

PERFIL METABÓLICO DE *Gryllus assimilis* ALIMENTADO COM DIFERENTES DIETAS: MARCADORES DO METABOLISMO DIGESTIVO E DO METABOLISMO DE PROTEÍNAS

EMILLY TRENTO^{1,2*}, JÚLIA NASCIMENTO RUIZ³, JHENIFER REGINA JOAY⁴,
POLIANA DUARTE⁵, LETICIA MARIA POLLI KADES⁶, LUISA HELENA
CAZAROLLI⁷, VANIA ZANELLA PINTO⁸, SILVIA ROMÃO^{2,9}

1 Introdução

As preocupações com a produção de alimentos no futuro têm crescido. De acordo com a FAO (Food and Agriculture Organization), a população mundial deve alcançar cerca de 10 bilhões de pessoas até 2050. A produção de carne, que hoje é de 316 milhões de toneladas anuais, deve chegar a 410 milhões até lá (FAO, 2019; Boland *et al.*, 2013). Por isso, busca-se por alternativas alimentares mais sustentáveis e eficientes, alguns exemplos incluem proteínas à base de insetos (Fasolin *et al.*, 2019).

Os insetos possuem alta fecundidade, sendo facilmente reproduzidos em criações de larga escala e apresentam boa eficiência na conversão alimentar (Barennes; Phimmasane; Rajaonarivo, 2015). Do ponto de vista ambiental, produzem menos amônia, emitem menos gases de efeito estufa em comparação à produção de carne bovina (FAO, 2021).

Os insetos, incluindo a espécie *Gryllus assimilis*, são uma alternativa saudável e nutritiva, com altos teores de proteínas, fibras, gorduras e micronutrientes (Romeiro, 2015). No entanto, as variações nas dietas de *G. assimilis*, podem influenciar suas enzimas digestivas, afetando seu desenvolvimento e valor nutricional. A compreensão das respostas fisiológicas visa otimizar o uso de insetos como fonte eficiente de proteína para humanos e animais.

2 Objetivos

Estabelecer o perfil da enzima digestiva lipase (lipídios), tripsina (proteínas) e amilase (carboidratos) de *G. assimilis* alimentados com diferentes formulações de dietas.

¹ Graduanda em Ciências Biológicas, UFFS, *campus* Laranjeiras do Sul, emilly.trento@hotmail.com

² Grupo de Pesquisa: Produção, transformação e armazenamento de alimentos

³ Graduanda em Ciências Biológicas, UFFS, *campus* Laranjeiras do Sul, Colaboradora

⁴ Graduanda em Ciências Biológicas, UFFS, *campus* Laranjeiras do Sul, Colaboradora

⁵ Graduanda em Ciências Biológicas, UFFS, *campus* Laranjeiras do Sul, Colaboradora

⁶ Mestranda, Programa Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFFS, *campus* Laranjeiras do Sul, Colaboradora

⁷ Doutora, UFFS, *campus* Laranjeiras do Sul, Colaboradora

⁸ Doutora, UFFS, *campus* Laranjeiras do Sul, Colaboradora

⁹ Doutora, UFFS, *campus* Laranjeiras do Sul, Orientadora

3 Metodologia

Foram coletadas 3.600 ninfas recém-eclodidas (24h) provenientes da criação do laboratório de Entomologia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *campus* Laranjeiras do Sul-PR e dispostas em 18 gaiolas de 50 L, resultando uma proporção de 200 grilos por gaiola, sendo estas separadas em 6 tratamentos com 3 repetições. Foi disposto nas respectivas gaiolas caixas de ovos, placas de petri com algodão umedecido com água e alimento das respectivas dietas.

As dietas apresentaram padrão de minerais (2% fosfato bicálcico; 1% carbonato de cálcio; 1% sal) e Óleo (6%). Apresentaram variação de teor e fonte de proteína e carboidrato conforme segue: 1) grupo de dietas ISOproteica (20% proteína), divididas em T1 FAO/controle, T2 Malte, T3 Feijão + Malte 1:1, T4 Feijão; 2) grupo de dietas hiperproteica, divididas em T5 Feijão 25% + levedura 65% (35% proteína) e T6 Malte 20% + levedura 80% (36% proteína).

Foi realizado o monitoramento do desenvolvimento da fase jovem (ninfas 1, 2, 3, 4 e 5), troca de alimento e água a cada dois dias. Quando estas ninfas fizeram a troca de muda e se tornaram adultas, foram retirados 10 grilos adultos, de cada tratamento, de cada repetição, totalizando 180 amostras, estes foram deixados em dieta hídrica por 4 horas para limpeza do trato digestório. Posteriormente foi retirado o sistema digestório, separando-o em: anterior, proventrículo, ceco, médio e posterior, e armazenado em microtubos em ultra-freezer a -80°C.

Foi analisada a parte anterior (esôfago e papo) do sistema digestório de *G. assimilis*, determinando o perfil de enzimas digestivas de lipídios, proteínas e carboidratos, em reações acompanhadas por espectrofotometria. Para a análise da velocidade enzimática foram utilizadas amostras que atenderam os critérios para aceitação, alteração linear de absorbância ($r^2=0,99$).

Para análise enzimática, as amostras foram homogeneizadas em tampão fosfato pH 7,0, centrifugados a $12000 \times g$, à 4 °C, por 10 minutos e coletado o sobrenadante para determinação das enzimas. Para determinar o conteúdo de proteína dos homogenados foi utilizada a metodologia de Bradford (1976), que se baseia na interação entre o corante BG-250 e proteínas, utilizando proteína albumina como padrão, com leitura em comprimento de onda de 595 nm.

Para análise da enzima tripsina foi utilizado o método Hummel BCW (1959). O meio de reação foi preparado com tampão TRIS/HCl 0.2 M pH 8.1 + CaCl₂ 0.2 mM e substrato TAME (p-toluensulphonyl-L-arginine methyl ester hydrochloride) 1.03 mM. Para cada 10 mL de tampão dissolveu-se 0.0039 g de TAME. O ensaio ocorreu em temperatura de 37°C, em

triplicata com proporção de 30 μL da amostra e 270 μL do substrato TAME, realizada a leitura a 247 nm por 3 minutos. O resultado foi expresso em U, correspondendo a 1 μmol de produto (N α -p-tosil-L-argenina) por minuto por mg de proteína.

Para determinação da amilase, foi utilizado o kit amilase direta do laboratório analisa, REF 407M. O procedimento foi realizado conforme a indicação do produto. Para determinação da lipase, foi utilizado o kit do laboratório LABORLAB, REF 1770560, com calibrador (concentração de enzimas e íons), da marca blue by labingá, REF 410M. O procedimento foi realizado conforme a indicação dos produtos. Os resultados foram expressos U/L/mg de proteína. Foi utilizado para análise estatística o teste não paramétrico Kruskal-Wallis e de comparações múltiplas de Dunn.

4 Resultados e Discussão

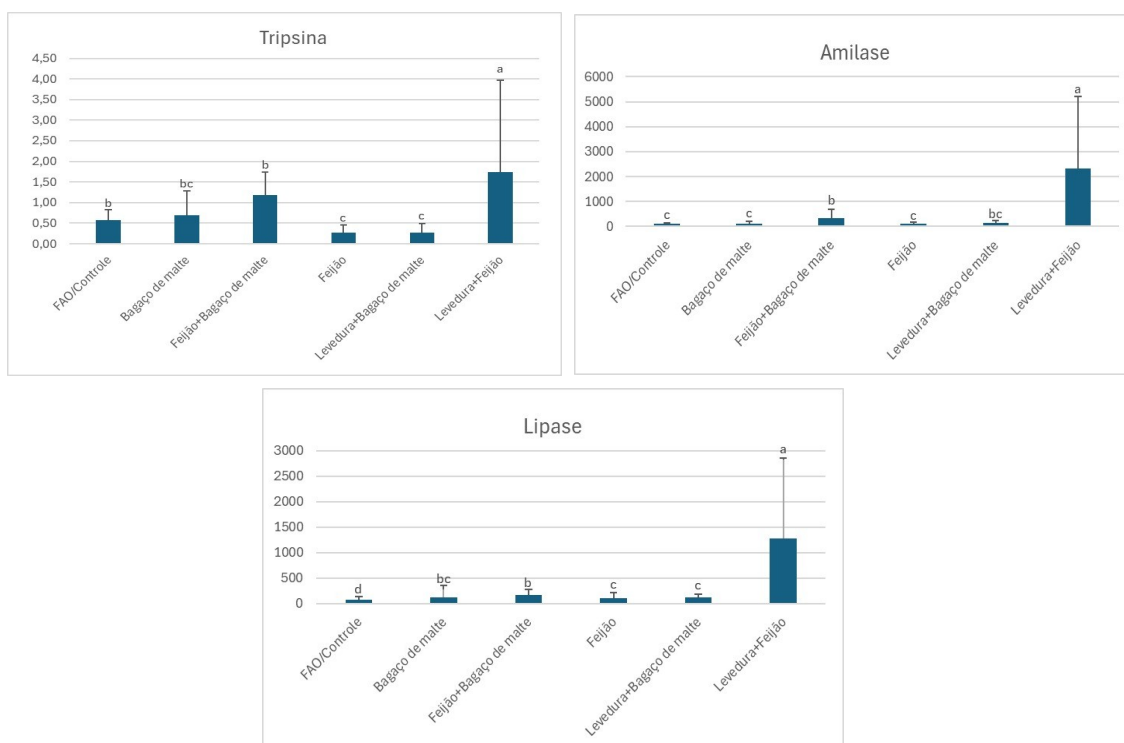
Os diferentes tratamentos apresentaram alterações nas atividades das enzimas analisadas. A enzima tripsina indicou diferenças entre os tratamentos ($P < 0,0001$). A dieta bagaço de malte (T2) apresentou maior atividade que as dietas de feijão (T4) e levedura+bagaço de malte (T5) ($P < 0,05$). Já a dieta feijão+bagaço de malte (T3) foi superior as dietas contendo feijão (T4) e levedura+bagaço de malte (T5) ($P < 0,001$) (Fig. 1). As dietas feijão+bagaço de malte (T3) e levedura+feijão (T6) apresentaram as maiores médias de atividade enzimática, enquanto as dietas de feijão (T4) e levedura+bagaço de malte (T5) apresentaram menores (Fig. 1). Isso sugere que dietas mistas favorecem a atividade da tripsina por fornecerem um perfil mais equilibrado de aminoácidos, estimulando a síntese dessa protease digestiva.

Assim como a tripsina a enzima amilase apresentou diferenças consideráveis ($P < 0,0001$). A dieta levedura+feijão (T6) apresentou maior atividade em comparação com a dieta FAO/controle (T1) e bagaço de malte (T2) ($P < 0,05$), além disso as dietas feijão+bagaço de malte (T3) e levedura+feijão (T6) foram superiores a dieta contendo apenas feijão (T4) ($P < 0,01$). A dieta levedura+feijão (T6) destaca-se, demonstrando que dietas hiperproteicas podem ter estimulado a produção dessa enzima digestiva, por ajustes metabólicos compensatórios (Fig. 1).

Em relação à lipase, não houve diferença entre os tratamentos. Por mais que a dieta contendo levedura+feijão tenha apresentado um alto valor de média em relação aos demais, também foi observado alto desvio padrão, impedindo identificação de contraste entre os tratamentos (Fig. 1). Esse padrão está de acordo com os resultados de Weidlich, Hoffmann e Woodring (2015), onde a secreção total de lipase de *Gryllus bimaculatus* mantém uma taxa

basal mesmo em indivíduos não alimentados. Em insetos, a dieta influencia a secreção de enzimas digestivas, mas a atividade de lipases tende a ser menos afetada por mudanças na alimentação do que proteases e carboidrases.

Figura 1: Atividade das enzimas digestivas Tripsina, Amilase e Lipase. As barras correspondem a média e desvio padrão da média. As letras indicam a análise estatística. Letras diferentes demonstram diferenças significativas em relação às dietas ($p < 0,05$).



Fonte: autora (2025).

Foi observado, em *G. bimaculatus*, que o intestino médio e o ceco são as principais regiões de secreção de proteases, amilases e lipases, enquanto o intestino anterior, mas especificamente o papo, pode atuar no armazenamento de alimentos e como um local ativo de digestão, devido à regurgitação (retorno) das enzimas produzidas nos cecos (Teo; Woodringt, 1986). Essa configuração poderia explicar a atividade de tripsina e amilase em determinadas dietas.

5 Conclusão

As dietas avaliadas influenciaram a atividade enzimática de *G. assimilis*, com destaque para as combinações de feijão, bagaço de malte e levedura, que elevaram os níveis de tripsina e amilase. Dietas à base de subprodutos podem otimizar o aproveitamento nutricional e favorecer

a produção sustentável de grilos.

Referências Bibliográficas

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** 10(8): e0136458. doi:10.1371/ journal.pone.0136458.

BOLAND, M. J. *et al.* The future supply of animal-derived protein for human consumption. **Trends in Food Science e Technology** 29 (2013) 62 - 73. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.07.002>

FAO. The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050. *In*: Summary version. Rome. 60 pp. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO 2018.

FAO. Looking at edible insects from a food safety perspective. **Challenges and opportunities for the sector**. Rome. 2021. doi: <https://doi.org/10.4060/cb4094en>

FASOLIN, L. H. *et al.* Emergent food proteins – Towards sustainability, health and innovation. **Food Res Int.** 2019. Nov;125:108586. doi: 10.1016/j.foodres.2019.108586. Epub 2019 Jul 29. PMID: 31554037.

ROMEIRO, E. T.; OLIVEIRA, I. D.; CARVALHO, E. F. Insetos como alternativa alimentar: artigo de revisão. **Contextos da Alimentação: Revista de Comportamento, Cultura e Sociedade** Vol. 4 no 1 2015. ISSN 2238-42002015.

TEO, L.; WOODRING, J. Digestive enzymes in the house cricket *Acheta domesticus* with special reference to amylase. **Biochem. Physiol.** Nº 4, p. 871-877 1986. doi: [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(85\)90499-2](https://doi.org/10.1016/0300-9629(85)90499-2)

WEIDLICH S; HOFFMANN, K; WOODRING, J. Secretion of lipases in the digestive tract of the cricket *Gryllus bimaculatus*. **Insect biochemistry and physiology.** Vol. 90 Ed. 4 p. 209-217 2015. doi: <https://doi.org/10.1002/arch.21303>

Palavras-chave: Entomofagia; Enzimas Digestivas; Grilos; Metabolismo de aminoácidos.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2024-0439

Financiamento

