

Consumo de minhoca como fonte de proteína ao redor do mundo: Uma revisão



<https://doi.org/10.56238/interdiinovationscresce-026>

Liciane Oliveira da Rosa

Doutoranda em ciências e tecnologia de alimentos, Universidade Federal de Pelotas

Karine Fonseca de Souza

Engenheira Ambiental e Sanitarista, Universidade Federal de Pelotas

Paula Burin

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas

Ketellen Nunes Trindade

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas

Rubiane Buchweitz Fick

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas

Fabiana Fernandes dos Santos

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas

Ana Clara Marins Mendes

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas

Luciara Bilhalva Côrrea

Doutora em Educação Ambiental, Universidade Federal de Pelotas

Érico Kunde Côrrea

Doutor em Biotecnologia, Universidade Federal de Pelotas

Álvaro Renato Guerra Dias

Doutor em tecnologia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas

RESUMO

O crescimento populacional aumentará a demanda global de alimentos em comparação com a demanda atual. Esse fator leva a uma mudança no consumo para uma dieta mais diversificada, que inclui uma parcela maior de alimentos processados, carnes, laticínios e peixes, todos os quais adicionam pressão ao sistema de abastecimento. A introdução de fontes de alimentos mais sustentáveis, como as minhocas, melhorará a saúde do planeta e dos seres humanos. O objetivo deste artigo é analisar e apresentar uma revisão bibliográfica abrangente sobre o consumo de minhocas no mundo. Foi realizado um levantamento da literatura de maio a julho de 2023. Os trabalhos relacionados ao tema foram buscados por meio de pesquisas nas plataformas científicas num período de 27 anos. Foram encontrados 10 artigos relacionados ao tema, sendo grande parte situados na Europa, seguido da Ásia e América. Todos os estudos destacaram a importância de se explorar as minhocas como uma alternativa sustentável de proteína viável para o futuro, sendo necessário mais estudos e conscientização das pessoas para os benefícios do seu consumo.

Palavras-chave: Proteína sustentável, Segurança alimentar, Alimento inovador.

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que, em 2050, o crescimento populacional aumentará a demanda global de alimentos em até 70% em comparação com a demanda atual (NAWAZ; CHUNG, 2020). O crescimento constante da população e a diminuição dos recursos contextuais exigem uma mudança de paradigma no consumo de alimentos, especialmente para a população ocidental. Este fator leva a uma mudança no consumo



para uma dieta mais diversificada, que inclui uma parcela maior de alimentos processados, carnes, laticínios e peixes, todos os quais adicionam pressão ao sistema de abastecimento (BRUMMITT et al., 2020). A introdução de fontes de alimentos mais sustentáveis, como os invertebrados, melhorará a saúde do planeta e dos seres humanos, além de apoiar o desenvolvimento socioeconômico (RUSSO et al., 2020; NAYLOR et al., 2021).

Dentre os animais que vivem no solo, as minhocas figuram como um dos mais importantes, por serem engenheiras do ecossistema e realizarem vários serviços ambientais, incluindo o controle biológico, a decomposição da matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes, a formação e a agregação do solo, fatores estes que afetam geralmente de forma positiva o crescimento das plantas (BROWN; DOMINGUEZ, 2010). Na literatura, encontram-se diversas obras relacionadas à fabricação e uso de alimentos com minhoca para alimentação de diferentes animais. No entanto, no que diz respeito ao consumo humano, poucas pesquisas têm sido realizadas (TEDESCO et al., 2020). Na China e na Itália, onde se concentram grande parte das pesquisas com alimentos para o consumo humano derivados de minhoca, os resultados revelam que esse alimento fornece aos nossos organismos vitaminas essenciais, auxiliam no estímulo e equilíbrio bioquímico das funções vitais, na terapia de Parkinson, no tratamento de hipotireoidismo e na terapia do sono. Ademais, a proteína tem a propriedade de fortalecer músculos e ossos, sem engordar ou acumular colesterol (TEDESCO et al., 2019).

As minhocas são ricas em proteínas, vitaminas e sais minerais, e já vêm sendo consumidas ao redor do mundo há milhares de anos, como farinha, em sopas e em receitas de assados e doces (CAYOT et al., 2009). De acordo com Sun e Jiang (2017), a carne de minhoca é uma excelente fonte de proteínas, possuindo um alto teor na faixa de 54,6% a 71% da matéria seca, além de micronutrientes, minerais e vitaminas biologicamente valiosas na dieta humana e rica em aminoácidos deficientes em muitas refeições vegetais comumente utilizadas em dietas, como lisina, treonina, arginina e valina. Além disso, foram detectados ácidos graxos de importância biológica, como o ácido octadecanóico, ácido linoleico e o ácido linolênico, considerados essenciais para o homem.

De acordo com Paoletti et al. (2003), pesquisas em países como México, Bolívia, Chile e Peru recorreram à utilização de farinha de minhoca como alternativa à falta de proteína animal para melhorar a qualidade nutricional dos alimentos e minimizar os efeitos da fome e da subnutrição infantil. Ainda os mesmos autores discorrem que os resultados da pesquisa foram positivos e a utilização da farinha de minhoca se popularizou nesses países como suplemento alimentar.

O Regulamento Europeu (EU) 2015/2283 sobre novos alimentos dispõe que os alimentos tradicionais consumidos em países terceiros com histórico de uso alimentar seguro podem ser considerados uma valiosa fonte de nutrientes alimentares na cadeia alimentar. Em algumas partes da África, América do Sul e Ásia, as minhocas foram introduzidas na dieta diária, sendo incluídas no Dicionário de Ciência e Tecnologia de Alimentos (EU, 2015). Diante do exposto, o objetivo deste



artigo é analisar e apresentar uma revisão bibliográfica abrangente sobre o consumo de minhocas no mundo, explorando sua relevância cultural, nutricional, ambiental e econômica.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de referência bibliográfica cujo objetivo é buscar e analisar de forma sistemática as informações disponíveis em diversas fontes bibliográficas, como livros e artigos científicos, relacionados a um determinado tema ou área de estudo. Foi realizado um levantamento da literatura de maio a julho de 2023. Os trabalhos relacionados ao tema foram buscados por meio de pesquisas nas plataformas Google Acadêmico, Portal de Periódicos CAPES, Scielo, Science Direct e Pubmed.

Os principais termos utilizados para as pesquisas foram: "Worms as human food", "consumption of worms", "worm flour" e "Worm proteins". Foram selecionados 10 artigos, e os critérios para inclusão dos artigos na revisão foram: data de publicação nos últimos 30 anos, idioma inglês ou espanhol e foco no tema.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como pode ser observado na Tabela 1, nos últimos 27 anos, foram publicados 10 artigos relevantes sobre o consumo da minhoca, tanto *in natura* quanto em pó. Esses estudos abordaram as várias maneiras pelas quais as minhocas podem ser incorporadas à dieta humana, seja como ingrediente em pratos gourmet ou como matéria-prima para a produção de alimentos processados inovadores.

Outro destaque desses artigos está relacionado aos impactos positivos tanto no meio ambiente quanto na saúde humana. A presença de aminoácidos essenciais e o alto teor de proteína tornam a minhoca um alimento promissor para melhorar a nutrição na dieta humana. Além disso, a criação de minhocas é ecologicamente correta, contribuindo para o tratamento dos resíduos orgânicos, reduzindo a emissão de gases do efeito estufa e a pegada de carbono (TEDESCO et al., 2019; RUSSO et al., 2020).

As publicações mais recentes indicam que a farinha de minhoca é uma promissora fonte sustentável de proteína, podendo ser utilizada como substituição parcial ou total da proteína convencional. Estudos apontam que, até 2050, o crescimento populacional aumentará a demanda global de alimentos em até 70% em comparação com a demanda atual. Nesse contexto, a farinha de minhoca apresenta-se como uma alternativa viável para suprir essa crescente necessidade de alimentos de forma mais sustentável (NAWAZ; CHUNG, 2020; RUSSO et al., 2020).



Tabela 1 – artigos publicados no período da revisão

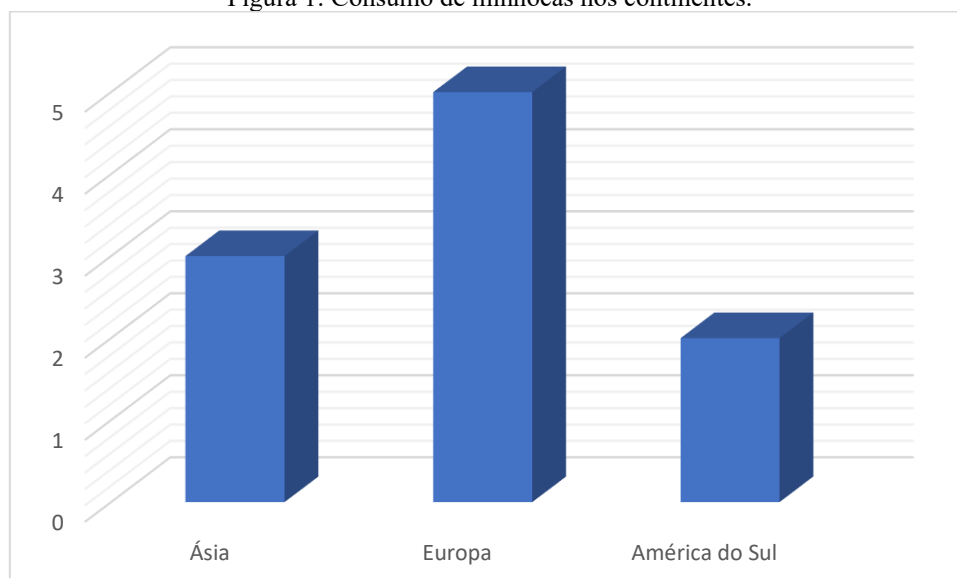
#N°	Data	Título	Autores	Periódico	Objetivo
01	1997	Earthworm as a potential protein resource	Sun Zhenjun, Liu Xianchun, Sun Lihui, Song Chunyang	Ecology of Food and Nutrition	To assess the potential of commonly cultured earthworms in China as a protein source for use in animal and human nutrition by comparing the nutrient composition of ground earthworm body, earthworm body fluids and earthworm casts with that of common animal feeds and food stuffs.
02	2000	The importance of leaf- and litter-feeding invertebrates as sources of animal protein for the Amazonian Amerindians.	Maurizio Guido Paoletti ¹ , Darna L. Dufour, Hugo Cerda, Franz Torres, Laura Pizzo ferrato, David Pimentel	The Royal Society	Showing that the consumption of invertebrates that feed on leaves and leaf litter as a means of recovering protein, fats, and vitamins by forest peoples offers a new perspective for the development of animal-based food production within the paradigm of biodiversity conservation.
03	2003	Nutrient content of earthworms consumed by Ye'Kuana Amerindians of the Alto Orinoco of Venezuela	M. G. Paoletti, E. Buscardo, D. J. VanderJagt, A. Pastuszyn, L. Pizzoferrato, Y.-S. Huang, L.-T. Chuang, M. Millson, H. Cerda, F. Torres, R. H. Glew	The Royal Society	-
04	2009	Physico-chemical characterisation of a non-conventional food protein source from earthworms and sensory impact in arepas	Nathalie Cayot, Philippe Cayot, Elias Bou-Maroun, Helene Laboure, Beatriz Abad-Romero, Karine Pernin, Nuria Seller-Alvarez, Ayary V. Hernandez, Elil Marquez, Ana L. Medina	International Journal of Food Science and Technology	Characterize an unconventional protein source: a powder made from earthworms, and evaluate its potential use in human food.
05	2017	Nutritive Evaluation of Earthworms as Human Food	Zhejun Sun, Hao Jiang	Intech	-
06	2017	Efecto del proceso de secado de la lombriz de tierra (eisenia andrei) sobre el perfil aminoacídico de la harina determinado por cromatografía (clae)	José Ovalles, Ana Medina, Elil Márquez, Leandra Rial	Ciencias Básicas Y Tecnología	En el presente artículo se da a conocer un estudio adicional del efecto del proceso de secado de la biomasa de lombriz de tierra (E. andrei) a temperatura moderada (30-45°C) sobre el perfil aminoacídico de la harina resultante
07	2019	Bioconversion of fruit and vegetable waste into earthworms as a new protein source: The environmental impact of earthworm meal production	Doriana Tedesco, Cecilia Conti, Daniela Lovarelli, Elisa Biazzi, Jacopo Bacenetti	Science of The Total Environment	Is to evaluate the environmental impact of the bioconversion of FVW into earthworm meal to be used as new food/feed source. This is carried out by adopting the Life Cycle Assessment (LCA) method



					with an attributional approach and solving the multifunctionality of the system with an economic allocation between earthworms and vermicompost.
08	2020	Novel Food-Based Product Communication: A Neurophysiological Study	Vincenzo Russo, Giulia Songa, Laura Emma Milani Marin, Claudia Maria Balzaretti, Doriana Eurosia Angela Tedesco.	Nutrients	Investigate possible communication strategies for novel foods through labels.
09	2020	From a Food Safety Prospective: The Role of Earthworms as Food and Feed in Assuring Food Security and in Valuing Food Waste	Doriana Eurosia Angela Tedesco, Marta Castrica, Aldo Tava, Sara Panseri, Claudia Maria Balzaretti	Insects	Describe all phases of a pilot earthworm rearing activity developed within the project “Bioconversion of fruit and vegetable waste to earthworm meal as novel food source” funded by FONDAZIONE CARIPLO—Integrated research on industrial biotechnologies 2015 (Project No. 2015-0501).
10	2023	Insects and worms as an alternative protein source in the halal food industry	Suganisha Suresh, Nurul Solehah Mohd Zaini, Muhamad Hafiz Abd Rahim, Nurul Hawa Ahmad	Innovation of Food Products in Halal Supply Chain World wide	-

Como pode ser observado grande parte das pesquisas estão localizados no continente europeu (Figura 1).

Figura 1: Consumo de minhocas nos continentes.





Apesar do tema do consumo de minhocas como alimento humano não ser um assunto recente, já que em 1945 já havia trabalhos discorrendo sobre o alto teor de proteína da carne de minhoca, somente nos últimos anos tem havido um interesse por parte dos pesquisadores. Como pode ser observado na figura 1, as pesquisas se concentram mais na Europa, com cinco (5) artigos, seguido da Ásia. No continente americano, dois trabalhos foram publicados na América do Sul, um em 2009 e outro em 2017.

Na China, mais precisamente nas províncias de Fujian e Guangdong, os habitantes possuem o hábito de adicionar minhocas em suas dietas (SUN; JIANG, 2017). Os mesmos autores afirmam que em Fujian, província conhecida pela culinária exótica, as pessoas costumam cortar as minhocas em pedaços menores e misturá-las com outro tipo de carne para deixar o alimento mais saboroso. Em Guangdong, muitos restaurantes oferecem em seus cardápios a sopa de minhoca, considerada uma iguaria e um dos pratos mais caros dos estabelecimentos (SUN; JIANG, 2017). Outra referência do uso da minhoca como alimento humano é em Taiwan e Henan. Em ambas as províncias, os moradores locais utilizam a minhoca como um ingrediente básico na alimentação (SUN; JIANG, 2017).

De acordo com Sun e Jiang (2017), a carne de minhoca é uma excelente fonte de proteínas, apresentando um alto teor na faixa de 54,6% a 71% da matéria seca. Além disso, ela contém micronutrientes, minerais e vitaminas de grande valor biológico na dieta humana, sendo rica em aminoácidos que são deficientes em muitas refeições vegetais comumente utilizadas em dietas, como lisina, treonina, arginina e valina. Foram ainda detectados ácidos graxos de importância biológica, tais como o ácido octadecanóico, ácido linoleico e o ácido linolênico, que são considerados essenciais para o ser humano.

Outros nutrientes, como cobre, ferro, manganês, zinco e fósforo, também foram encontrados em quantidades significativas (YILMAZ; WALHOUT, 2014).

Os indígenas nativos sul-americanos da tribo Yekuna do Alto Orinoco, na Venezuela, também possuem o hábito de se alimentar de minhocas. A tribo utiliza a tradicional receita de esbranquiçar as minhocas e temperá-las com Aji, um tempero tradicional usado há milênios por essa tribo. Por fim, elas são consumidas com pão de mandioca (PAOLETTI et al., 2003). Países latino-americanos, para minimizar o efeito da subnutrição e da fome, estão recorrendo à utilização de minhoca como alternativa à falta de proteína de fonte animal. Um exemplo disso são pesquisadores peruanos do Instituto de Educação Superior Tecnológica Pública Pedro Vilcapaza, da cidade de Puno, no Peru. Eles realizaram uma pesquisa para combater a anemia infantil com bolacha produzida com farinha de minhoca. O resultado da pesquisa foi satisfatório e mostrou que, após 60 dias, 90% das 73 crianças que consumiram as bolachas apresentaram melhoras notáveis, tornando a minhoca o principal aliado no combate à anemia na população infantil da região de puno (KOECHLIN, 2015).



Na Venezuela, um estudo realizado por Cayot et al. (2009) testou o uso de farinha de minhoca para a fortificação de um alimento tradicional à base de milho: as arepas, que são panquecas produzidas com farinha de milho. De acordo com os autores, do ponto de vista sensorial e nutricional, obtiveram resultados satisfatórios, concluindo que o uso da biomassa de minhoca para alimentação humana é promissor, sendo necessário mais estudos e pesquisas correlacionados ao uso de minhoca como fonte não convencional de proteína.

Atualmente, a demanda global por proteínas está aumentando, com cada vez mais pessoas desejando incluir proteína animal em sua dieta. A necessidade de novos produtos alimentares está ancorada em dois aspectos específicos: a população humana está aumentando, com mais de 821 milhões de pessoas ainda sem acesso regular à alimentação adequada, e, ao mesmo tempo, há uma crescente demanda por novas fontes de proteína animal, que são as mais limitantes e caras em termos de recursos (MYERS et al., 2017).

Tradicionalmente, é comum usar minhocas como iscas de pesca e ração para diversos animais. No entanto, nos últimos 30 anos, a criação de minhocas como fonte de proteínas, substituindo a farinha de soja e milho em escala comercial, tem ganhado espaço no mundo todo e pode ser valorizada para consumo humano.

Hoje, o setor de alimentos está considerando o uso de insetos na alimentação humana e, nesse contexto, os invertebrados terrestres, como minhocas, usadas como fonte alternativa de proteína, podem representar uma solução válida. O uso de resíduos alimentares como substrato para o crescimento de minhocas, através do processo de bioconversão, produz um produto rico em proteínas que pode ser valorizado para consumo humano (TEDESCO et al., 2019; TEDESCO et al., 2020). A criação de minhocas faz parte de uma cultura ancestral e pode ser considerada uma atividade de dupla finalidade: produção de húmus e produção de farinha de minhoca como alimento rico em proteínas (PÉREZ-CORRÍA et al., 2019).

De acordo com Sun e Jiang (2017), a carne de minhoca é uma excelente fonte de proteínas, possuindo um alto teor na faixa de 54,6% a 71% da matéria seca, além de micronutrientes, minerais e vitaminas biologicamente valiosas na dieta humana. É rica em aminoácidos deficientes em muitas refeições vegetais comumente utilizadas em dietas, como lisina, treonina, arginina e valina. Além disso, foram detectados ácidos graxos de importância biológica, como o ácido octadecanóico, ácido linoleico e o ácido linolênico, considerados essenciais para o homem. Outros nutrientes, como cobre, ferro, manganês, zinco e fósforo, também foram encontrados em quantidades significativas (YILMAZ; WALHOUT, 2014).

Alimentos à base de farinha de minhoca representam uma fonte de proteína de alta qualidade que pode minimizar a subnutrição, pois são capazes de fornecer todos os aminoácidos essenciais, aqueles que o organismo humano não é capaz de sintetizar (OVALLES et al., 2017). De acordo com



Tedesco et al. (2020), alimentos à base de minhocas possuem altas propriedades nutricionais. No entanto, o produto deve ser seguro tanto para o consumo humano quanto para o consumo animal, apresentando conformidade sanitária. Sendo assim, é necessário avaliar o perfil microbiológico e o perfil químico.

O interesse em alimentos não tradicionais vem crescendo cada vez mais pelo mundo. Muitas pessoas ainda têm tabus, medo e preconceito em relação a esses alimentos. Portanto, é necessário promover uma maior conscientização, com o objetivo de mudar o pensamento e os valores em relação a essas novas opções alimentares (RUSSO et al., 2020).

4 CONCLUSÃO

A inclusão de alimentos à base de minhocas, ou até mesmo da minhoca in natura, para o consumo humano representa uma fonte inovadora e sustentável para o futuro. No entanto, é preciso realizar mais pesquisas e investimentos nas técnicas que envolvem todo o processo, desde a criação até o processamento das minhocas como alimento. Além disso, é necessário promover a conscientização e estimular as pessoas sobre os benefícios tanto para o meio ambiente quanto para a saúde das pessoas.



REFERÊNCIAS

BROWN, G. G.; DOMÍNGUEZ, J.. USO DAS MINHOCAS COMO BIOINDICADORAS AMBIENTAIS: PRINCÍPIOS E PRÁTICAS. *Acta Zoológica Mexicana*, n. 2, p. 1-18, 2010.

BRUMMITT, C. D.; GÓMEZ-LIÉVANO, A.; HAUSMANN, R.; BONDS, M. H.. Machine-learned patterns suggest that diversification drives economic development. *Journal Of The Royal Society Interface*, v. 17, n. 162, p. 20190283, 2020.

CAYOT, N; CAYOT, P.; BOU-MAROUN, E.; LABOURE, H.; ABAD-ROMERO, B.; PERNIN, K.; SELLER-ALVAREZ, N.; HERNÁNDEZ, A.V.; MARQUEZ, E.; MEDINA, A.L.. Physico-chemical characterisation of a non-conventional food protein source from earthworms and sensory impact inarepas. *International Journal Of Food Science & Technology*, v. 44, n. 11, p. 2303-2313, 2009.

MYERS, S. S.; SMITH, M.R.; GUTH, S.; GOLDEN, C.D.; VAITLA, B.; MUELLER, N. D.; DANGOUR, A.D.; HUYBERS, P.. Climate Change and Global Food Systems: potential impacts on food security and undernutrition. *Annual Review Of Public Health*, v. 38, n. 1, p. 259-277, 20 mar. 2017.

NAYLOR, R. L.; KISHORE, A.; SUMAILA, U. R.; ISSIFU, I; HUNTER, B. P.; BELTON, B.; BUSH, S. R.; CAO, L.; GELCICH, S; GEPHART, J. A.. Blue food demand across geographic and temporal scales. *Nature Communications*, v. 12, n. 1, p. 45-52, 2021.

NAWAZ, M. A.; CHUNG, Gyuha. Genetic Improvement of Cereals and Grain Legumes. *Genes*, v. 11, n. 11, p. 1255, 25 out. 2020.

OVALLES, J., MEDINA, A., MÁRQUEZ, E.; RIAL, L.. Efecto del proceso de secado de la lombriz de tierra (*Eisenia andrei*) sobre el perfil aminoacídico de la harina determinado por cromatografía. *Saber*, v.29, p.486-494, 2017.

PAOLETTI, M.G; DUFOUR, D. L; CERDA, H.; TORRES, F.; PIZZOFEERRATO, L.; PIMENTEL, D.. The importance of leaf- and litter-feeding invertebrates as sources of animal protein for the Amazonian Amerindians. *Proceedings Of The Royal Society Of London. Series B: Biological Sciences*, v. 267, n. 1459, p. 2247-2252, 22 nov. 2000.

PAOLETTI, M. G.; BUSCARDO, E.; VANDERJAGT, D. J.; PASTUSZYN, A.; PIZZOFEERRATO, L.; HUANG, Y.-S.; CHUANG, L.-T.; GLEW, R. H.; MILLSON, M.; CERDA, H.. Nutrient content of termites(*syntermes* soldiers) consumed bymakiritare amerindians of the altoorinoco of Venezuela. *Ecology Of Food And Nutrition*, v. 42, n. 2, p. 177-191, 2003.

PÉREZ-CORRÍA, K.; BOTELLO-LEÓN, A.; MAURO-FÉLIX, A. K.; RIVERAPINEDA, F.; VIANA, M. T.; CUELLO-PÉREZ, M.; BOTELLO-RODRÍGUEZ, A.; MARTÍNEZ-AGUILAR, Y.. Chemical Composition of Earthworm (*Eisenia foetida*) Co-Dried with Vegetable Meals as an Animal Feed. *Ciencia y Agricultura*, v. 16, n. 2, p. 79-92, 2019.

RUSSO, V.; SONGA, G.; MARIN, L. E. M.; BALZARETTI, C. M.; TEDESCO, D. E. A.. Novel Food-Based Product Communication: a neurophysiological study. *Nutrients*, v. 12, n. 7, p. 2092, 2020.

ZHENJUN, Sun; XIANCHUN, Liu; LIHUI, Sun; CHUNYANG, Song. Earthworm as a potential protein resource. *Ecology Of Food And Nutrition*, v. 36, n. 2-4, p. 221-236, set. 1997.



SUN, Z.; JIANG, H. Nutritive evaluation of earthworms as human food. In: MIKKOLA, H. (Ed.). Future foods. London: IntechOpen, 2017. p. 127-142.

SURESH, S.; ZAINI, N.S.M; RAHIM, M. H.A; AHMAD, N. H.. Insects and worms as an alternative protein source in the halal food industry. Innovation Of Food Products In Halal Supply Chain Worldwide, p. 127-148, 2023.

TEDESCO, D. E.A.; CONTI, C.; LOVARELLI, D.; BIAZZI, E.; BACENETTI, J.. Bioconversion of fruit and vegetable waste into earthworms as a new protein source: the environmental impact of earthworm meal production. Science Of The Total Environment, v. 683, p. 690-698, 2019.

TEDESCO, D. E. A.; CASTRICA, M.; TAVA, A.; PANSERI, S.; BALZARETTI, C. M.. From a Food Safety Prospective: the role of earthworms as food and feed in assuring food security and in valuing food waste. Insects, v. 11, n. 5, p. 293, 2020.

YILMAZ, L. S.; WALHOUT, J.M. A.. Worms, bacteria, and micronutrients: an elegant model of our diet. Trends In Genetics, v. 30, n. 11, p. 496-503, 2014.