fábrica em escala industrial e destina sua produção para a alimentação de pets, aves e peixes. Em 2022, a Protix, que também pretende expandir seu plantel para espécies

de grilos, gafanhotos e tenébrios, recebeu um investimento de 50 milhões de euros e já acumula mais de 120 milhões de euros em financiamentos totais (Albert, 2022).

Em 2005 foi fundada a empresa espanhola Algenex, que usa os insetos e suas células para produzir proteínas necessárias no desenvolvimento de medicações e vacinas. A companhia é especializada na utilização de crisálidas como biorreatores vivos, de maneira a fabricar proteínas medicinais. Os insetos são infectados com um vírus modificado e inofensivo a seres humanos, chamado de baculovírus, que após a inoculação, permite que as crisálidas produzam proteína o suficiente para extração em menos de uma semana. A empresa também trabalha com o sequenciamento de DNA que contém as instruções necessárias para expressar determinados genes nas células, de maneira a melhorar a produtividade e qualidade das proteínas produzidas pelas células dos insetos. Entre 2019 e 2020, a Algenex arrecadou aproximadamente 12,8 milhões de euros em financiamentos de Série A e B (Albert, 2022).

No Brasil, o cenário para as empresas que visam investir na produção de insetos para a alimentação animal mostra-se favorável e um dos fatores que tornam o país uma escolha viável para este investimento é a sua localização geográfica. Grande parte do território brasileiro encontra-se em áreas de baixas latitudes, entre o Equador e o Trópico de Capricórnio. Por este motivo, os climas quentes e úmidos predominam no país, com temperaturas médias que podem chegar a 28°C e pluviosidade de até 2.500 milímetros anuais (Guitarrara, 2021). A temperatura é importante para a sobrevivência de todos os seres vivos, atuando em sua atividade metabólica e atividades gerais, compreendendo por um dos fatores ambientais que interferem diretamente no desenvolvimento da população de insetos, já que estes não possuem sistema de termorregulação. A faixa considerada ótima para a criação de insetos está próxima dos 25°C, com limite máximo de 38°C e limite mínimo de 15°C. Quando o ambiente ultrapassa o limiar de máximo, os insetos entram em um estado de letargia, onde paralisam suas atividades até que a temperatura seja normalizada. Entretanto, quando as condições climáticas ultrapassam a marca de 52°C, o inseto é levado à morte. Por outro lado, quando a temperatura é reduzida abaixo de 15°C, os insetos entram em um estado de hibernação temporária. Em condições próximas de 0°C ou negativas, ocorre o resfriamento e congelamento dos fluidos, respectivamente, levando a espécie criada a um estado de anabiose irreversível e morte (Rodrigues, 2004).

A faixa favorável de umidade também compreende por um fator importante no desenvolvimento dos insetos, variando entre 40 a 80%. A variação da umidade está diretamente ligada a variação da temperatura, não sendo possível avaliar os parâmetros separadamente, exceto se um destes for constante. Considera-se a faixa favorável à criação de insetos aquela que proporcionar um maior desenvolvimento, longevidade e fecundidade do rebanho. Ainda assim, algumas espécies de insetos conseguem resistir a condições de umidade desfavoráveis. Entretanto, faixas de umidade abaixo e acima da considerada ideal pode resultar em morte de pupas e desenvolvimento de fungos entomopatogênicos, respectivamente (Rodrigues, 2004). Considerando

estes fatores, empresas brasileiras ganham cada vez mais destaque neste novo ramo do setor agropecuário e nomes como Metamorphosis Biotechnology, Cyns, Pet&Bugs, Thera e Kaissara Insetos apresentam-se como futuras promessas no mercado de insetos comestíveis.

A cidade de Piracicaba (SP) é considerada o vale do agronegócio brasileiro por concentrar aproximadamente 40% das *startups* do setor. Na mesma cidade, está localizada a sede da empresa Cyns, que surgiu com a expertise de seus sócios no ramo de produção em massa de insetos, desenvolvendo um processo industrial de fabricação de *H. illucens*. A companhia destina sua produção para o mercado de nutrição animal, contando com ovos da mosca, larvas desidratadas, farinha, óleo e composto orgânico em seu portfólio. No momento, a Cyns tem capacidade para produzir 1 tonelada de farinha por dia e tem intenções de expandir essa produção para 10 toneladas até o final de 2022 (Pressinott, 2022).

Já a paulistana Metamorphosis Biotechnology é especializada no desenvolvimento de alimentos proteicos altamente nutritivos tendo como base a proteína oriunda de *T. molitor*. A empresa apresenta um forte DNA em pesquisa e extensão, tendo sido apoiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) para o desenvolvimento de um suplemento funcional proteico para o uso na alimentação de criações de tilápias e suínos, gerando um produto que agora está em fase de reconhecimento de patente (BV - CDI FAPESP, 2018).

Também no estado de São Paulo estão localizadas as duas únicas empresas brasileiras especializadas na produção e comercialização de alimentos específicos para cães e gatos que contêm a farinha das larvas de *H. illucens* e de *T. molitor*: a Pet&Bugs e a Thera. A primeira nasceu no Centro de Inovação, Empreendedorismo e Tecnologia (CIETEC) da Universidade de São Paulo (USP), apresentando, assim como sua conterrânea Metamorphosis, intenso DNA em pesquisa e desenvolvimento. A empresa visa fornecer produtos com elevada qualidade nutricional, focando em petiscos com baixo teor de umidade (abaixo de 12%) e ingredientes naturais, tais como beterraba, cenoura, cúrcuma, páprica e canela. Enquanto isso, a Thera especializou-se na confecção de petiscos com maior teor de umidade, contendo ingredientes como camomila, valeriana, calêndula, maracujá e triptofano na sua composição básica.

Por fim, a empresa mineira Kaissara Insetos, fundada em 2013, é especializada na criação de tenébrio gigante, tenébrio comum, barata cinérea e grilo-preto. Os insetos são comercializados na forma desidratada ou na forma de farinha (Lucas, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os insetos têm sido estudados como importantes substitutos de componentes proteicos utilizados na indústria Pet Food. Tal substituição é interessante, uma vez que o mercado de alimentos para animais domésticos permite a inclusão de ingredientes de alto valor agregado nas formulações e a inserção da farinha de insetos pode ser feita sem perdas econômicas

consideráveis. Ademais, trabalhos recentes fornecem evidências que atestam a efetividade e a sustentabilidade atrelada à utilização dos insetos como matéria-prima. Além disso, sua viabilidade econômica mostra-se favorável, conforme evidenciado pelo cenário competitivo atual, liderado por grandes players com estratégias inovadoras, tecnologias avançadas e significativos investimentos. Entretanto, o sucesso de um produto que contenha tais características composicionais depende de aspectos como a palatabilidade, aceitação, atendimento das necessidades nutricionais e biodisponibilidade dos nutrientes. Dessa forma, estudos relacionados a estes fatores ainda são limitados e necessitam de maiores esclarecimentos.

REFERÊNCIAS

AIKING, H. Future protein supply. **Trends in Food Science and Technology**, v. 22, p. 112-120, 2011.

ALBERT, H. **The top 10 insect-powered biotech companies**, 2022. Disponível em: <<https://www.labiotech.eu/best-biotech/insects-biotechs-europe-industrial/>>. Acesso em: 19 jan 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO (ABINPET). **Manual Pet Food Brasil**, 2021. Disponível em: <<http://abinpet.org.br/>>. Acesso em: 05 jan 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PRODUTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO (ABINPET). **Manual Pet Food Brasil**, 2022. Disponível em: <<http://abinpet.org.br/>>. Acesso em: 05 jan 2023.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE FABRICANTES DE ALIMENTOS PARA ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO - ANFAL Pet. **Mercado Pet Brasil**. São Paulo: ANFALPET, 2009.

BARRETO, T. *et al.* O excesso de carboidrato na dieta dos cães domésticos. **Pubvet**, v. 15, n. 12, 2021. Disponível em: <<https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/482>>. Acesso em: 17 jan. 2024.

BEAVER, B.V. **Comportamento felino**: um guia para veterinários. 2 ed. Roca: São Paulo, 2005.

BEYNEN, A.C. **Insect based pet food**. Researchgate, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/327436986_Beynen_AC_2018_Insectbased_petfood>. Acesso em: 08 jul. 2020.

BIBLIOTECA VIRTUAL DA FAPESP. **Empresas com projetos de pesquisa financiados pelo PIPE: Metamorphosis Biotechnology Pesquisas Científicas Eireli**, 2018. Disponível em: <<https://bv.fapesp.br/pt/empresas/3225/metamorphosis-biotechnology-pesquisas-cientificas>>. Acesso em: 21 jan 2023.

BOURGEOIS, H. **O livro de palatabilidade em cães e gatos**. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Royal Canin, França, 2004.

BOLAND, M.J. *et al.* The future supply of animal-derived protein for human consumption. **Trends in Food Science and Technology**, v. 29, p. 62-73, 2013.

BOSCH, G. *et al.* Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. **Journal of Nutritional Science**, v. 3, p. 1-4, 2014.

BOSCH, G.; VERVOORT, J.; HENDRIKS, W. In vitro digestibility and fermentability of selected insects for dog foods. **Animal Feed Science and Technology**, v. 221, p. 174-184, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.08.018>>. Acesso em: 21 jan 2023.

CASE, L.P.; DARISTOTLE, L.; HAYEK, M.G.; RAASCH, M.F. **Canine and feline nutrition: a resource for companion animal professionals**. 3. ed. Amsterdam: Mosby Elsevier, 2010.

CARVALHO, L.C. *et al.* Possível utilização da farinha de insetos na alimentação de cães e gatos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 78-83, 2016.

COLGRAVE, M.L. *et al.* Perspectives on future protein production. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 69, n. 50, p. 15076-15083, 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Economia circular: entenda o que é, suas características e benefícios**, 2019. Disponível em: <<https://www.portaldaindustria.com.br/>>. Acesso em: 16 dez 2022.

CHAVES, L.R. Insetos comestíveis. **Pesquisa FAPESP**, 2020. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/insetos-comestiveis/>>. Acesso em: 16 dez 2022.

DA COSTA, D.V. **Insetos na nutrição animal**: regulamentação e mercado. Revista NutriNews Brasil, 4º Trimestre, 2021. Disponível em: <<https://nutrinews.com>>. Acesso em: 17 jan 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of food and agriculture**. 2009. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/i0680e/i0680e00.htm>>. Acesso em: 15 jan 2023.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **World Livestock 2011**. Livestock in food security. 2011. Disponível em: <<https://www.fao.org/3/i2373e/i2373e00.htm>>. Acesso em: 10 dez 2022.

GONÇALVES, L.H. **Análise centesimal da farinha de *Zophobas morio* e proposta de inclusão em formulação de petisco para cães**. 2019. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal De Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto Alegre, 2019.

GUITARRARA, P. **Climas do Brasil**. Brasil Escola, 2021. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/brasil/os-climas-brasil.htm>>. Acesso em: 19 jan 2024.

HOUPPT, K.A.; HINTZ, H. Palatability and canine food preferences. **Canine Practice**, v. 5, p. 29-35, 1978.

HULLÁR, I. *et al.* Factors influencing the food preference of cats. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 85, p. 205-211, 2001.

LAVACH, F. *et al.* Insetos na alimentação de cães e gatos do município de Dom Pedrito - RS: percepção dos tutores. In: SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO (SIEPE), 10, 2018, Santana do Livramento: UNIPAMPA. **Anais...** Disponível em: <<https://periodicos.unipampa.edu.br/index.php/SIEPE/article/view/100022>>. Acesso em: 17 jan. 2024.

KELLY, R.E. **Feeding the modern dog**: an examination of the history of the commercial dog food industry and popular perceptions of canine dietary patterns. 2012. 99 f. Dissertação (Master of Science in Community, Agriculture, Recreation and Resource Studies) – Michigan State University, 2012.

KITCHELL, R.L. Dogs know what they like. **Friskies Research Digest**, v. 8, p.1-4, 1972.

KOPPEL, K. Sensory analysis of pet foods. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, p. 2148-2153, 2014.

LISENKO, K.G. **Valor nutricional de farinhas de insetos para cães e gatos**. 2017. 123 f. Dissertação, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

LERICHE, I.; FOURNEL, S.; CHALA, V. Assessment of the digestive tolerance in cats of a new diet based on insects as the protein source. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 19, n. 965, 2017.

LOOY, H.; DUNKEL, F.V.; WOOD, J.R. How then shall we eat? Insect-eating attitudes and sustainable foodways. **Agriculture and Human Values**, v. 31, p. 131-141, 2014.

LUCAS, A.J.S. **Insetos na alimentação animal: um panorama geral**. Rio Grande: Editora da FURG, 2021.

MENOLLI, K.A.P. **Palatabilidade de diferentes ingredientes e aromas para gatos domésticos**. 2018. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

MENTZEL, R.E. Comportamento alimentar e predatório de cães e gatos. In: FARACO, C.B.; SOARES, G.M. (Orgs.). **Fundamentos do comportamento canino e felino**. São Paulo: Editora MedVet, 2013. p. 77-85.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 6.296, de 11 de dezembro de 2007. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização obrigatórias dos produtos destinados à alimentação animal**. Diário Oficial da União. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/decreto-no-6-296-de-11-de-dezembro-de-2007.pdf/view>>. Acesso em: 17 jan 2021.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 15, de 25 de março de 2004. Proibir em todo o território nacional a produção, a comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal**. Diário Oficial da União. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-8-de-25-de-marco-de-2004.pdf>>. Acesso em: 17 jan 2021.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 15, de 26 de maio de 2009. Regularizar o registro dos estabelecimentos e dos produtos destinados à alimentação animal.** Diário Oficial da União. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-15-de-26-de-maio-de-2009>>. Acesso em: 17 jan 2021.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 30, de 5 de agosto de 2009. Estabelece critérios e procedimentos para o registro de produtos, para rotulagem e propaganda e para isenção da obrigatoriedade de registro de produtos destinados à alimentação de animais de companhia.** Diário Oficial da União. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-30-de-5-de-agosto-de-2009.pdf/view>>. Acesso em: 8 nov 2021.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 110, de 24 de novembro de 2020. Publica a lista de matérias-primas aprovadas como ingredientes, aditivos e veículos para uso na alimentação animal.** Diário Oficial da União. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-no-110-de-24-de-novembro-de-2020>>. Acesso em: 8 nov 2021.

MURGAS, L.D.S. *et al.* **Fisiologia digestiva em cães e gatos.** Lavras: UFLA/FAEPE 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dogs and cats.** Washington, D.C.: National Academies Press, 2006.

NAÇÕES UNIDAS DO BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, 2020.** Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 22 jan 2023.

OGOSHI, R.C.S.; REIS, J.S.; ZANGERONIMO, M.G.; SAAD, F.M. Conceitos básicos sobre nutrição e alimentação de cães e gatos. **Ciência Animal**, v. 25, n. 1, p 64-75, 2015.

OLIVEIRA, S.B.C. **Sobre homens e cães:** um estudo antropológico sobre afetividade, consumo e distinção. 2006. 143 f. Dissertação (Mestrado em Sociologia e Antropologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

POMA, G. *et al.* Evaluation of hazardous chemicals in edible insects and insect-based food intended for human consumption. **Food and Chemical Toxicology**, v. 100, p .70-79, 2017.

PRESSINOTT, F. **Empresa obtém licença para uso de larva em ração animal e busca investidores**. Revista Valor, 2022. Disponível em: <<https://valor.globo.com/>>. Acesso em: 21 jan 2023.

RAMOS, D. **Comportamento felino e as necessidades ambientais**. Porto Alegre: Equalis, 2014.

RANTA, V. *et al.* Exploring institutional drivers and barriers of the circular economy: A cross-regional comparison of China, the US, and Europe. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 135, p. 70-82, 2018.

RESEARCH AND MARKETS. **Insect Protein Market - Forecast (2020 - 2025)**. 2020. Disponível em: <<https://www.researchandmarkets.com/>>. Acesso em: 26 fev 2023.

RODRIGUES, W.C. Fatores que influenciam no desenvolvimento dos insetos. **Info Insetos**, n. 4, p. 1-4, 2004.

ROKEY, G.; PLATTNER, B. **Process description**: pet food production. Sabetha, KS: Wenger Mfg Inc., 1995.

SAAD, F.M.; SAAD, C.E.P. **Formulação de dietas para cães e gatos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004.

SWANSON, K.S. *et al.* Nutritional sustainability of pet foods. **Advances in Nutrition**, v. 4, p. 141-150, 2013.

TRAN, Q.D.; HENDRIKS, W.H.; VAN DER POEL, A.F.B. Effects of extrusion processing on nutrients in dry pet food. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, n. 9, p. 1487-1493, 2008.

VAN HUIS, A. Potential of insects as food and feed in assuring food security. **Annual Review of Entomology**, v. 58, p. 563-583, 2013.

VELDKAMP, T.; BOSCH, G. Insects: a protein-rich feed ingredient in pig and poultry diets. **Animal Frontiers**, v. 5, p. 45-50, 2015.