Soluções Sustentáveis: Enfrentando os Desafios do Clima e da Alimentação
9º SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR
19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

COMPOSTOS BIOATIVOS EM INSETOS COMESTÍVEIS

S. M. Abreu[1,2], C. O. Pacheco[1], C. J. Alves[1], A. R. G. Dias[1], A. M. Leitão[2], E. R. Zavareze[1]

1-Laboratório de Biopolímeros e Nanotecnologia em Alimentos (BioNano) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos-Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial-Universidade Federal de Pelotas, 96010-900 Pelotas, RS, Brasil. Telefone: 55 (53) 98406-3974 – e-mail: abreumachado31@gmail.com, camipachecco@gmail.com, crisjansen4@gmail.com, alvaro.guerradias@gmail.com, elessandrad@yahoo.com.br.
2-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos- campus Itaqui- Universidade Federal do Pampa- 97650-000, Itaqui, RS, Brasil. Telefone: 55 (55) 99911-3102– e-mail: angelitaleitao@unipampa.edu.br

RESUMO – Este estudo avaliou a concentração de compostos bioativos, como carotenoides totais e fenólicos totais, em cinco espécies de insetos comestíveis. As amostras desidratadas foram adquiridas de uma empresa credenciada e armazenadas sob congelamento até as análises. A quantificação dos compostos foi realizada e os dados analisados por ANOVA. Os teores de carotenoides variaram de 1,31 µg de β-caroteno/g (*Bombyx mori* – BM) a 0,23 µg de β-caroteno/g (*Gryllus assimilis* – GA), com BM apresentando a maior concentração ($p < 0,05$). O teor de fenólicos totais variou de 133,54 mg/mL (GA) a 70,68 mg/mL (*Hermetia illucens* – HI), sendo GA a mais rica nesses compostos.A esclerotização pode influenciar esses teores devido à incorporação de fenólicos na matriz cuticular. Os resultados indicam que insetos comestíveis são fontes promissoras de nutrientes e bioativos, com potencial aplicação nas indústrias alimentícia, farmacêutica e têxtil.

ABSTRACT– This study evaluated the concentration of bioactive compounds, including total carotenoids and phenolics, in five edible insect species. Dehydrated samples were obtained from a certified company and stored frozen until analysis. Compound quantification was performed, and data were analyzed using ANOVA.Carotenoid levels ranged from 1.31 µg β-carotene/g (*Bombyx mori* – BM) to 0.23 µg β-carotene/g (*Gryllus assimilis* – GA), with BM showing the highest concentration ($P < 0.05$). Total phenolic content ranged from 133.54 mg/mL (GA) to 70.68 mg/mL (*Hermetia illucens* – HI), with GA being the richest in these compounds.Sclerotization may influence these levels due to phenolic incorporation into the cuticular matrix. Results suggest edible insects are valuable sources of nutrients and bioactive compounds, with potential applications in the food, pharmaceutical, and textile industries.

PALAVRAS-CHAVE: *Tenebrio molitor*; *Gryllus assimilis; Zophobas morio; Bombyx mori*; *Hermetia illucens*.

KEYWORDS: *Tenebrio molitor*; *Gryllus assimilis; Zophobas morio; Bombyx mori*; *Hermetia illucens*.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a entomofagia vêm ganhando destaque, sendo apresentadas como uma alternativa para o combate à fome e à má nutrição mundial. Além disso, os insetos comestíveis também são indicados como uma possível solução para suprir a crescente demanda alimentar da população (Gkinali et al., 2022). Essa notoriedade atribuída aos insetos deve-se ao seu alto nível de proteínas (27 a 54 g/100 g). Além disso, eles também apresentam níveis interessantes de gorduras, fibras alimentares e minerais (Köhler et al., 2019). Os insetos também podem ser uma importante fonte de vitaminas A e E, além de apresentarem vitaminas do complexo B e, em menor nível, vitamina C (Weru, Chege, Kinyuru, 2021). Além de fornecerem uma grande quantidade de nutrientes, os insetos também representam uma alternativa ecológica em relação aos atuais meios de produção de proteínas. Isso porque podem ser criados em pequenos espaços, permitindo alta produtividade ao serem cultivados em estantes, o que maximiza a utilização do espaço. Além disso, podem ser criados com resíduos da indústria de alimentos e apresentam alta conversão alimentar (Suga et al., 2023).

Como a maioria dos insetos utilizados na alimentação humana possui uma dieta herbívora, eles acumulam compostos como polifenóis e carotenoides em seus tecidos. Esses compostos desempenham diversas funções nos insetos, como pigmentação para camuflagem, defesa química e até mesmo atração para o acasalamento. Além disso, quando combinados com proteínas hidrolisadas, dão origem a peptídeos (com até 20 aminoácidos), conhecidos como biopeptídeos, que podem trazer benefícios à saúde humana (Sánchez-Estrada, Aguirre-Becerra, Feregrino-Pérez, 2024). Desta forma o objetivo do presente trabalho foi avaliar a concentração de compostos bioativos (carotenoides totais e fenólicos totais) de cinco espécies de insetos comestíveis.

2. METODOLOGIA

As amostras de *Tenebrio molitor* (TM), *Gryllus assimilis* (GA), *Zophobas morio* (ZM), *Bombyx mori* (BM) e *Hermetia illucens* (HI), foram adquiridas da empresa Proteica - Importação e Exportação (Minas Gerais, Brasil), a qual fornece esses insumos direcionados para a alimentação

animal, visto que no Brasil não existe regulamentação dos mesmos para alimentação humana. Os insetos desidratados foram armazenados em sacos de polímeros, próprio para congelamento, mantidos em freezer doméstico (-18ºC) até o momento da elaboração das farinhas em moinho (Grindomix, Retsch GM200, Alemanha) e posteriormente as análises, que foram realizadas em triplicata.

O conteúdo total de carotenoides foi determinado segundo método de Rodriguez-Amaya (1999), com adaptações. Para isto, 5 g de amostra foi misturada com 15 mL de acetona refrigerada e submetida a agitação por 30 minutos, esta foi então filtrada. Uma alíquota de 5 mL de extrato, juntamente com 10 mL de éter de petróleo e 10 mL de água destilada foram misturados em um funil de separação, a parte inferior foi descartada e a parte superior foi transferida para um balão volumétrico e aferida com éter de petróleo. Foi realizada a leitura da absorbância do extrato em espectrofotômetro (UV-Vis 1240 Shimadzu), no comprimento de onda de 450 nm. A quantificação foi realizada através da Equação 1 e os resultados expressos em microgramas de β-caroteno por g de amostra em base seca.

$$Carotenoides\ totais = \frac{absorbancia\ X\ Volume\ do\ extrato\ (mL) X 10^6}{2500\ X 100\ X\ Massa\ da\ amostra\ (g)} \qquad \text{Eq (1)}$$

A determinação de compostos fenólicos foi avaliada de acordo com o método de Singleton & Rossi (1985), com modificações. Primeiramente, preparou-se um extrato metanólico na proporção 1:4 (mg/mL) amostra/metanol. A solução foi submetida em banho de ultrassom (UNIQUE USC-1400A, Brasil) a temperatura de 50 ºC por 30 min. Posteriormente, a solução foi centrifugada a 4000 rpm, por 2 min. Uma alíquota de 250 µL de extrato foi homogeneizada com 4 mL de água destilada e 250 µL de solução de Folin (0,25N). A solução foi incubada por 3 min ao abrigo da luz. Posteriormente, adicionou-se 500 µL da solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3) 1 N, sendo mantida em repouso por 2 h ao abrigo da luz. As amostras foram lidas em um espectrofotômetro (Hach Lange DR6000, Alemanha) em comprimento de onda de 725 nm. Os resultados foram comparados com uma curva padrão de ácido gálico (R^2 0.9859) a partir de concentrações (0-150 mg. mL^{-1} ácido gálico). O resultado obtido foi expresso em mg. mL^{-1} equivalentes de ácido gálico**.**

A análise estatística foi realizada a partir dos dados obtidos na análise mencionadas acima por meio da análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação de médias ($p \leq 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta o teor total de carotenoides nas amostras de insetos comestíveis. Os valores variaram de 1,31 µg de β-caroteno/g para a biomassa de *Bombyx mori* (BM) a 0,23 µg de β-

caroteno/g para a biomassa de *Gryllus assimilis* (GA). Não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as amostras *Tenebrio molitor* (TM) e *Zophobas morio* (ZM), assim como entre *Gryllus assimilis* (GM) e *Hermetia illucens* (HI). No entanto, a amostra BM se destacou estatisticamente em relação às demais ($p < 0,05$), apresentando a maior concentração de carotenoides (1,31 μg de β-caroteno/g). Herman *et al*. (2022) relataram que as pupas de bicho-da-seda contêm 13,3 μg/g de β-caroteno, um valor superior ao encontrado neste estudo. Além disso, os autores destacaram que a luteína é o carotenoide mais abundante nessas pupas. Manupa *et al*. (2023) também observaram que os carotenoides, como a luteína, ficam depositados junto aos ácidos graxos dos insetos.

Os animais não são capazes de sintetizar carotenoides; no entanto, esses compostos desempenham um papel essencial como precursores de vitaminas, especialmente a vitamina A, além de possuírem função antioxidante (Liu *et al*., 2024). Dessa forma, a concentração de carotenoides nos insetos é diretamente influenciada pela dieta desses organismos. Outros fatores também podem impactar negativamente a concentração desses compostos, como o método de abate, o processo de secagem das amostras e as condições de armazenamento dos alimentos antes e após a secagem.

Tabela 1. Carotenoides totais, compostos fenólicos de biomassas de insetos.

Compostos	Biomassa de insetos				
	TM	ZM	GA	BM	HI
Carotenoides totais (*μ*g de *β*-caroteno/g)	$0,46^{b}$± 0,01	$0,42^{b}$± 0,07	$0,23^{c}$± 0.02	$1,31^{a}$± 0,04	$0,27^{c}$± 0,04
Compostos fenólicos (mg/mL)	$94,03^{b}$±3,41	$77,69^{cd}$±0,52	$133,54^{a}$±7,42	$90,10^{bc}$±1,90	$70,68^{d}$±2,15

Tenebrio molitor (TM), *Gryllus assimilis* (GA), *Zophobas morio* (ZM), *Bombyx mori* (BM) e *Hermetia illucens* (HI). Valores expressos em média ± desvio padrão, Letras iguais na mesma coluna indicam que os resultados médios não se diferenciam significativamente entre si ($p < 0,05$) no teste Tukey

O conteúdo de fenólicos totais variou de 133,54 mg/mL de extrato (GA) a 70,68 mg/mL de extrato (HI), conforme demonstrado na Tabela 1. Não foi encontrada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras TM e BM, bem como entre ZM e BM e entre ZM e HI. A amostra GA se diferenciou das demais, apresentando a maior concentração entre as amostras avaliadas (133,54 mg/mL de extrato). Durante o processo de esclerotização, compostos fenólicos são incorporados à matriz cuticular dos insetos, agregando-se a proteínas e à quitina, auxiliando no endurecimento da carapaça (Nino *et al.*, 2021). Esse fator pode justificar o valor superior da amostra GA em relação às demais, uma vez que insetos adultos tendem a apresentar uma carapaça mais rígida em comparação com fases

juvenis, como é o caso das demais amostras. Quanto ao tipo de composto fenólico encontrado nos insetos, este pode variar. Muitos autores atribuem essa variação à dieta dos insetos. No entanto, Aiello *et al*. (2023) relataram que alguns compostos, como quercetina, glicosídeos de kaempferol, ácido ferúlico e glicosídeos de quercetina, são comumente encontrados nos insetos analisados no presente estudo.

4. CONCLUSÃO

Dessa forma, pode-se observar que os insetos comestíveis, além de serem uma promissora fonte de nutrientes, também podem ser considerados uma fonte de compostos bioativos e pigmentos, que podem ser aplicados às indústrias de alimentos, farmacêutica e têxtil.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIELLO, D., BARBERA, M., BONGIORNO, D., CAMMARATA, M., CENSI, V., INDELICATO, S., SAIANO, F. Edible insects an alternative nutritional source of bioactive compounds: a review. **Molecules**, v. 28, n. 2, p. 699, 2023.

GKINALI, A.A, MATSAKIDOU, A., VASILEIOU, E., PARASKEVOPOULOU, A. Potential of Tenebrio molitor larvae-based ingredients for the food industry: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 119, p. 495-507, 2022.

HERMAN, R. A., YAN, C. H., WANG, J. Z., XUN, X. M., WU, C. K., LI, Z. N., WANG, J. Insight into the silkworm pupae: Modification technologies and functionality of the protein and lipids. **Trends in Food Science & Technology**, v. 129, p. 408-420, 2022.

LIU, S., ZHANG, Q., ZHOU, H., ZHANG, B., YU, M., WANG, Y., CHAI, C. The Potential of Natural Carotenoids-Containing Sericin of the Domestic Silkworm Bombyx mori. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 25, n. 7, p. 3688, 2024.

MANUPA, W., WONGTHANYAKRAM, J., JEENCHAM, R., SUTHEERAWATTANANONDA, M. Storage stability and antioxidant activities of lutein extracted from yellow silk cocoons (Bombyx mori) in Thailand. **Heliyon**, v. 9, n. 6, 2023.

MAGARA, H.J, NIASSY, S., AYIEKO, M.A, MUKUNDAMAGO, M., EGONYU, J.P, TANGA, C.M, EKESI, S. Edible crickets (*Orthoptera*) around the world: distribution, nutritional value and other benefits — a review. **Frontiers in nutrition**, v. 7, p. 537915, 2021.

NINO, M. C., REDDIVARI, L., OSORIO, C., KAPLAN, I., LICEAGA, A. M. Insects as a source of phenolic compounds and potential health benefits. **Journal of Insects as Food and Feed**, v. 7, n. 7, p. 1077-1088, 2021

KÖHLER, R., KARIUKI, L., LAMBERT, C., BIESALSKI, H.K. Protein, amino acid and mineral composition of some edible insects from Thailand. **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 22, n. 1, p. 372-378, 2019.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A guide to carotenoid analysis in foods. **ILSI Human Nutrition Institute**. 1999.

SÁNCHEZ-ESTRADA, M.L, AGUIRRE-BECERRA, H., FEREGRINO-PÉREZ, A. A. Bioactive compounds and biological activity in edible insects: A review. **Heliyon**, v. 10, n. 2, 2024.

SINGLETON, V. L., ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SUGA, N., TSUMURA, E., NAITO, Y., HAMAGUCHI, I., MATSUDA, S., KAWABATA, K., SAKAMOTO, K. Thermal stability of cricket powder and its effects on antioxidant activity, physical, and sensory properties of rice crackers. **LWT**, v. 186, p. 115267, 2023.

WERU, J., CHEGE, P., KINYURU, J. Nutritional potential of edible insects: a systematic review of published data. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 41, p. 2015-2037, 2021.