



PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E EFICIÊNCIA DE ENCAPSULAMENTO DE ÓLEO DE MOSCA SOLDADO NEGRO (*HERMETIA ILLUCENS*).

C. Perleberg¹, C. Jansen-Alves^{1,3}, T. M. L. S. Trindade¹, S. D. Nörnberg²; E. R. Zavareze³, C. M. P. Pereira¹

1-Laboratório de Inovação e Soluções em Química (Innovaschem)- Universidade Federal de Pelotas- CEP: 96010-900 - Pelotas - RS – Brasil, Telefone: (53) 991332555 – e-mail: (caremperleberg222@gmail.com; cris-jansen@gmail.com; tamramlstrindade2611@gmail.com; claudiochemistry@gmail.com)

2- Nuinset – Nui insect Science Bioinsumoe biotecnologia LTDA. Avenida Domingos Jose de Almeida – Pelotas- RS- Brasil – e-mail: (nornbergsandro@gmail.com)

3- 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 – CEP: 96010-900 – Pelotas- RS- Brasil – e-mail: (elessandra@yahoo.com.br)

RESUMO – A utilização de insetos na alimentação animal tem se destacado devido às suas vantagens produtivas, sendo a larva da mosca soldado negro (LMSN) uma fonte promissora para a extração de óleo, devido ao alto teor de gordura e a presença de ácidos graxos essenciais. No entanto, a aplicação do óleo expõe os ácidos graxos a degradação por fatores externos, como luz, oxigênio e altas temperaturas. O objetivo deste trabalho foi extrair o óleo a partir da biomassa larval de LMSN por Soxhlet, e analisar seu rendimento e composição de ácidos graxos. Após, realizar a encapsulação do óleo e analisar sua eficiência. O rendimento da extração do óleo de LMSN foi de $30,4 \pm 3,7$ %. A composição do óleo revelou predominância de ácidos graxos saturados (72,4 %), com destaque para o ácido láurico (38,1 %) e o ácido palmítico (32,8 %). A eficiência de encapsulamento das nanofibras atingiu valores acima de 90 %. Esses resultados demonstram que a LMSN é uma fonte viável de óleo e que a técnica de encapsulação por electrospinning é eficaz para a encapsulação de ácidos graxos, preservando sua estabilidade e potencializando suas aplicações industriais e farmacêuticas.

ABSTRACT – The use of insects in animal feed has been highlighted due to their productive advantages, with the black soldier fly larvae (BSFL) being a promising source for oil extraction due to their high-fat content and the presence of essential vitamins. However, the application of the oil



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

exposes the fatty acids and their handling to external factors such as light, oxygen, and high temperatures. The objective of this work was to extract oil from the larval biomass of BSFL by Soxhlet and to analyze its yield and fatty acid composition. Afterward, perform the encapsulation of the oil and analyze its efficiency. The oil extraction yield of BSFL was $30.4 \pm 3.7\%$. The oil composition revealed a predominance of saturated fatty acids (72.4%), with emphasis on lauric acid (38.1%) and palmitic acid (32.8%). The encapsulation efficiency of the nanofibers reached values above 90%. These results demonstrate that BSFL is a viable source of oil and that the electrospinning encapsulation technique is effective for the encapsulation of fatty acids, preserving their stability and improving their industrial and pharmaceutical applications.

PALAVRAS-CHAVE: insetos; eficiência de encapsulação; ácidos graxos.

KEYWORDS: insects; encapsulation efficiency; fatty acids.

1. INTRODUÇÃO

Os insetos têm recebido destaque por suas vantagens de produção, dentre elas o rápido crescimento, baixo consumo de água, emissão de baixos níveis de carbono e a possibilidade da utilização de subprodutos orgânicos na sua alimentação (Van Huis, 2019). Em comparação com a maioria dos insetos, a mosca soldado negro (MSN) exibe um teor significativo de gordura bruta, apresentando uma excelente fonte de ácidos graxos (Muangrat & Pannasai, 2024; Zou et al., 2023). Notavelmente, o óleo de biomassa da (MSN) possui uma alta concentração de ácido láurico, semelhante aos níveis encontrados no óleo de coco (41% – 56%) e no óleo de palmiste (41% – 55%) (Zou et al., 2023).

A utilização do óleo de MSN tem sido empregada na alimentação de animais. No entanto, a aplicação direta do óleo expõe os ácidos graxos à degradação por fatores externos, como luz, oxigênio. Nesse sentido, a técnica de encapsulação através do *electrospinnig* é vantajosa devido, na técnica de *electrospinnig* a encapsulação é realizada à temperatura ambiente, o que contribui para a preservação dos compostos, como os ácidos graxos (Santos et al., 2024). Neste contexto, este estudo tem como objetivo extrair o óleo da biomassa larval da MSN, determinar seu rendimento, e o perfil de ácidos graxos, e após realizada a encapsulação do óleo, avaliar a eficiência de sua encapsulação.

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1 Matéria prima e obtenção de óleo



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

A biomassa da mosca soldado negro foi fornecida pela Nui Insect Science, localizada na Avenida Domingos José de Almeida n° 1785, sala 22B, Pelotas, RS/Brasil. A extração do óleo de mosca soldado negro foi realizada pelo método de Soxhlet, com duração de 4 horas, utilizando o hexano como solvente a 68 °C (AOAC 1997). Foram utilizados 25 g da biomassa e 200 ml de hexano para cada extração. Após a extração, o solvente foi evaporado em rotaevaporador (Buchi, Rotavapor RII). O rendimento do óleo foi calculado com base na Equação. (1).

$$\text{Rendimento de óleo (\%)} = \frac{\text{Peso do óleo extraído (g)}}{\text{Peso da biomassa larval de mosca soldado negro (g)}}$$

2.2 Perfil de ácidos graxos do óleo de larvas de mosca-soldado-negro

O perfil de ácidos graxos do óleo da MSN foi analisado por cromatografia gasosa (Shimadzu GC-2010) acoplada a espectrometria de massa (GCMS-QP2020) com uma coluna capilar SP 2560. O óleo foi derivatizado pelo método de Moss et al. (1974) usando trifluoreto de boro como catalisador. Uma amostra de 8 µL foi injetada no modo spitless (1:50), com temperaturas da interface e fonte de íons de 280 °C e 200 °C, respectivamente. A separação ocorreu com gás Hélio (3 mL/min), iniciando a 100 °C por 5 min e aumentando 5 °C/min até 250 °C em 55 min. A identificação dos compostos foi realizada através do cálculo da área do pico, e comparado ao espectro de massa da biblioteca NIST/EPA/NIH.

2.3 Produção de fibras por *Electrospinning*

Seis tratamentos foram definidos para a produção das fibras, usando zeína como matriz encapsulante. Os tratamentos foram divididos em dois grupos: um com 20% de zeína e outro com 25%, com três concentrações de óleo (14%, 30% e 45%) adicionadas a cada grupo. A zeína foi homogeneizada em uma solução de etanol:água (70:30 v/v) em agitador magnético e, em seguida, o óleo foi adicionado e a solução agitada por no mínimo três horas.

Para a produção das fibras, foi utilizada uma taxa de alimentação de 0,6 mL/h e uma agulha de 0,7 mm. As soluções poliméricas foram colocadas em seringas de 3 mL e a taxa de fluxo controlada por uma bomba de infusão (KD Scientific, Model 100). O processo de eletrospinning foi realizado com um eletrodo positivo conectado a uma fonte de alta tensão (20-22kV) e um eletrodo negativo acoplado a um alvo metálico coberto com folha de alumínio, posicionado a 18-20 cm da agulha. As condições de temperatura e umidade ambiente foram monitoradas durante o processo.

2.4 Eficiência de encapsulamento



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

A eficiência de encapsulação (EE) foi determinada pelo teor de ácido láurico (composto majoritário expresso em mg/mL) presente nas fibras e no óleo de MSN e calculada pelo mesmo método utilizado para o perfil de ácidos graxos. O teor de ácido láurico presente na superfície das fibras em mg. mL foi determinado usando 10 mg de fibras de zeína (20 e 25 %) e óleo de mosca doméstica (15, 30 e 45 %), homogeneizado com 2 mL de hexano por 2 min em um agitador de vórtice (KASVI, K45-2820, Brasil), e após derivatização (Moss et al., 1974), e perfil de ácidos graxos por GCMS. A quantidade em mg calculada é o resultado do EE (mg/mL) de ácido láurico (não encapsulado) na fibra, e a quantidade de ácido láurico presente no óleo de mosca soldado negro (mg/mL) Equação. (2) por Najafi et al. (2022), com modificação para o uso do teor de apenas um ácido graxo presente no óleo, ácido láurico (maioria)

$$EE (\%) = \frac{OLA - SLA}{OLA} \times 100$$

OLA representa o conteúdo láurico (mg/mL) do óleo larval de MSN adicionado às fibras, e SLA é o conteúdo de ácido láurico da superfície (mg/mL) (não encapsulado).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento da extração da biomassa da MSN foi de 30,4 % ± 3,7 de óleo. Resultados semelhantes foram encontrados por Caligiani et al. (2018) de 37,1 ± 0,1 % de óleo bruto da MSN. Nos resultados apresentados na Tabela 1 para a composição de ácidos graxos do óleo, uma maior concentração de ácidos graxos saturados (72,4 %) foi encontrado, sendo o maior percentual os para o ácido láurico (38,06 %) e ácido palmítico (32,75%). Uma concentração menor de ácidos graxos monoinsaturados (20,6 %) foi observada no óleo, sendo o ácido oleico o majoritário (19,83%). Já para os poli-insaturados houve 7,0 %, para o ácido linoleico. Caligiane et al., (2018), obteve resultados semelhantes da composição de ácidos graxos, sendo também o ácido láurico (46%) o ácido em maior concentração.

Tabela 1. Percentual relativo em área (%) da composição de ácidos graxos no óleo da mosca soldado negro.

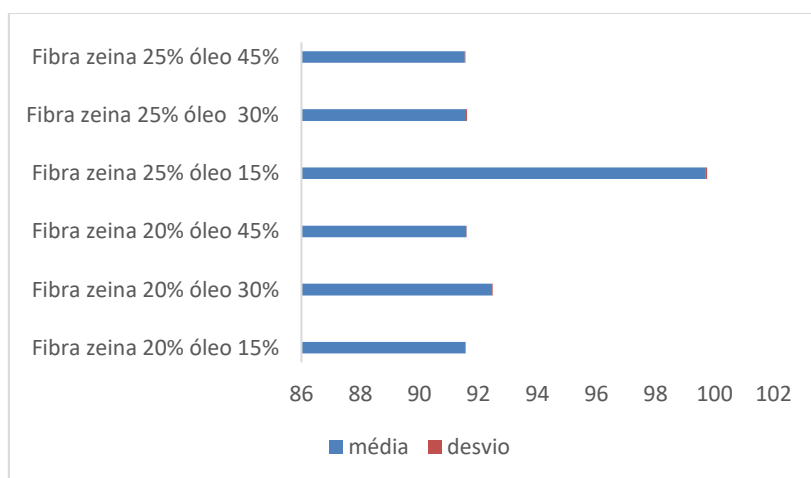
Ácido graxo	Nomenclatura	Concentração (%)
C10:0	Ácido caprico	0,84
C12:0	Ácido láurico	38,1
C14:0	Ácido mirístico	0,36
C16:1	Ácido palmitoleico	0,96
C16:0	Ácido palmítico	32,8
C18:1	Ácido oleico	19,8
C18:2	Ácido linoleico	7,0



C18:0	ácido estearico	0,4
Total de Saturados		72,4
Total de Monoinsaturados		20,6
Total de Poli-insaturados		7,0

Os resultados obtidos de eficiência de encapsulação estão apresentados na Figura 1. De modo geral, as nanofibras de zeína com óleo exibiram altos percentuais de 90% de eficiência de encapsulação, calculados com base na presença de ácido láurico (C12:0). Isso indica uma alta eficiência no encapsulamento do óleo pelo processo de electrospinning, o que pode ser atribuído às condições da técnica utilizada, que opera em temperatura ambiente, diferenciando-se de outros métodos de encapsulamento. Além disso, a zeína, por suas propriedades como excelente material encapsulante para diversos compostos, desempenha um papel fundamental nesse processo (Luduvico et al., 2024).

Figura 1. Eficiência de encapsulamento de ácido láurico em nanofibras de zeína incorporados com óleo de mosca soldado negro.



Nas fibras com 25% de zeína, o uso de 15% de óleo mostrou maior EE. No entanto houve a diminuição da eficiência de encapsulação do óleo, conforme o aumento de adição de óleo. Enquanto na fibra com 20% de zeína, a maior EE foi com 30% de óleo adicionado. Ambos os tratamentos mostraram valores acima de 90% de EE, evidencia que a zeína e a técnica de electrospinning se mostraram promissoras na produção de fibras com óleo da MSN.

4. CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que a biomassa da mosca soldado negro é uma fonte promissora de óleo, apresentando um rendimento significativo e uma composição rica em ácidos graxos



19 A 21 DE MAIO DE 2025 | BENTO GONÇALVES | RS

saturados, especialmente ácido láurico e ácido palmítico. A alta eficiência de encapsulamento observada nas nanofibras de zeína com óleo reforça o potencial do processo de electrospinning como uma técnica eficiente para a encapsulação de compostos bioativos.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio da CAPES, do CNPq (405808/2023-2) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (BR) FAPERGS (22/2551-0000840-2).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. **Association of Official Analytical Chemists International Official Methods of Analysis**. 16th Edition, AOAC, Arlington. 1997.

CALIGIANI, A; MARSEGLIA, Â; LENI, G; BALDASSARRE, S; MAISTRELLO, L; DOSSENA, A; SFORZA, S. Composition of black soldier fly prepupae and systematic approaches for extraction and fractionation of proteins, lipids and chitin. **Food Research International**. V.105, p pg.812-820, 2018.

LUDUVICO, K. P.; RADÜNZ, M.; HACKBART, H. C. DOS S.; BONA, N. P.; PEDRA, N. S.; CHITOLINA, M. R.; ZAVAREZE, E. DA R.; SPANEVELLO, R. M.; STEFANELLO, F. M. Electrospinning and electrospinning of tannic acid-loaded zein: Characterization and antioxidant effects in astrocyte culture exposed to E. coli lipopolysaccharide. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.267, 2024.

MUANGRAT, R., PANNASAI, S. Exploring the potential of black Soldier fly larvae oil: Supercritical CO₂ extraction, physicochemical analysis, antioxidante Properties, shelf life, and keratinocyte growth inhibition. **Jornal of Agriculture and Food Research**, v. 15, 2024.

MOSS, C. A., MERWIN, W. H. Comparison of rapid methods for analysis of bacterial fatty acids. **Applied Microbiology**, v. 28, n. 1, p. 80-85, 1974.

NAJAFI, Z., CETINKAYA, T., BILDIK, F., ALTAY, F., YESILÇUBUK, N. S., Nanoencapsulation of saffron (*Crocus sativus* L.) extract in zein nanofibers and their application for the presevation of sea bass fillets. **Lwt**, 2022.

SANTOS, F. N. D.; FONSECA, L. M.; JANSEN-ALVES, C.; CRIZEL, R. L.; PIRES, J. B.; KRONING, I. S.; ZAVAREZE, E. D. R. Antimicrobial activity of geranium (*Pelargonium graveolens*) essential oil and its encapsulation in carioca bean starch ultrafine fibers by electrospinning. **International Journal of Biological Macromolecules**, 2024.

VAN HUIS, A. Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: A review. **Journal of Insects as Food and Feed**, 2019.

ZOU, S; LEE, Y Y.; XIE, X; WANG, Y; ZHANG, Z. Characterization, fractionation, and compatibility Properties of Litsea cubeba kernel oil with potential value for industrial application as a lauric acid-based oil source. **Industrial Crops and Products**. v.194, abr, 2023,