

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL**

SOELEN DE ALMEIDA

**BAGAÇO DE MALTE COMO COMPONENTE ALIMENTAR PARA
CRIAÇÃO DE *Gryllus assimilis* (ORTOPTERA: GRYLLIDAE)**

LARANJEIRAS DO SUL

2024

SOELEN DE ALMEIDA

**BAGAÇO DE MALTE COMO COMPONENTE ALIMENTAR PARA
CRIAÇÃO DE *Gryllus assimilis* (ORTHOPTERA: GRYLLIDAE)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientadora Prof.^a Dr.^a Silvia Romão

LARANJEIRAS DO SUL

2024

SOELEN DE ALMEIDA

**BAGAÇO DE MALTE COMO COMPONENTE ALIMENTAR PARA
CRIAÇÃO DE *Gryllus assimilis* (ORTHOPTERA: GRYLLIDAE)**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para a obtenção do grau de Licenciada em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Fronteira Sul — *Campus Laranjeiras do Sul*.

Orientadora: Silvia Romão

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 09/07/2024.

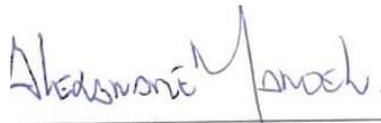
BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Silvia Romão/Orientadora-UFFS



Prof. Dr. Ricardo Key Yamazaki/Membro 2 - UFFS



Prof. Dr. Alexandre Manoel dossânios/Membro 3 - UFFS

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Almeida, Soelen de
BAGAÇO DE MALTE COMO COMPONENTE ALIMENTAR PARA
CRIAÇÃO DE *Gryllus assimilis* (ORTHOPTERA: GRYLLIDAE) /
Soelen de Almeida. -- 2024.
36 f.:il.

Orientadora: Doutora Silvia Romão

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Licenciatura em Ciências Biológicas, Laranjeiras do
Sul, PR, 2024.

1. Utilização do Bagaço de Malte como alternativa
alimentar para a criação de *Gryllus Assimilis*. I. Romão,
Silvia, orient. II. Universidade Federal da Fronteira
Sul. III. Título.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho.

Aos meus pais e irmãs, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam minha ausência enquanto me dedicava a este projeto.

Aos amigos, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período em que estive envolvido neste trabalho.

Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram aprimorar meu desempenho ao longo do curso.

À Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Laranjeiras do Sul, essencial no meu processo de formação profissional, pela dedicação e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

RESUMO

O presente estudo investiga os parâmetros biológicos de grilos (*Gryllus assimilis*) alimentados com uma dieta à base de bagaço de malte, com o objetivo de avaliar a viabilidade deste subproduto da indústria alimentícia como uma alternativa à dieta padrão proposta pela FAO. Foram analisados o tempo de desenvolvimento das fases juvenis, a mortalidade das ninfas, o peso dos adultos e a fertilidade e viabilidade dos ovos. Os grilos foram criados em gaiolas específicas, sob condições controladas de temperatura e umidade, e alimentados com duas dietas distintas. A coleta de dados foi realizada regularmente para monitorar o desenvolvimento e a saúde dos insetos. Os resultados indicam que o bagaço de malte é um componente alimentar viável, promovendo um desenvolvimento eficiente nas fases juvenis, com mortalidade controlada, peso adequado dos adultos e boa fertilidade e viabilidade dos ovos. Comparativamente, os grilos alimentados com a dieta de bagaço de malte apresentaram desempenho similar àqueles que receberam a dieta padrão da FAO. Conclui-se que é possível utilizar subprodutos da indústria alimentícia, como o bagaço de malte, para a criação de insetos de forma economicamente viável e sustentável, contribuindo para a segurança alimentar e a sustentabilidade. Este método pode oferecer uma alternativa promissora no mercado alimentício, desde que as devidas regulamentações sejam seguidas.

Palavras-chaves: *Gryllus assimilis*; bagaço de malte; dieta alternativa; desenvolvimento de insetos; sustentabilidade.

ABSTRACT

The present study investigates the biological parameters of crickets (*Gryllus assimilis*) fed a malt bagasse-based diet, aiming to assess the feasibility of this food industry by-product as an alternative to the standard diet proposed by the FAO. The developmental time of juvenile stages, nymph mortality, adult weight, and egg fertility and viability were analyzed. Crickets were reared in specific cages under controlled temperature and humidity conditions and fed two distinct diets. Data collection occurred regularly to monitor insect development and health. Results indicate that malt bagasse is a viable food component, promoting efficient development in juvenile stages, controlled mortality, adequate adult weight, and good egg fertility and viability. Compared to crickets fed the FAO standard diet, those fed the malt bagasse diet showed similar performance. It is concluded that utilizing food industry by-products such as malt bagasse for insect rearing is economically viable and sustainable, contributing to food security and sustainability. This method holds promise as an alternative in the food market, contingent upon adherence to appropriate regulations.

Keywords: *Gryllus assimilis*; malt bagasse; alternative diet; insect development; sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Gaiolas (caixas plásticas de 50 litros) utilizadas para a criação de <i>Gryllus assimilis</i>	16
Figura 2: Gaiolas na sala de criação.....	16
Figura 3: Gaiolas com macho e fêmea.....	17
Figura 4: Placas de Petri com algodão (ovos).....	17
Figura 5: Média \pm EPM do tempo de desenvolvimento da fase jovem (dias), longevidade de fêmeas e machos de <i>Gryllus assimilis</i> alimentados com duas dietas	18
Figura 6: Média \pm EPM da mortalidade de ninfas de <i>Gryllus assimilis</i> alimentados com duas dietas.....	20
Figura 7: Média \pm EPM do peso de adultos de <i>Gryllus assimilis</i> alimentados com duas dietas	22
Figura 8: Média \pm EPM da fecundidade e viabilidade dos ovos de <i>Gryllus assimilis</i> alimentados com duas dietas.	24

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GEE Gases de efeito estufa

FAO Food and Agriculture Organization

UFFS Universidade Federal da Fronteira Sul

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVOS GERAL	9
3	ESPECÍFICOS	9
4	REVISÃO DE LITERATURA	9
4.1	Segurança alimentar e entomofagia	9
4.2	Grilos e alimentação humana e animal	11
4.3	Exigências nutricionais de <i>Gryllus assimilis</i>	13
4.4	Parâmetros bioquímicos do bagaço de malte	14
4.5	Dieta de bagaço de malte como fonte de alimentação para insetos	14
5	MATERIAL E MÉTODOS	15
5.1	Criação de <i>Gryllus assimilis</i>	15
6	Delineamento experimental e análise dos dados	18
7	RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
8	CONCLUSÃO	25
	REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	26

1 INTRODUÇÃO

A entomofagia, prática alimentar que envolve o consumo de insetos, é uma tradição que remonta ao início do desenvolvimento humano e ainda persiste em cerca de 100 países, principalmente na África, Ásia e América Latina (BARENNE, PHIMMASANE & RAJAONARIVO, 2015). Apesar de ser marginalizada ou esquecida pela maioria, essa prática tem ganhado destaque no contexto de sustentabilidade alimentar (LINASSI, 2011). Nesse cenário, a criação de insetos, como *Gryllus assimilis*, em larga escala surge como uma alternativa promissora (DA ROSA MACHADO & THYS, 2019).

No Brasil, a criação e o consumo de grilos e outros insetos vem ganhando destaque como uma alternativa alimentar sustentável. A startup Hakkuna é um exemplo notável na produção de alimentos utilizando grilos. A empresa desenvolveu um sistema semiautomático para a produção em larga escala. Com foco na sustentabilidade, a Hakkuna utilizou grilos como matéria-prima. Essa alternativa inovadora de criação ganhou destaque pelo seu potencial nutritivo, especialmente na produção de barras de proteínas (SCHARDONG, I. S. et al., 2019).

No entanto, a regulamentação para a produção de insetos no Brasil para a alimentação animal e humana continua em desenvolvimento. O Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) permite a criação e abate em estruturas favoráveis a criação, mas a Anvisa ainda não possui critérios específicos para alimentação de insetos, tornando-se um obstáculo para a expansão do mercado (FAPESP, 2024).

Para outros países a produção de grilos para o consumo humano vem tendo destaque. Em regiões como a Ásia, África e América Latina, os grilos são empregados em diversas aplicações, que vão desde a ração animais até a fabricação de barras de proteínas. Além disso, o consumo de grilos é comum e faz parte de cultura alimentar dessas regiões (BARENNE; PHIMMASANE; RAJAONARIVO, 2015).

Apesar dos claros benefícios associados ao uso de insetos como fonte alternativa de proteínas, a relutância apresenta um problema na aceitação se tornando um obstáculo para a produção em larga escala e posteriormente para o consumo desses alimentos (CASTRO et al., 2018; GERE et al., 2017).

Desse modo, desenvolver uma regulamentação necessária para a criação em larga escala é essencial para otimizar a eficiência da produção. Além disso, é fundamental também considerar a sustentabilidade, explorando o uso de subprodutos da indústria alimentícia como componentes para a alimentação dos insetos. Nesse contexto, a realização de pesquisas sobre dietas adequadas para a criação massal de insetos, visando tanto o bom desenvolvimento dos grilos quanto o uso eficiente de recursos sustentáveis faz-se necessária.

Este trabalho visa estabelecer a criação de *Gryllus assimilis* com base em uma dieta específica,

considerando suas necessidades nutricionais e parâmetros biológicos ao final do processo de desenvolvimento. O intuito é não apenas aumentar a eficiência da produção, mas também contribuir para a viabilidade econômica da criação de grilos em larga escala, promovendo o uso de ingredientes sustentáveis.

2 OBJETIVOS GERAL

- Avaliar os parâmetros biológicos de *Gryllus assimilis* alimentados com dieta à base de bagaço de malte.

3 ESPECÍFICOS

- Comparar os seguintes parâmetros biológicos de *Gryllus assimilis* em uma dieta à base de bagaço de malte e uma dieta base proposta pela FAO:
- Tempo do desenvolvimento jovem;
- Mortalidade;
- Peso de adultos;
- Fertilidade e viabilidade dos ovos.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Segurança alimentar e entomofagia

Segundo estudo realizados pela FAO em 2012, estima-se que a população mundial atingirá cerca de 9 bilhões de pessoas até 2050 (ONU, 2012). Esse crescimento demográfico traz desafios significativos para a produção de alimentos, especialmente no setor de carnes (BOLAND et al., 2013). Segundo a FAO (2021), a produção de carne pode não conseguir acompanhar o ritmo de crescimento populacional, resultando em um déficit entre a oferta e a demanda. Com o crescimento contínuo da população global, a necessidade de alimento aumentará significativamente.

Para garantir a segurança alimentar e nutricional, é essencial adotar estratégias que promovam a eficiência e a sustentabilidade na produção de alimentos. Isso inclui investir em prática agrícola mais eficiente, melhorando a gestão dos recursos naturais e promover dietas mais saudáveis e equilibradas. Essas medidas são fundamentais para assegurar a disponibilidade de alimentos e a sustentabilidade do sistema agroalimentar (FAO, 2021).

Consequentemente, o consumo de insetos, por ser menos agressivo ao meio ambiente em comparação com a pecuária, desperta maior interesse por dietas mais sustentáveis (MILÃO EXPO, 2015). Embora a entomofagia (consumo de insetos como alimento) seja uma prática comum desde os

primeiros seres humanos (SPONHEINER et al., 2005), ela não é tradicional nos países ocidentais, incluindo o Brasil. No entanto, dadas as preocupações ambientais e os benefícios nutricionais associados à entomofagia, a atitude dos países ocidentais tende a mudar.

No Brasil, essa mudança de perspectiva vem se transformando gradualmente, com a produção de insetos para alimentação humana ganhando espaço. A startup Hakkuna é um exemplo notável nesse setor, utilizando grilos (*Gryllus assimilis*) como matéria-prima para a produção de alimentos. A empresa desenvolveu um sistema semiautomático para a produção em larga escala, focando na sustentabilidade. Essa alternativa inovadora destaca-se pelo seu potencial nutritivo, especialmente na produção de barras de proteínas e snack com também suplementos, como o whey protein (SCHARDONG, I. S. et al., 2019).

Outra empresa relevante é a Protin Biotech, que concentra seus esforços na criação da mosca soldado negro (*Hermetia illucens*). Seu mercado atual é o pet, produzindo petiscos e ração, vale destacar que a empresa obteve autorização do Ministério da Agricultura para a produção em larga escala (SCHARDONG, I. S. et al., 2019).

Enquanto o Brasil está dando seus primeiros passos nesse mercado, empresas internacionais também estão aderindo a essa tendência. Um exemplo notável é a startup europeia Ynsect, que se destaca pela sua abordagem inovadora.

A Ynsect é especializada na produção de produtos à base de insetos para o consumo humano e animal. Seu portfólio de produtos inclui barras de proteínas, farinha e outros produtos ricos em proteínas de grilos e gafanhoto. Além disso, a empresa desenvolve biofertilizante a partir de resíduos gerados durante o processamento na produção (SCHARDONG, I. S. et al., 2019).

Outro exemplo é a BurgFoudantion, empresa alemã que produz hambúrgueres contendo uma mistura de proteínas compostas por 45% de soja e larvas do besouro (*Alphitobius diaperinus*), conhecido no Brasil como cascudinho. Segundo o fabricante, os hambúrgueres têm sabores semelhantes ao de semente de girassol ou amendoim. Os insetos são criados na Holanda, um dos primeiros países ocidentais a permitir a venda e o consumo de alimentos contendo insetos na sua composição (TUNES, 2020).

Essas iniciativas trazem ideias para a produção e comércio de alimentos à base de insetos, destacando os benefícios do consumo de insetos como proteínas, lipídios e micronutrientes (VAN HUIS et al., 2013). Além disso, é crucial destacar que, a criação de insetos oferece vantagens significativas do ponto de vista ambiental, incluindo menor produção de amônia e emissão de gases de efeito estufa (GEE), quando comparados à produção de carne bovina (OONINCX et al., 2010), além de necessitar de pouca área agrícola (OONINCX et al., 2012).

Nesse contexto, a utilização de produtos derivados de insetos para alimentação humana é cada vez mais considerada uma alternativa viável aos alimentos tradicionais de origem animal, como ovos, leite, peixes e carnes. Esse reconhecimento deve-se principalmente devido ao seu conteúdo significativo em proteínas e aminoácidos essenciais, bem como em outros nutrientes, tais como ácidos graxos, vitaminas e minerais (CADINU et al., 2020; RUMPOLD e SCHLUTER, 2013). Portanto, a inclusão de insetos na dieta humana apresenta-se como uma solução promissora tanto para a saúde humana quanto para a sustentabilidade ambiental.

4.2 Grilos e alimentação humana e animal

A utilização de insetos como fonte de alimento tem ganhado atenção crescente como uma alternativa sustentável e nutritiva às fontes tradicionais de proteína (HALLORAN et al. 2018; SOGARI et al. 2019). No entanto, a falta de regulamentações claras sobre o uso de insetos para consumo humano e animal nos países ocidentais representa uma barreira significativa para o desenvolvimento deste mercado emergente.

Desde janeiro de 2018, todos os produtos à base de insetos destinados ao consumo humano na União Europeia estão sujeitos a regulamentação (UE) 2015/2283 sobre novos alimentos. Este regulamento estabelece que as empresas precisam solicitar aprovação a Comissão Europeia (CE) e passar por uma avaliação científica pela EFSA (European Food Safety Authority) antes de comercializar esses produtos. De acordo com essa regulamentação, os insetos destinados para consumo humano, devem ser criados em condições sanitária controlada, segundo rigorosos padrões de higiene e produção. A criação deve ser feito especificamente para o consumo humano, assegurando que os insetos sejam saudáveis e limpos. É obrigatório que o nome científico seja claramente indicado na embalagem dos produtos à base de insetos.

Recentemente, o Regulamento de Execução de Comissão (2021/882) autorizou o consumo humano de larva de farinha de besouro *Tenebrio molitor*. Em agosto de 2021, a União Europeia aprovou o Regulamento da Comissão (2021/1372), que permite o processamento de proteínas de insetos em ração para suínos e aves para o consumo de produtos de origem animal alimentados com insetos (OLIVEIRA et al. 2021).

Nos EUA, a regulamentação do consumo de insetos para humanos continua em desenvolvimento e não é totalmente definida. A Food and Drug Administration (FDA) é responsável por essa regulamentação, mas atualmente não possui diretrizes específicas para alimentos à base de insetos. Desde que estejam seguros para o consumo, limpos e produzidos em condições sanitárias adequadas, atendendo aos mesmos requisitos de higiene e segurança de outros produtos alimentares, os insetos podem ser utilizados como alimento. Os produtos devem seguir o processo de boas práticas de fabricação e não podem ser retirados diretamente da natureza para garantir a qualidade e segurança

do produto (VAN HUIS, 2016).

No Brasil, a regulamentação sobre o uso de insetos como alimento está em desenvolvimento (COSTA et al., 2021). Entretanto, ainda não há legislação específica que trate do uso de insetos na alimentação humana. Para haver uma regulamentação necessária, um produto a base de insetos precisa passar pelo MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), que regula os produtos de origem animal, seja para o consumo humano ou animal, e pela ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), responsável por liberar novos ingredientes destinados à alimentação humana.

Para o MAPA, é permitido a criação, abate e produção dos alimentos no mesmo local, caso seja independente e possua condições sanitárias adequadas para a produção (BRASIL, 2020). Contudo, atualmente a Anvisa só autoriza o consumo de insetos para a alimentação animal e não para o consumo humano. Segundo a própria ANVISA, “ a população brasileira não tem o hábito de consumir insetos como alimentos e, portanto, as empresas que demonstrarem interesse em integrar insetos em seus produtos precisam solicitar junto a ANVISA a avaliação de segurança”. Permitindo a produção e uso de insetos desde que as condições e finalidades para uso sejam seguras para o consumidor (ALVIN, M., 2018).

Um dos principais desafios é a falta de regulamentações específicas que normatizem a criação, alimentação e composição nutricional dos insetos, bem como os padrões sanitários dos produtos derivados. A ausência de normas claras dificulta o controle e a garantia da segurança alimentar, além de limitar o acesso dos consumidores a informações adequadas sobre os produtos. O *Codex Alimentarius*, estabelecido pela FAO e OMS, ainda não cobre disposições legais específicas para o uso de insetos na alimentação humana e animal. Portanto, é crucial que os reguladores desenvolvam padrões para avaliar os riscos potenciais associados ao uso de insetos, tanto em termos de espécies quanto de quantidades permitidas. Sem essas regulamentações, os produtores enfrentam incertezas que podem impedir investimentos e inovação no setor (VAN HUIS, et al., 2013).

Além disso, estudos de diversos autores reconhecem os insetos como uma fonte alternativa de proteína tanto para humano quanto para animais. Segundo Sánchez Muros et al. (2014) e Collavo et al. (2005), os insetos possuem um perfil nutricional rico, contendo proteínas, gorduras insaturadas, vitaminas e minerais essenciais. Essas características nutricionais tornam os insetos uma opção promissora para diversificar e enriquecer a dieta humana e animal (DOSSEY, MORALES, ROJAS; 2016). Análises indicam que as farinhas de insetos têm grande potencial na alimentação, oferecendo uma concentração de proteínas entre 46% e 65%, superior a muitas fontes de vegetais, como feijão, lentilha e soja (RAMOS, GONZÁLEZ, HERNÁNDEZ, PINO; 2002). Essa característica torna os insetos uma excelente opção para formulação de produtos tanto para o consumo humano quanto para rações animais. Contudo, sem regulamentações adequadas, o potencial nutricional dos insetos não

podem ser plenamente explorando nem garantido.

Portanto, a importância da regulamentação do uso do inseto como fonte de alimento também se reflete no cenário internacional. Nos países ocidentais essa regulamentação é fundamental para promover a segurança alimentar e incentivar a aceitação desta prática sustentável (BARENNE; PHIMMASANE; RAJAONARIVO, 2015). Enquanto alguns progressos foram feitos em países como a Alemanha e Países Baixos, a maioria das nações ocidentais ainda carece de um quadro regulatório abrangente (KITSACK, 1989). O desenvolvimento de normas claras e a promoção de estudos científicos sobre a segurança e os benefícios dos insetos comestíveis são passos essenciais para superar as barreiras atuais e integrar esta prática ao mercado global de alimentos. Assim, a criação de um ambiente regulatório favorável não só estimularia a inovação e o crescimento do mercado, mas também garantiria a segurança e qualidade dos produtos oferecidos aos consumidores.

4.3 Exigências nutricionais de *Gryllus assimilis*

A criação de *Gryllus assimilis*, popularmente conhecida como grilos, tem despertado interesse devido às suas qualidades nutricionais e potencial como fonte de alimentos para animais e até mesmo para o consumo humano. Estudos recentes destacam a versatilidade desses insetos onívoros, que se alimentam de uma ampla variedade de materiais vegetais e até mesmo animais.

Conforme relatado por Sánchez-Muros et al. (2014) e Collavo et al. (2005), *Gryllus assimilis* possui perfil nutricional especial, contendo elevadas quantidades de proteínas, gorduras insaturadas, vitaminas e minerais essenciais. Conforme demonstrado por Dossey, Morales-Ramos e Roja (2016), essas características nutricionais tornam os grilos uma opção promissora para diversificação e enriquecimento da dieta humana e animal.

Para criar grilos em cativeiro com eficácia, é necessária uma alimentação variada e balanceada. As opções incluem alimentos frescos, como vegetais (cenoura, batata-doce, couve) e frutas (maça, bananas), bem como rações comerciais específicas para grilos, conforme sugerido por Ramos-Elorduy et al. (2002). Essas dietas não apenas apoiam o desenvolvimento saudável, mas também impactam diretamente a qualidade nutricional dos insetos produzidos.

No entanto, a reprodução bem-sucedida do grilo também depende das condições ambientais adequadas. Temperaturas entre 25–30 °C e umidade controlada são essenciais para o crescimento e reprodução do grilo, conforme discutido por Collavo et al. (2005). Além disso, a qualidade do substrato utilizado e o manejo adequado da colônia são fatores importantes para garantir um ambiente propício ao desenvolvimento nutricional ideal dos insetos.

A criação de grilos requer, portanto, uma abordagem integrada que tenha em conta as

necessidades nutricionais e as condições ambientais do insecto, bem como práticas de gestão adequadas. Com base nas evidências científicas disponíveis, o potencial dos grilos pode ser explorado não apenas como fonte alimentar sustentável, mas também como um componente importante de sistemas alimentares mais diversificados e resilientes.

4.4 Parâmetros bioquímicos do bagaço de malte

O bagaço de malte é um resíduo orgânico gerado na primeira fase da fabricação de cerveja, produzido durante a extração do mosto. Este processo envolve o cozimento do malte moído com outros ingredientes e, após a filtração, o bagaço de malte é obtido. Este subproduto é amplamente utilizado na produção de ração animal (CORDEIRO et al., 2012) devido à sua composição rica em nutrientes, principalmente pela casca da cevada maltada. Sendo o principal subproduto das cervejarias, o bagaço de malte está disponível durante todo o ano, com custo acessível e em excesso (MUSSATTO, DRAGONE, ROBERTO, 2006).

Análises realizadas por Cordeiro (2011) indicam que o bagaço de malte contém 75,5% de água, 15,5% de açúcares, 1,3% de minerais, 4% de fibras, 5,4% de proteínas e 2,4% de gorduras, considerando esses valores em base seca. De acordo com McCarthy et al. (2012), o bagaço de malte é usado como um componente das rações para animais, especialmente ruminantes, por ser uma fonte significativa de proteínas e fibras, além de conter todos os aminoácidos essenciais quando combinado com fontes de nitrogênio, como a ureia. As proteínas são vitais para o crescimento e reparação dos tecidos, enquanto as fibras auxiliam na digestão. Além disso, os minerais e vitaminas presentes no bagaço de malte contribuem para a saúde geral dos animais (MCCARTHY et al., 2012).

4.5 Dieta de bagaço de malte como fonte de alimentação para insetos

A utilização do bagaço de malte na alimentação é explorada em diversos estudos, não apenas para insetos, mas também para vacas-leiteiras, para mitigar o desperdício e promover práticas alimentares mais sustentáveis. Geron e Zeoula (2007) destacam que o aproveitamento do bagaço de malte na dieta de vacas-leiteiras não só reduz o descarte desse subproduto da indústria cervejeira, mas também diminui a necessidade por outra fonte de ração, potencialmente mais impactantes ao meio ambiente.

Além disso, estudos feitos por Nascimento e Ghesti (2023) evidenciam que os insetos como *Tenebrio molitor*, *Hermetia illucens*, *Acheta domesticus* e *Gryllus bimaculatus* podem se beneficiar significativamente do bagaço de malte em suas dietas. O bagaço de malte oferece uma fonte rica em proteínas, fibras e outros nutrientes essenciais para o crescimento saudável e desenvolvimento reprodutivo desses insetos.

A sustentabilidade ambiental também é um aspecto relevante nesses estudos. Fialho (2021) argumenta que o uso do bagaço de malte na alimentação de insetos pode contribuir para a redução do desperdício e das emissões de gases de efeito estufa. Além do que a criação de insetos como alternativa alimentar não apenas diminui a pressão sobre recursos naturais escassos, mas também fornece uma fonte nutritiva e sustentável de alimento, alinhando-se com as necessidades de uma produção alimentar mais responsável (MAHAN, ESCOTT-STUMP, 2013; VAN HUIS ET AL., 2013).

Essa prática ressalta a importância de qualidade nutricional das dietas na criação de insetos, especialmente em contexto de produção em larga escala. Barennes, Phimmasane e Rajaonarivo (2015) sublinham que a otimização das dietas com ingredientes como o bagaço de malte não apenas melhora o crescimento e a eficiência alimentar dos insetos, mas também promove um ciclo mais fechado de aproveitamento de recursos na agricultura.

Assim, o uso do bagaço de malte como fonte alimentar não só apresenta potencial para reduzir o desperdício e o impacto ambiental, mas também pode melhorar a eficiência produtiva e nutricional desse sistema, contribuindo para práticas agrícolas mais sustentáveis e uma economia alimentar mais circular e integrada.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Criação de *Gryllus assimilis*

As ninfas de *Gryllus assimilis* foram criadas no laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Laranjeiras do Sul-PR, em sala climatizada (T: 28 ± 2 °C, UR: $70 \pm 10\%$, Fotófase: 12h). A população inicial será obtida através da compra de matrizes, que serão reproduzidas até a obtenção de população suficiente para realizar os experimentos.

Para a criação, as gaiolas (Figura 1) foram confeccionadas utilizando caixas plásticas de 50 Litros, com a tampa perfurada e recoberta com tela anti mosquitos, a fim de permitir trocas gasosas. Foram dispostas caixas de ovos, para os insetos poderem se esconder. Ninfas e adultos foram alimentados com uma ração formulada contendo farelo de milho (55%), farelo de soja (35%), óleo de milho (6%), sal (1%), fosfato bicálcico (2%), e carbonato de cálcio (1%) em formato “*ad libitum*”. Nas caixas de criação (ninfas), a população foi de até 500 insetos por gaiola.

Figura 1: Gaiolas (caixas plásticas de 50 litros) utilizadas para a criação de *Gryllus assimilis*



FONTE: ALMEIDA, 2022.

Biologia de *Gryllus assimilis*

O ensaio foi conduzido em sala climatizada com temperatura e umidade relativa de 28 ± 2 °C e $70 \pm 10\%$, respectivamente, e fotófase de 12 horas. Para o estudo da fase imatura, foram utilizadas 400 ninfas recém-eclodidas (até 24h), provenientes da criação massal e mantidas em gaiolas plásticas de $0,29 \text{ m} \times 0,16 \text{ m} \times 0,10 \text{ m}$, na proporção de 20 ninfas por gaiola. A alimentação dos insetos ocorreu com duas diferentes dietas (Tabela 1) e foram supridos com água fornecida em placas de Petri com algodão. Nas gaiolas (Figura 2), foram acondicionados pedaços de bandejas para ovos, para aumentar a superfície interna e diminuir o canibalismo.

Figura 2: Gaiolas na sala de criação



FONTE: ALMEIDA, 2022.

Para a avaliação da fase adulta, foram utilizados dez casais mantidos separados em gaiolas

plásticas (Figura 3) de 0,29 m × 0,16 m × 0,10 m, nas mesmas condições empregadas para as ninfas. Como substrato de oviposição, foi utilizado um recipiente plástico de 4 cm de diâmetro por 1 cm de altura, contendo uma camada de 1 cm de algodão umedecido.

Figura 3: Gaiolas com macho e fêmea



FONTE: ALMEIDA, 2022.

Observações diárias eram realizadas, avaliando-se a duração e viabilidade do período ninfal, mortalidade das ninfas, peso dos adultos, fertilidade e viabilidade dos ovos.

A viabilidade dos ovos foi obtida retirando-se, diariamente, o número total de ovos produzidos por casal. Esse procedimento foi repetido durante todo o período de oviposição. Após a retirada, os ovos eram mantidos em placas de Petri (Figura 4) contendo papel filtro, em umidade de saturação e vedadas com tampa plástica até a eclosão das ninfas.

Figura 4: Placas de Petri com algodão (ovos)



FONTE: ALMEIDA, 2022

6 Delineamento experimental e análise dos dados

O estudo foi realizado em bloco causalizado com 2 tratamentos (Tabela 1) e 10 repetições. Os resultados foram avaliados pela análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste (Canteri et al., 2001).

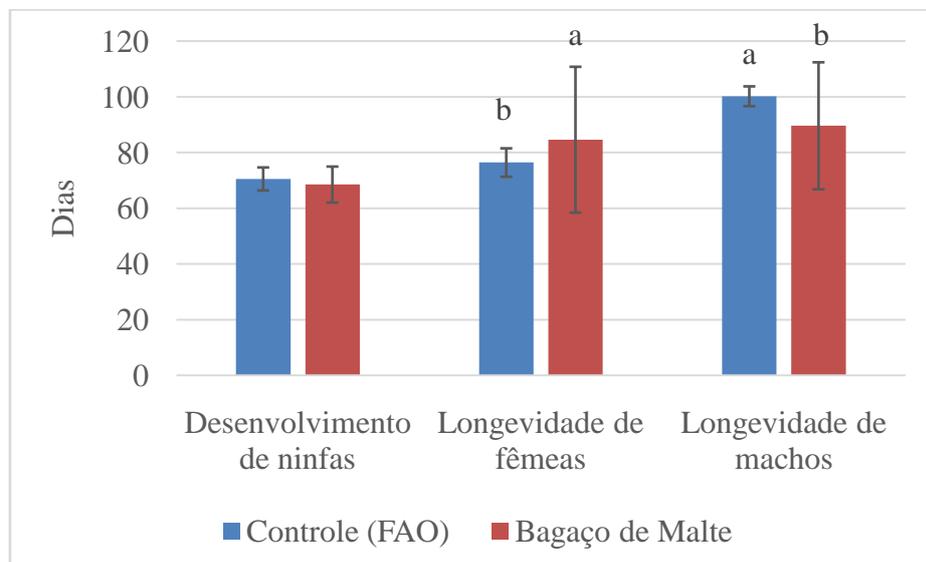
Tabela 1: Composição das dietas utilizadas para alimentação de *Gryllus assimilis*.

Ingredientes	Gramas (Dieta Controle)	Gramas (Dieta Bagaço de Malte)
Farelo de milho	550	260
Farelo de soja	350	120
Bagaço de malte	-	500
Óleo de milho	54 ml	72 ml
Sal	10	10
Fosfato bicalcico	20	20
Carbonato de cálcio	10	10

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo de desenvolvimento das ninfas (Figura 5) foi semelhante, independente da alimentação, sendo em média de 70,5 e 68,5 dias para as dietas controle (FAO) e com bagaço de malte. No entanto, a longevidade de fêmeas na dieta contendo bagaço de malte com média de 84,6 dias, enquanto a longevidade de machos na dieta controle foi de 100,2 dias.

Figura 5: Média \pm EPM do tempo de desenvolvimento da fase jovem (dias), longevidade de fêmeas e machos de *Gryllus assimilis* alimentados com duas dietas



Médias com letras diferentes apresentam diferença pelo teste T. *: Não significativo para o teste T.

Isso sugere que o Bagaço de Malte, apesar das propriedades nutricionais, ele não interfere significativamente no tempo necessário para o desenvolvimento das ninfas em comparação com a dieta Controle. A falta de diferença relevante nesta fase indicam que ambas as dietas atendem às necessidades nutricionais básicas do desenvolvimento ninfal de maneira semelhante

Além disso, ao examinar os dados de desenvolvimento ninfal, constatou-se que não houve diferenças consideráveis entre os tratamentos, sendo o tempo médio de desenvolvimento para ambos os grupos de aproximadamente 63 dias. Contudo, reforça a ideia de que o bagaço de malte não prejudica o desenvolvimento das ninfas em comparação com a dieta controle, sugerindo que ambas as dietas atendem aos requisitos nutricionais básicos.

Em comparação, longevidade das fêmeas tratadas com Bagaço de Malte viveram significativamente mais, com média de 84,6 dias, em comparação com 75 dias na Dieta Controle. Esta diferença estatisticamente significativa (indicada pelas letras “a” e “b” no gráfico) sugere que o Bagaço de Malte pode fornecer benefícios nutricionais adicionais que podem prolongar a vida das fêmeas. Pesquisas anteriores validam esta observação, mostrando que dietas ricas em fibras e outros nutrientes específicos, como as encontradas no Bagaço de Malte, podem prolongar a vida dos insetos (SMITH et al., 2019).

No entanto, os resultados para a longevidade dos machos foram inversos. A expectativa de vida média dos machos alimentados com a Dieta Controle foi de aproximadamente 100 dias, expressivamente maior do que a dos machos alimentados com Bagaço de Malte, que teve uma expectativa de vida média de 85 dias.

Esta diferença sugere que, embora o Bagaço de Malte possa ser benéfico para as fêmeas, ele pode não ser tão adequado para os machos, possivelmente devido a diferenças nas necessidades nutricionais entre os sexos. Da mesma forma, o estudo de Fonseca, F. L et al. (2005) destacam que a composição da dietas tem efeitos diferentes na expectativa de vida de machos e fêmeas em diferentes espécies de insetos.

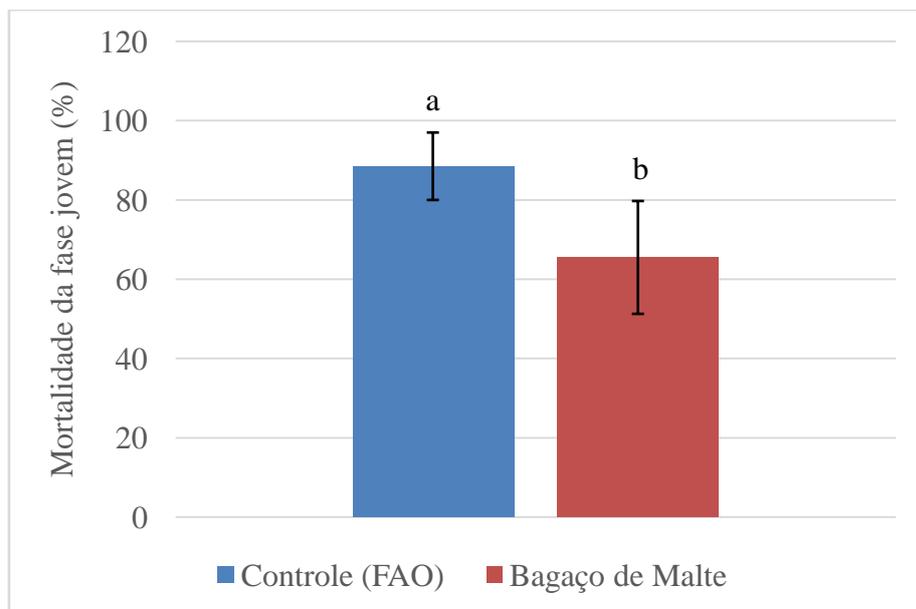
Em resumo, os resultados deste estudo indicam que o bagaço do malte pode servir como uma alternativa viável ao controle (FAO) para o desenvolvimento ninfal sem afetar esta fase. No entanto, os efeitos na longevidade variam entre sexos, beneficiando as fêmeas enquanto reduzem a longevidade dos machos. Pesquisas futuras deverão investigar as razões por trás dessas diferenças e considerar modificações na dieta para otimizar os benefícios para ambos os sexos.

Observando-se que a maior longevidade nas fêmeas alimentadas com dieta contendo Bagaço

de Malte pode ser explicada pela presença significativa de carboidratos, açúcares e lipídios nessa fonte alimentar. Uma possível explicação para esse fenômeno é que dietas ricas em carboidratos e gorduras, como o Bagaço de Malte, podem contribuir para a longevidade das fêmeas. Por exemplo, o Bagaço de Malte contém cerca de 15,5% de carboidratos, 5,4% de proteínas e 2,4% de lipídios em sua composição (CORDEIRO, 2011). Dessa forma, é possível inferir que, enquanto a dieta de Bagaço de Malte prolongou a longevidade das fêmeas, ela não teve o mesmo efeito nos machos, cuja longevidade foi reduzida em comparação com a dieta controle.

Além disso, o Bagaço de Malte demonstrou reduzir significativamente a mortalidade na fase jovem (Figura 6), com uma taxa de aproximadamente 65% em comparação aos 85% do grupo controle (FAO). Essa diminuição na mortalidade sugere que o Bagaço de Malte possui propriedades benéficas que melhoram a sobrevivência dos indivíduos nessa fase inicial.

Figura 6: Média \pm EPM da mortalidade de ninfas de *Gryllus assimilis* alimentados com duas dietas.



Médias com letras diferentes apresentam diferença pelo teste T.

A diferença entre as taxas de mortalidade dos dois grupos é estatisticamente significativa, conforme indicado pelas letras diferentes (a e b) abaixo da figura, confirmando que o tratamento com Bagaço de Malte tem um efeito real na redução da mortalidade. A ausência de elementos nutricionais essenciais encontrados no Bagaço de Malte pode ter contribuído para maiores taxas de mortalidade na Dieta Controle. É possível que a Dieta Controle (FAO) não forneça nutrição suficiente ou balanceada, resultando em deficiências que aumentam a mortalidade entre os jovens. Em contrapartida, o Bagaço de Malte, um subproduto da produção de cerveja, é abundante em fibras, proteínas e antioxidantes, o que pode melhorar a saúde e a resiliência dos insetos.

Além disso, fontes proteicas têm sido estudadas por seu potencial como probióticas, estimulando a proliferação de bactérias benéficas no trato digestivo, como demonstrado por Van Peer et al. (2021) em suas pesquisas com larvas de *Tenebrio molitor*, *Acheta domesticus* e *Locusta migratoria*. Este estudo exemplifica como certos componentes alimentares, incluindo aqueles encontrados em resíduos como o Bagaço de Malte, podem favorecer o crescimento de microorganismos benéficos, sugerindo um potencial para explorar esses recursos na promoção da saúde intestinal.

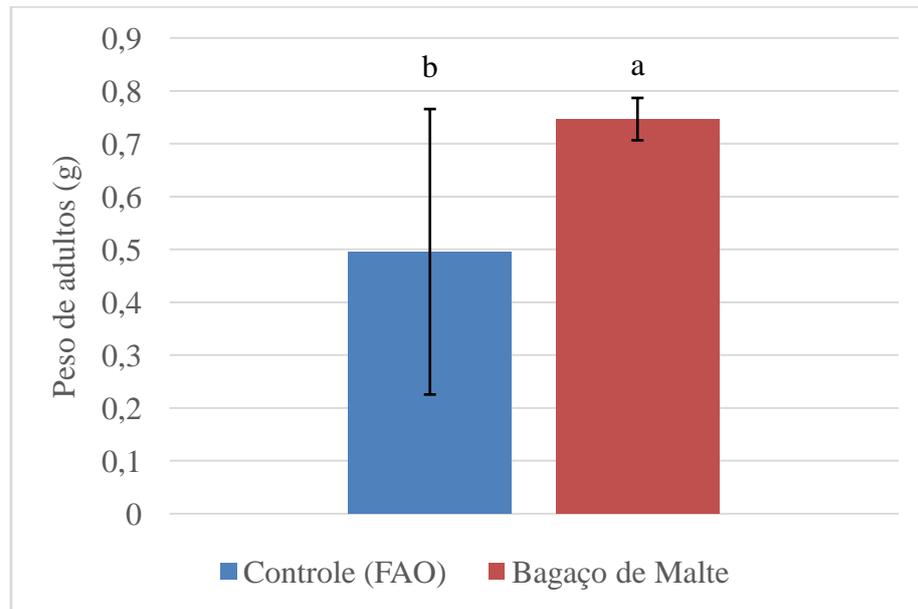
A presença de compostos antioxidantes no Bagaço de Malte também auxilia na redução do estresse oxidativo e da inflamação em insetos, aumentando suas chances de sobrevivência (D'ANTONIO et al. 2021). Em contraste, a Dieta Controle aumentou provavelmente a ocorrência de canibalismo devido a fatores de estresse nutricional, um comportamento prevalente entre diversas espécies de insetos.

Insetos privados de nutrientes vitais na Dieta Controle podem apresentar maior agressividade e recorrer ao canibalismo para adquirir os nutrientes necessários para sua sobrevivência. Pesquisas como a de Alabi et al. (2008) indicam que o canibalismo tende a aumentar em condições de baixo teor de nutrientes. Portanto, a dieta com Bagaço de Malte não induz deficiência nutricional, possivelmente suprimindo respostas canibais devido à baixa mortalidade e sua natureza nutritiva adequada.

Os resultados indicam que o Bagaço de Malte pode ser uma alternativa eficaz na redução da mortalidade de insetos na fase juvenil, devido às suas propriedades nutricionais, efeitos probióticos e compostos antioxidantes. A análise dos dados mostrou que o tratamento com Bagaço de Malte reduziu significativamente a mortalidade na fase juvenil em comparação com o controle (FAO). Esta descoberta é respaldada por estudos que demonstram os benefícios de subprodutos ricos em nutrientes para a saúde e o desempenho dos insetos. As propriedades nutricionais, probióticas e antioxidantes do Bagaço de Malte podem contribuir para este efeito positivo. Estudos futuros deverão explorar detalhadamente os mecanismos pelos quais o Bagaço de Malte melhora a sobrevivência, além de investigar sua aplicabilidade em diferentes ambientes e espécies de insetos.

Além dos benefícios na redução da mortalidade, os resultados também indicam um impacto positivo do Bagaço de Malte no ganho de peso dos grilos (Figura 7). Observa-se que os grilos alimentados com Bagaço de Malte apresentaram um peso médio consideravelmente maior, de 0,75 g, em comparação com os grilos da dieta controle, que apresentaram um peso médio de 0,5 g. Esta diferença representa um aumento expressivo de 50% no peso médio dos grilos alimentados com Bagaço de Malte em relação aos grilos do grupo controle.

Figura 7: Média \pm EPM do peso de adultos de *Gryllus assimilis* alimentados com duas dietas



Médias com letras diferentes apresentam diferença pelo teste T.

Os resultados indicam que o Bagaço de Malte pode ser uma alternativa eficaz na redução da mortalidade de insetos na fase juvenil, devido às suas propriedades nutricionais, efeitos probióticos e compostos antioxidantes. A análise dos dados mostrou que o tratamento com Bagaço de Malte reduziu significativamente a mortalidade na fase juvenil em comparação com o controle (FAO). Esta descoberta é respaldada por estudos que demonstram os benefícios de subprodutos ricos em nutrientes para a saúde e o desempenho dos insetos. As propriedades nutricionais, prebióticas e antioxidantes do Bagaço de Malte podem contribuir para este efeito positivo.

Além dos benefícios na redução da mortalidade, os resultados também indicam um impacto positivo do Bagaço de Malte no ganho de peso dos grilos. Observa-se que os grilos alimentados com Bagaço de Malte apresentaram um peso médio consideravelmente maior, de 0,75 g, em comparação com os grilos da dieta controle, que apresentaram um peso médio de 0,5 g. Esta diferença representa um aumento expressivo de 50% no peso médio dos grilos alimentados com Bagaço de Malte em relação aos grilos do grupo controle. Portanto, o Bagaço de Malte não apenas melhora a sobrevivência dos insetos na fase juvenil, mas também promove um ganho de peso significativo. Este duplo benefício reforça o potencial do Bagaço de Malte como um componente valioso em dietas para criações de grilos em larga escala.

O ganho de peso em grilos pode ser influenciado por diversos fatores, incluindo a qualidade e o tipo de alimentação, as condições ambientais (como temperatura e umidade), e a densidade populacional. Estudos indicam que a dieta é um dos fatores mais críticos. A composição nutricional dos alimentos, incluindo a proporção de proteínas, carboidratos, gorduras, vitaminas e minerais,

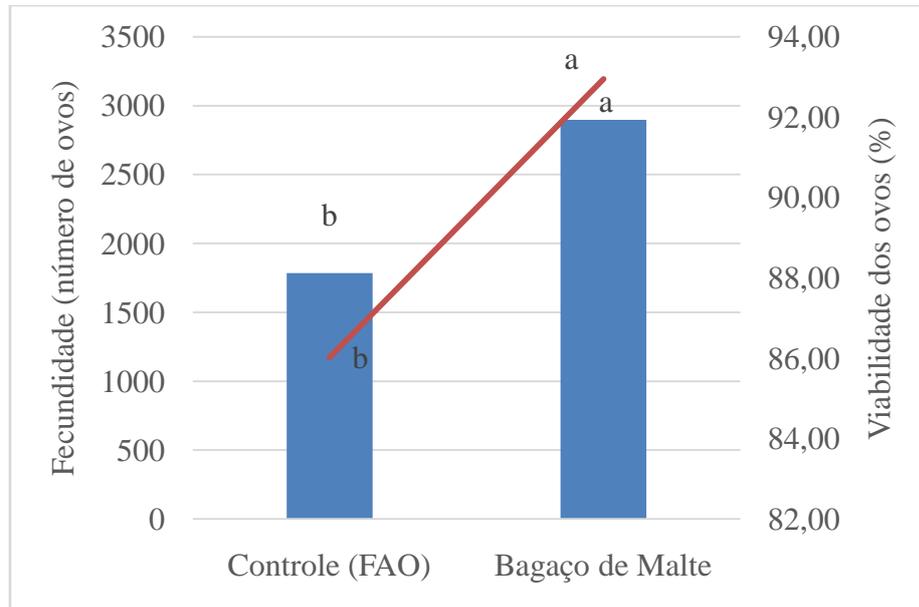
desempenha um papel vital no crescimento e desenvolvimento dos insetos (SMITH et al., 2019). No gráfico, o Bagaço de Malte parece proporcionar uma dieta mais rica ou mais balanceada em comparação com o controle, resultando em grilos mais pesados.

Grilos mais pesados em uma criação em larga escala podem ter várias implicações positivas. Primeiramente, grilos maiores geralmente significam um rendimento maior de biomassa por indivíduo, o que é benéfico para a produção de proteína de inseto, que tem se tornado uma alternativa sustentável à proteína animal tradicional (Doe et al., 2019). A produção de grilos mais pesados pode resultar em maior eficiência de conversão alimentar, significando que menos alimento é necessário para produzir a mesma quantidade de biomassa, reduzindo assim os custos de produção (VAN HUIS, A. et al., 2013). Além disso, grilos maiores podem ter uma melhor aceitação no mercado, tanto para consumo humano quanto para ração animal, devido à percepção de maior valor nutricional e rendimento.

Em termos de sustentabilidade, uma criação mais eficiente e produtiva de grilos pode reduzir significativamente a pressão sobre os recursos naturais, uma vez que a produção de insetos geralmente requer menos água e terra do que a produção de carne tradicional (OLIVEIRA, F.A et al., 2020). O estudo demonstrado pelo gráfico indica que a utilização de Bagaço de Malte pode ser uma estratégia eficaz para aumentar o peso dos grilos, apresentando vantagens tanto econômicas quanto ambientais para a criação em larga escala. Este achado é respaldado por diversos artigos científicos que exploram os benefícios de dietas alternativas e de alta qualidade para insetos (VAN HUIS, 2016; PILCO-ROMERO et al., 2023; SERGIY S. et al., 2023).

Além disso, a fecundidade e a viabilidade (Figura 8) dos ovos de grilos alimentados com duas dietas diferentes revelaram resultados distintos. As fêmeas alimentadas com a dieta controle (FAO) apresentaram uma média de cerca de 1500 ovos, enquanto aquelas alimentadas com a dieta contendo bagaço de malte mostraram uma fecundidade significativamente maior, com aproximadamente 3000 ovos. Em termos de viabilidade dos ovos, ambas as dietas demonstraram resultados positivos para criação em larga escala, com a dieta controle alcançando uma taxa ligeiramente abaixo de 90%, enquanto a dieta com bagaço de malte alcançou aproximadamente 92%.

Figura 8: Média \pm EPM da fecundidade e viabilidade dos ovos de *Gryllus assimilis* alimentados com duas dietas.



Médias com letras diferentes apresentam diferença pelo teste T.

Esses resultados podem ser atribuídos às propriedades nutricionais do bagaço de malte, que pode proporcionar um ambiente mais favorável para o desenvolvimento dos ovos. Estudos como o de Muzzatti, M. J. Et al., (2024) destacam a importância de dietas balanceadas na reprodução de insetos, sugerindo que ingredientes específicos podem otimizar a fecundidade. O bagaço de malte, rico em nutrientes essenciais, poderia ser um fator determinante para o aumento observado.

No entanto, é crucial considerar outros fatores que podem influenciar a fecundidade e a viabilidade dos ovos, tais como as condições ambientais e o manejo dos organismos estudados. Robert b. Srygley, (2014) discutem como variáveis ambientais como temperatura, umidade e densidade populacional podem impactar significativamente a reprodução de grilos. Além disso, práticas de manejo, incluindo a frequência de alimentação e a qualidade do habitat, são fatores críticos.

A viabilidade superior à 80% observada em ambas as dietas está conforme os padrões relatados em criações de larga escala. Por exemplo, Oonincx et al. (2010) reportam que a manutenção de alta viabilidade é essencial para a produção eficiente de insetos comestíveis, reforçando a validade dos resultados obtidos neste estudo.

Os resultados do gráfico indicam que a dieta com bagaço de malte favorece significativamente a fecundidade das fêmeas de grilos sem comprometer a viabilidade dos ovos. Isso sugere que a incorporação de bagaço de malte pode ser uma estratégia nutricional eficaz para otimizar a produção de grilos em larga escala. No entanto, para uma aplicação prática, é fundamental continuar explorando como fatores ambientais e práticas de manejo interagem com a dieta para influenciar a reprodução dos

grilos.

8 CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que o bagaço de malte é um componente alimentar viável para a criação de *Gryllus assimilis*, promovendo um crescimento saudável e sustentável dos grilos através da avaliação de parâmetros como peso, mortalidade e reprodução.

Os grilos alimentados com bagaço de malte apresentaram um peso adulto médio saudável, comparável aos alimentados com a dieta padrão da FAO. A mortalidade das ninfas foi monitorada, e os resultados indicaram que a dieta de bagaço de malte resultou em taxas de mortalidade em limites aceitáveis para uma criação sustentável. Além disso, a fertilidade e a viabilidade dos ovos foram analisadas, demonstrando que os grilos alimentados com bagaço de malte mantiveram uma boa capacidade reprodutiva, com taxas de fertilidade e viabilidade de ovos satisfatórias.

A regulamentação adequada é essencial para garantir a segurança e a aceitação dos insetos como alimento, contribuindo significativamente para a sustentabilidade e viabilidade econômica do mercado de insetos. A incorporação de subprodutos da indústria alimentícia, como o bagaço de malte, na criação de insetos não apenas promove o uso sustentável de recursos, mas também fortalece a viabilidade econômica e a sustentabilidade da produção de insetos em larga escala.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

A. HALLORAN, N. ROOS, J. EILENBERG, A.K. CERUTTI, S. BRUUN. **Avaliação do ciclo de vida de insetos comestíveis para proteína alimentar: uma revisão** Agron. Sustentar. Dev. (2016).

ABRAVES. **Um diferencial na produção de proteína Carne suína “made in Brasil” tem tecnologia e isso significa a melhor qualidade e o menor custo de produção.** Congresso ABRAVES-De16 a 19 de outubro 2013 –Centro sul-Florianópolis–SC.

ALEXANDER P, BROWN C, ARNETH A, DIAS C, FINNIGAN J, MORAN D, ROUNSEVELL MDA (2017) **Poderia o consumo de insetos, carne cultivada ou carne de imitação reduzir o uso global da terra agrícola?** Glob Food Secur 15:22-32.

ALABI T, MICHAUD JP, ARNAUD L, HAUBRUGE E. 2008. **A comparative study of cannibalism and predation in seven species of flour beetle.** *Ecological Entomology* 33, 761–726.

ÁVILA, F. **Envolverde, jornalismo & sustentabilidade.** Carbono Brasil. Oxfam alerta para o agravamento da crise alimentar. 2012.

ALVIN, M. Farinha de grilo e barrinhas de besouros: Estes brasileiros apostam em insetos como alimento. **BBC News Brasil**, 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-45634248>. Acesso em: 18 jul. 2024

AYKAN, N.F., Red Meat and Colorectal Cancer. **Oncology Reviews** 2015, 9, 288.

BARENNE, H.; PHIMMASANE, M.; RAJAONARIVO, C. Insect Consumption to Address Undernutrition, a National Survey on the Prevalence of Insect Consumption among Adults and Vendors in Laos. **PLOS ONE**, v. 10, n. 8, p. e 0136458, 28 ago. 2015.

BAKER M.A., SHIN J.T., KIM Y.W. Uma exploração e investigação do consumo comestível de insetos: os impactos da imagem e descrição sobre as percepções de risco e a intenção de compra. **Psicologia & Marketing**. 2016; 33 (2): 94–112.

BENTSEN, L.F. BUSSIÈRE **Grilos de campo masculinos de alta qualidade investem pesadamente em exibição sexual, mas falecem jovens** *Natureza*, 432 (7020) (2004), pp. 1024–1027.

BERNAYS EA (1982) **O inseto na planta um olhar mais atento**. Em: Visser JH, Minks AK (eds) *Procedimentos 5º internacional Simpósio sobre Relações Inseto-Planta*. Pudoc, Wageningen, pp. 3 ± 17.

BOLAND, M. J., RAE, A. N., VEREIJKEN, J. M., MEUWISSEN, M. P. M., et al., **The futuresupply of animal-derived protein for human consumption**. *Trends. Food Sci. Technol.* 2013,29,62-73.

D'ANTONIO, V. SERAFINI, M. BATTISTA, N. **Dietary Modulation of Oxidative Stress From Edible Insects: A Mini-Review**. *Frontiers in Nutrition*. 26 February 2021. Sec. Nutritional Epidemiology. Volume 8 - 2021

DOSSEY AT, MORALES-RAMOS JÁ, ROJAS MG, editors. **Insects as sustainable food ingredients: production, processing and food applications**. London: Academic ISSN Eletrônico 2178-3764 Veterinária e Zootecnia 12 Reis, TL, Dias ACC. *Farinha de insetos na alimentação de não ruminantes, uma alternativa alimentar Vet. e Zootec.* 2020; 27: 001–017. Press Elsevier; 2016.

C. XIAOMING, F. YING, Z. HONG, C. ZHIYONG Revisão do valor nutritivo dos insetos comestíveis, P.B. Durst, D.V. Johnson, R.N. Leslie, K. Shono (Eds.), **insetosda floresta como alimento: Humanos revidam** (2010), pp. 85–92.

CARRERA,M. Entomofagia humana. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 36:pag. 889 — 894.1992.

CASTRO, R. J. S., OHARA, A., AGUILAR, J. G. S., & DOMINGUES, M. A. F. (2018). **Nutritional, functional and biological properties of insect proteins: processes for obtaining, consumption and future challenges**. *Trends in Food Science & Technology*, 76, 82–89.

COLLAVO A, GLEW RH, HUANG YS, CHUANG LT, BOSSE R, PAOLETTI MG. House cricket smallscale farming [Internet]. In: Paoletti MG, editor. **Ecological implications of minilivestock: potential of insects, rodents, frogs and snails**. New Hampshire: Science Publishers; 2005 [cited 2020 Apr 28]. p. 519-544.

CORDEIRO, L. G.; EL-AOUAR, Â. A.; GUSMÃO, R. P. CARACTERIZAÇÃO DO BAGAÇO DE MALTE ORIUNDO DE CERVEJARIAS. **Revista Verde de Agroecologia e**

Desenvolvimento Sustentável, v. 7, n. 3, p. 20–22, 22 out. 2012. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1198/1284>. Acesso em: 19 jun. 2024.

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, V.1, N.2, p.18-24. 2001

COSTA NETO, E.M. **Insetos como fonte de alimento para o homem: valoração de recursos considerados repugnantes**. Interciência, v.28, n.3,pag. 136 — 140.2003.

CERRITOS FLORES, R., PONCE-REYES, R., & ROJAS-GARCÍA, F. (2014) **Explorando uma espécie de inseto de pragas *Sphenarium purpurascens* para consumo humano: repercussões ecológicas, sociais e econômicas**. *Journal of Insects as Food and Feed*, 1:75-84.

DA ROSA MACHADO, C.; THYS, R. C. S. **Cricket powder (*Gryllus assimilis*) as a new alternative protein source for glúten-free breads**. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 56, n. March 2019, p. 102180, 2019.

D.A. TZOMPA-SOSA, L. YI, H.J. van Valenberg, M.A. van Boekel, C.M. Lakemond **Perfil lipídado de insetos: métodos de extração aquoso versus orgânicos à base de solventes**. *Food Research International*, 62 (2014), pp. 1087-1094.

EURO PEAN COMISSION. *Novel Foods*. 201.

FAO - **Organização das Nações Unidas para Agricultura e alimentação. Incentiva o consumo de insetos em todo o mundo**, 2011.

FONSECA, F. L., MANFREDI-COIMBRA, S., FORESTI, J., KOVALESKI, A. **Efeito de dietas artificiais para a alimentação de adultos de *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae)**, em laboratório. *Ciência Rural*, 35(2005), 1229-1233.

FIALHO, A. T. S. et al. Nutritional composition of larvae of mealworm (*Tenebrio molitor* L.) and crickets (*Gryllus assimilis*) with potential usage in feed. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 73, n. 2, p. 539–542, mar. 2021

GERBER, P., STEINFELD, H., HENDERSON, B., **Tackling Climate Change through**

Livestock - A global assessment of emissions and mitigation opportunities, Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), Rome 2013.

GERE, A., SZÉKELY, G., KOVÁCS, S., KÓKAI, Z., & SIPOS, L. (2017). **Readiness to adopt insects in Hungary: A case study.** *Food Quality and Preference*, 59, 81-86.

GERON, LUIZ JULIANO VALÉRIO. ZEOULA, LUCIA MARIA. — Silagem do resíduo úmido de cervejaria: uma alternativa na alimentação de vacas-leiteiras. **PUBVET–Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, 2007.

HANBOONSONG, Y., JAMJANYA, T., & DURST, P.B. (2013) Pecuária de seis patas: criação de insetos comestíveis, coleta e comercialização na Tailândia. Publicação rap 2013/03. **Bangkok, Tailândia: Organização de Alimentos e Agricultura do Escritório Regional das Nações Unidas para a Ásia e o Pacífico Bangkok.**

HALLORAN A, HANSEN HH, JENSEN LS, BRUUN S. 2018. **Comparando os impactos ambientais de insetos para rações e alimentos como alternativa à produção animal.** In: *Insetos Comestíveis em Sistemas Alimentares Sustentáveis.* Publicação Internacional Springer. pág. 163–180.

HAUSCHILD, M.Z; HUIJBREGTS.; M.A.J. **Introducing Life Cycle Impact Assessment.**Chapter1. In: HAUSCHILD, M.Z; HUIJBREGTS.; M.A.J. **Journal of Life Cycle Impact Assessment.** LCA Compendium–The complete Word of Life Cycle Assessment. New York: Springer, 2015,339 p.

HENRIQUE GOMES, RICADRO. **Utilização de Bagaço de Malte como Ração Animal.** 2012, 23-25.

HUNT ET AL., 2004J. HUNT, R. BROOKS, M.D. JENNIONS, M.J. SMITH, C.L. J. HUNT, R. BROOKS, M.D. JENNIONS, M.J. SMITH, C.L. BENTSEN, L.F. **Bussière Grilos de campo masculinos de alta qualidade investem pesadamente em exibição sexual, mas morrem jovens** *Natureza*, 432 (7020) (2004), pp. 1024-1027.

JOERN A, GAINES SB (1990) **Dinâmica e regulação populacional em gafanhotos.** In: Chapman RF, Joern A (eds) *Biologia de gafanhotos.* Wiley, Nova York, pp. 415 ± 482.

JONES, FRANCES. Antonio Bisconsin Junior: “Comer insetos faz todo o sentido”, defende

cientista de alimentos. Pesquisa **FAPESP**, 17 de jan. de 2024. Edição 334, dez 2023. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/antonio-bisconsin-junior-comer-insetos-faz-todo-o-sentido-defende-cientista-de-alimentos.html>>. Acesso em: 15 de jun. de 2024.

KITSA K. Contribution des insectes comestibles à l'amélioration de la ration alimentaire au Kasai-Occidental à Zaire. Zaire-Afr. 1989;239:511-9.

L. YI, C.M.M. LAKEMOND, L.M.C. SAGIS, V. EISNER-SCHADLER, A. VAN HUIS, M.A.J.S. VAN Boekel **Extração e caracterização de frações proteicas de cinco espécies de insetos.** Química de Alimentos, 141 (2013), pp. 3341-3348.

LICEAGA A.M., AGUILAR-TOALÁ J.E., VALLEJO-CÓRDOBA, B., GONZÁLEZ-CÓRDOVA, A.F., HERNÁNDEZ-MENDOZA A. Insetos como Fonte de Proteína Alternativa. **Revisão Anual de Ciência e Tecnologia de Alimentos.** 2021; 13:19-34.

LIU, WH, WU, ZX, 1982. **Resultados recentes na criação de Trichogramma in vitro com meios artificiais desprovidos de derivados de insetos.** Acta Entomol. Pecado. 25, 160–163.

LINASSI, R. **Antropoentomofagia: alimentação exótica ou alternativa?.** 2011.

LOMBARDI, A., VECCHIO, R., BORRELLO, M., CARACCILO, F. & CEMBALO, L. **Vontade de pagar por alimentos à base de insetos: O papel da informação e portador.** Comida Qual. Prefira. 72, 177-187 (2019).

LM HESLIN A, RA KOPITTKKE, DJ MERRITT. **Refinamento de uma dieta artificial baseada em linhagem celular para criação da vespa parasitóide *Trichogramma pretiosum*.** 283 (2005).

MAHAN, L.K; ESCOTT-STUMP, S. Krause: **Alimentos, Nutrição e Dietoterapia.** 13° ed. São Paulo, Ed. Elsevier, 2013. 1227p.

MCCAERY AR (1975) **Qualidade e quantidade de alimentos em relação ao ovo produção em *Locusta migratoria migratórias*.** J Inseto Physiol 21:1551±1558.

McCARTHY et al.; **Brewers' spent grain; bioactivity of phenolic component, its role in animal nutrition and potential for incorporation in functional foods.** School of Food and Nutritional Sciences, University College Cork, Cork, Republic of Ireland. 2012. Disponível em: <[10.1017/S0029665112002820](https://doi.org/10.1017/S0029665112002820)>. Acesso em: 18 jun. 2024.

MIGLIETTA P, DE LEO F, RUBERTI M, MASSARI S (2015) **Mealworms para alimentação: uma perspectiva de pegada de água.** *Água* 7:6190.

MOLE S, ZERA A (1993) **A alocação diferencial de recursos está subjacente a troca de dispersão-reprodução no grilo polimórfico de asa, *Gryllus rubens*.** *Ecologia* 93:121±127

MUZZATTI, MATEUS, J.; HARRISON, EMILY, R.; MCCOLVILLE, CAELYN T.; BRITTAIN, HUNTER; BRZEZINSKI, SUJITHA MANIVANNAN; CASSANDRA C. ESTÁVEL; SAÚDE A. MACMILLAN; SUSANA M. BERTRAM.(2024). **Application of nutritional ecology in optimizing diets for crickets raised for human and animal consumption.** Posted on May 25, 2024.

NASCIMENTO, P. G. B. D., & GHESTI, G. F. (2023). **“Biorefinery Development Based on Brewers’ Spent Grain (BSG) Conversion: A Forecasting Technology Study in the Brazilian Scenario.”** *Biomass*, 3(3), 217-237.

NOTARNICOLA B, SALOMONE R, PETTI L, et al. (eds) (2015) **Avaliação do ciclo de vida no setor agroalimentar.** **Springer International Publishing**, Suíça.

OLIVEIRA, D.; OLIVEIRA, A.; OLIVEIRA, J.; OLIVEIRA, A.; OLIVEIRA, J.I.; OLIVEIRA, A.; OLIVEIRA, A.; OLIVEIRA, J.J.; OLIVEIRA, A.; OLIVEIRA, C.; et al. **Segurança de formulações congeladas e secas de larva de farinha amarela inteira (larva de *Tenebrio molitor*) como novo alimento nos termos do Regulamento (UE) 2015/2283.** *EFSA J.* 2021, 19, e06778.

OLIVEIRA, F.A.; RIBEIRO, A.; PEREIRA, R.; OLIVEIRA, P.; **Cultivo de Insetos para Produção de Rações e Alimentos sob a Perspectiva de Modelo de Negócios Circular.** *Sustentabilidade* 2020, 12, 5418. Disponível em: <<<<<<https://doi.org/10.3390/su12135418>>>>>>. Acesso em: 18 jun. 2024.

OONINCX, D.G.A.B., VAN ITTERBEECK, J., HEETKAMP, M.J.W., VAN DEN BRAND, H., VAN LOON, J.J.A., & VAN HUIS A. (2010). **An exploration on greenhouse gas and ammonia production by insect species suitable for animal or human consumption.** *PLoS ONE* 5(12): e14445.

PAL P., ROY S. **Insetos comestíveis: futuro da comida humana—uma revisão.** **Cartas Internacionais de Ciências Naturais.** 2014; 21.

PAN, A., SUN, Q., BERNSTEIN, A. M., SCHULZE, M. B., et al. **Redmeat consumption and mortality: results from 2 prospective cohort studies.** Arch. Intern. Med. 2012, 172, 555-563.

PEDIGO, LP, 1971. **Resposta oviposicional de *Plathypena scabra* (Lepidoptera Noctuidae) a superfícies selecionadas.** Anais da Sociedade Entomológica da América 64: 647-651.

PILCO-ROMERO, GABRIELA; CHISAGUANO, MARIBEL; HERRERA, MARIA, ELISA; CHIMBO, LUIS FERNANDO. **Grilo doméstico (*Acheta domesticus*): uma revisão baseada em sua composição nutricional, qualidade e usos potenciais na indústria de alimentos.** Tendências em Ciência de Alimentos e Tecnologia, v. 142, n. 8, nov. 2023.

RAMOS-ELORDUY J, GONZÁLEZ EA, HERNÁNDEZ AR, PINO JM. **Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feeds, for broiler chickens.** J Econ Entomol. 2002; 95(1):214-220

RANDRIAN ANDRASANA, M., BERENBAUM, M. R., **Edible Non-Crustacean Arthropods in Rural Communities of Madagascar.** J. Ethnobiol. 2015, 35, 354-383.

ROBERT B. SRYGLEY, **Effects of temperature and moisture on Mormon cricket reproduction with implications for responses to climate change, Journal of Insect Physiology, Volume 65,2014, Pages 57-62,**

RO DA (1992) A evolução das histórias de vida. Chapman e Salão, Nova Iorque.

RUMPOLD B.A., SCHLÜTER O.K. **Aspectos nutricionais e de segurança de insetos comestíveis. Nutrição Molecular & Pesquisa de Alimentos.** 2013; 57(5): 802-823. Taponen, I., Entomology Company Database (24 setembro 2017).

TERRAMERICA. 2013. **Meio Ambiente e Cidadania. Barreiras ao Mercado de Insetos.** Edição 669 de 01 jul. 2013.

TUNES, S. Insetos comestíveis. Pesquisa **Fapesp**, v. 21, n. 290, p. 60-67, 2020. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/insetos-comestiveis/>, Acesso em: 19 jun. 2024

SÁNCHEZ-MUROS MJ, BARROSO FG, MANZANO-AGUGLIARO F. **Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review.** J Clean Prod. 2014;65:16-27.

SCHARDONG, I. S. et al. Brazilian consumers' perception of edible insects. **Ciência Rural**, v. 49, n. 10, p. e20180960, 2019.

SERGIY SMETANA, ANITA BHATIA, UDAY BATTI, NISRINE MOUHRIM, ALBERTO TONDA, **Environmental impact potential of insect production chains for food and feed in Europe**, *Animal Frontiers*, Volume 13, Issue 4, August 2023, Pages 112–120, <https://doi.org/10.1093/af/vfad033>

SHOREY, HH, 1964. **A biologia de Trichoplusia (Lepidoptera: Noctuidae). III. Resposta ao substrato de oviposição**. Anais da Sociedade Entomológica da América 57: 165–170

SMITH DS, NORTHCOTT FE (1951) **Os efeitos sobre o gafanhoto *Melanoplus mexicanus mexicanus* (Sauss.) (Orthoptera: Acrididae) de variar o teor de nitrogênio de sua planta alimentícia**. *Pode J Zool* 29:297±304.

SMITH, JENNIFER, P., BROWN, ROBERT, L., & THOMPSON, CHARLES, G. (2019). **“Nutritional effects on insect lifespan and reproduction: A comprehensive review.”** *Entomological Review*, 49(3), 227-239.

SOGARI G, MENOZZI D, MORA, C. 2019. **A escala de neofobia alimentar e jovens adultos intenção de comer produtos de insetos**. *Int. J Consumir Stud*. 43(1): 68–76.

SUN-WATERHOUSE, Dongxiao et al. **Transforming insect biomass into consumer wellness foods: A review**. *Food Research International*, [s. l.], v. 89, p. 129–151, 2016.

VAN DER SPIEGEL, M., NOORDAM, M. Y., VAN DER FELS-KLERX, H. J., **Safety of Novel Protein Sources (Insects, Microalgae, Seaweed, Duckweed, and Rapeseed) and Legislative Aspects for Their Application in Food and Feed Production**. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2013, 12, 662-678.

VAN PEER, M.; FROONINCKX, L.; COUDRON, C.; BERRENS, S.; ÁLVAREZ, C.; DERUYTTER, D.; VERHEYEN, G.; VAN MIERT, S. **Valorisation Potential of Using Organic Side Streams as Feed for *Tenebrio molitor*, *Acheta domesticus* and *Locusta migratoria***. *Insects* 2021, 12, 796.

VAN HUIS, ARNOLD. **Edible insects are the future? Proceedings of the Nutrition Society**, 75(3), 294-305, 2016. Disponível em:

<https://doi.org/doi:10.1017/S0029665116000069>. Acesso em: 18 de jun. de 2024.

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

VAN HUIS, A., VAN ITTERBEECK, J., KLUNDER, H. C., MERTENS, E., et al., **Edible insects: future prospects for food and feed security**, FAO, Rome 2013.

YEN, A. L. Edibleinsects and other invertebrates in Australia: future prospects. Forest insects as food: humans bite back. **Proceedings of a workshop on Asia-Pacific resources and their potential for development**. Chiang Mai, Thailand, 2008.

YI, L., BOEKEL, M. A. J. S. V., LAKEMON, C. M. M., Extracting *Tenebrio molitor* protein while preventing browning: effect of pH and NaCl on protein yield. **Journal of Insects as Food and Feed** 2017, 3, 21-31.

ZHAO, X., VAZQUEZ-GUTIERREZ, J. L., JOHANSSON, D. P., LANDBERG, R., LANGTON, M., YELLOW., **Mealworm Protein for Food Purposes - Extraction and Functional Properties**. PLoS One 2016, 11, e0147791.